



UNIVERSIDAD DE LA SIERRA JUÁREZ

**APLICACIÓN BASADA EN TECNOLOGÍA
MÓVIL PARA EL CONTROL DE MARQUEO
FORESTAL MADERABLE EN LA
ORGANIZACIÓN UZACHI**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
LICENCIADO EN INFORMÁTICA

P R E S E N T A:
MACARIO FELIPE LÁZARO

DIRECTOR DE TESIS:

M.C. FIDENCIO SERVÍN JUÁREZ

IXTLÁN DE JUÁREZ, OAX.

2013



UNIVERSIDAD DE LA SIERRA JUÁREZ

Una vez efectuada, la revisión detallada de la tesis “**Aplicación basada en tecnología móvil para el control de marcaje forestal maderable en la organización UZACHI**”, que presenta el pasante de licenciatura en Informática, **C. Macario Felipe Lázaro**, con número de matrícula **07035160**, consideramos que este proyecto de tesis cumple con los requisitos necesarios para que continúe con los trámites correspondientes, para la defensa de examen profesional y obtener el título de Licenciado en Informática.

COMISIÓN REVISORA

M.C. Fidencio Servín Juárez

Profesor-Investigador, UNSIJ

Director de tesis

M.C. Armando Ronquillo Jorge

Profesor-Investigador, UNSIJ

Revisor

Dr. Filemón Manzán Méndez

Profesor-Investigador, UNSIJ

Revisor

Ixtlán de Juárez, Oaxaca, México, Octubre 2013

Dedicatoria

A mis padres..

Ofelio Felipe Reyes y Rosa Lázaro Montes, padres que sin esperar nada, lo dieron todo. Quienes me guiaron por un camino de rectitud y humildad y porque en gran parte gracias a ustedes hoy puedo ver alcanzada mi meta.

Cuán grande riqueza es, aun entre los pobres, el ser hijo de unos buenos padres. Gracias padres!

Agradecimientos

Siempre resultará difícil agradecer a todos aquellos que de manera directa o indirecta me han acompañado en el desarrollo de esta investigación y a lo largo de estos años de formación profesional, porque nunca alcanza el tiempo o la memoria para mencionar o dar con rectitud todos los créditos y méritos a quienes se lo merecen. Por ello, es para mí un verdadero placer utilizar este espacio para ser justo, agradeciéndoles a todos cuanto han hecho por mí, para que esto culmine de la mejor manera posible.

Debo destacar, por encima de todo mi gratitud a la Universidad de la Sierra Juárez por permitirme ser parte de ella y por la formación académica que me brindó.

A mi director de tesis M.C. Fidencio Servín Juárez por su disponibilidad, paciencia, amistad y tiempo dedicado para la elaboración de este trabajo de investigación.

A la Unión de Comunidades Productoras Forestales Zapoteco-Chinanteca (UZACHI) por haberme facilitado los medios para llevar a cabo las actividades de investigación durante el desarrollo de esta tesis.

A los profesores Dr. Filemón Manzano Méndez, M.C. Armando Ronquillo Jorge y M.A.D. Mireya López Luna por sus importantes aportes, tiempo, dedicación y participación activa en la revisión de esta tesis.

A los demás profesores que durante mi formación profesional me dedicaron su tiempo, apoyo y sabiduría.

A mis queridos padres, hermanas/hermanos y abuelos, que a pesar de la distancia siempre con su ayuda incondicional y sabios consejos han sabido enseñarme a no desfallecer ni rendirme ante nada y siempre perseverar para culminar mi carrera profesional.

A mi tía Hortensia Montes, su esposo Guadalupe Julio Ramírez y a su familia por todo el apoyo que me brindaron durante mi estancia en esta comunidad.

A mis queridos compañeros, que me permitieron entrar en sus vidas dentro y fuera de la escuela durante estos cinco años de aprendizaje y conocimientos.

A mis antiguas y nuevas amistades sin excluir a ninguno, por compartir con ustedes mis aflicciones, por brindarme el mejor consejo y ánimo cuando lo necesitaba y sobre todo por no permitir que la distancia rompa este lazo que existe entre nosotros.

Porque son edificadores de mi futuro, Muchísimas Gracias!!

Resumen

Un factor clave para el crecimiento de cualquier empresa es la innovación, en diferentes partes del mundo se están ampliando y utilizando tecnologías móviles de forma frecuente, estos dispositivos y sus aplicaciones móviles son utilizados para colaborar, acceder a datos remotos y compartirlos, mejorando así la manera de interacción entre la sociedad y la tecnología. Este trabajo de tesis plantea implementar en la organización Unión de Productores Forestales Zapotecas-Chinantecas (UZACHI) el uso de tecnología móvil para el proceso de marqueo y aprovechamiento forestal maderable, con esto se pretende facilitar el cálculo manual del volumen de los árboles; al mismo tiempo permitirá el cotejo de resultados con el inventario forestal enlazado a una base de datos que alberga los volúmenes autorizados.

Para agilizar e innovar éste proceso se desarrolló una aplicación móvil bajo la plataforma del sistema operativo Android, en la cual se almacena la información del inventario forestal para permitir al técnico forestal delimitar el área de trabajo, realizar el marqueo forestal maderable y recibir las notificaciones instantáneas correspondientes al volumen calculado, el volumen existente y la autorización o rechazo de este marqueo en relación al inventario forestal maderable definido por la organización.

Palabras clave: Marqueo forestal maderable, Aplicación móvil, Android.

Abstract

A key factor for the growth of any business is innovation, in different parts of the world mobile technologies are expanding and used more frequently, these devices and mobile applications are used to collaborate, access and share remote data, improving the interaction between society and technology.

This thesis proposes the use of mobile technology for the process of logging and timber branding in the organization Union of Forest Production Communities Zapotec-Chinanteca (UZACHI) to facilitate the manual calculation of the volume of trees; at the same time it allows compare the results with the forest inventory, linked to a database that stores the authorized volumes.

In order to expedite and innovate this process, a mobile application was developed using Android operating system. The data is taken from the forestry inventory to assist the technician for defining the working area, to perform timber forest branding and to receiving instant notifications corresponding to the calculated volume, accepting or rejecting the authorization of this branding in relation to timber forest inventory defined by the organization UZACHI.

Keywords: Forest timber marked, Mobile Application, Android.

Índice general

Índice de figuras	xii
Índice de tablas	xiii
1. Introducción	1
1.1. Planteamiento del problema	2
1.2. Justificación	3
1.3. Solución propuesta	4
1.4. Objetivos	5
1.4.1. Objetivo general	5
1.4.2. Objetivos específicos	5
1.5. Hipótesis	6
1.6. Estado del arte	6
1.6.1. Árboles con códigos de barras en Liberia	7
1.6.2. Proyecto de Desarrollo Rural Campeiro	7
1.6.3. Características de los proyectos	8
2. Marco Referencial	10
2.1. Capulálpam de Méndez, México	10
2.1.1. Toponimia	10
2.1.2. Localización	11

2.1.3. Reseña histórica	11
2.2. UZACHI	12
3. Marco conceptual	14
3.1. ¿Qué es un Dispositivo Móvil?	14
3.2. Características de un Dispositivo Móvil	16
3.2.1. Visualización e Interacción	16
3.2.2. Tecnología de almacenamiento	18
3.2.2.1. Tarjetas SD	18
3.2.3. Durabilidad de baterías	18
3.2.4. Sistema de posicionamiento global	20
3.3. Sistemas operativos para dispositivos móviles	21
3.3.1. BlackBerry Tablet OS	22
3.3.2. iOS de Apple	22
3.3.3. Windows 8	23
3.3.4. Android	25
3.4. Teléfonos móviles y la integración de Android	25
3.5. Ventajas y Desventajas de un dispositivo móvil	26
3.6. La plataforma Android	28
3.6.1. Arquitectura	29
3.6.1.1. Linux Kernel	29
3.6.2. Android SDK	30
3.6.3. La maquina virtual Dalvik	32
3.6.4. Las aplicaciones APK	32
3.6.5. Componentes de una aplicación Android	34
3.6.5.1. Activities	34
3.6.5.2. Broadcast Intent Receiver	34
3.6.5.3. Service	35

3.6.5.4. Content Provider	35
3.7. Base de datos	35
3.7.1. Sistemas de gestión de base de datos	36
3.7.1.1. MySQL	37
3.7.1.2. SQLite	38
3.8. Herramientas de desarrollo	40
3.8.1. Definición de software	40
3.8.1.1. Software libre contra propietario	41
3.8.2. Java	42
3.8.3. JDK	42
3.8.4. Entorno de desarrollo integrado	43
3.8.4.1. Netbeans	43
3.8.4.2. Eclipse	44
3.9. Inventario forestal	46
3.9.1. El sistema de manejo forestal	47
3.9.2. Marqueo forestal	48
4. Análisis y Diseño del sistema	53
4.1. Metodología	54
4.2. Objetivos del sistema	55
4.2.1. Objetivos del sistema de escritorio	55
4.2.2. Objetivos de la aplicación móvil.	57
4.3. Análisis y diseño del sistema	58
4.3.1. Análisis y diseño del sistema de escritorio	59
4.3.2. Análisis y diseño de la aplicación móvil	60
4.4. Diagramas Entidad-Relación	62
4.4.1. Diagramas Entidad-Relación para el sistema de escritorio	62
4.4.2. Diagramas Entidad-Relación para la aplicación móvil	68

4.5. Diagramas de clases	69
4.6. Diagramas de casos de uso	71
4.6.1. Especificación de casos de uso	73
4.7. Diagramas de actividades	78
5. Desarrollo	82
5.1. Desarrollo del Sistema de escritorio	83
5.2. Desarrollo de la Aplicación móvil	87
6. Resultados	90
6.1. Pruebas de usabilidad	90
6.1.1. Diseño y construcción de la prueba de usabilidad	91
6.1.2. Resultados de la prueba de usabilidad	94
6.2. Pruebas de caja negra	94
6.2.1. Diseño y construcción de las pruebas de caja negra	95
6.2.2. Resultados de las pruebas de caja negra	96
6.3. Pruebas de rendimiento	97
6.3.1. Aplicación de la prueba de rendimiento	97
6.3.2. Resultados de las pruebas de rendimiento	97
7. Conclusiones y recomendaciones	98
7.1. Conclusiones	98
7.2. Recomendaciones	99
7.3. Trabajos futuros	101
Bibliografía	102
Anexo A: Casos y procedimientos de prueba de caja negra	108
Anexo B: Manual de usuario para la aplicación móvil	112

Anexo C: Manual de usuario para generar el archivo SQLite y la actualización de datos

120

Índice de figuras

2.1. <i>Localización de Capulálpam de Méndez, Oaxaca.</i>	11
3.1. <i>Tablet (Descripción gráfica de una tablet).</i>	15
3.2. <i>La Arquitectura de Android en capas.</i>	30
3.3. <i>Marca al pie del árbol para autorizar la corta</i>	48
3.4. <i>Proceso general del marqueo forestal maderable.</i>	49
3.5. <i>Espejeo en la base del árbol.</i>	51
3.6. <i>Marqueo forestal maderable usando un martillo marcador.</i>	52
4.1. <i>El ciclo de entrega en la programación extrema.</i>	54
4.2. <i>Módulos que integran el sistema de escritorio.</i>	59
4.3. <i>Módulos que integran la aplicación móvil.</i>	61
4.4. <i>Diagrama Entidad-Relación para el sistema de escritorio.</i>	67
4.5. <i>Diagrama Entidad-Relación para la aplicación móvil.</i>	68
4.6. <i>Diagrama de clases para la aplicación móvil.</i>	69
4.7. <i>Diagrama de clases para el sistema de escritorio.</i>	70
4.8. <i>Diagrama caso de uso para la programación de un nuevo marqueo.</i>	71
4.9. <i>Diagrama caso de uso para realizar el marqueo forestal maderable.</i>	72
4.10. <i>Diagrama caso de uso para actualizar datos.</i>	72
4.11. <i>Diagrama de actividades para el proceso de programación de marqueo.</i> . .	79
4.12. <i>Diagrama de actividades para el proceso de marqueo con la aplicación móvil.</i>	80

4.13. <i>Diagrama de actividades para el proceso de actualización de los datos.</i> . . .	81
5.1. <i>Acceso al sistema.</i>	83
5.2. <i>Inicio de sesión en modo administrador.</i>	83
5.3. <i>Acceso a los módulos mediante la barra de menú del sistema.</i>	84
5.4. <i>Operaciones para el módulo usuarios.</i>	85
5.5. <i>Operaciones para el módulo autorización.</i>	85
5.6. <i>Acciones para el módulo Programación.</i>	86
5.7. <i>Interfaz de operaciones para el módulo Actualización.</i>	86
5.8. <i>Pantalla inicial de la aplicación.</i>	87
5.9. <i>Menú de acceso a las operaciones de la Aplicación móvil.</i>	87
5.10. <i>Ventana de operaciones para el módulo configuración.</i>	88
5.11. <i>Ventana de operaciones para el módulo marqueo.</i>	89
5.12. <i>Información del inventario forestal y marqueos realizados.</i>	89

Índice de cuadros

1.1. <i>Características de proyectos similares al planteado.</i>	9
4.1. <i>Objetivo 01: Control de acceso.</i>	55
4.2. <i>Objetivo 02: Procesamiento de los datos de autorización.</i>	55
4.3. <i>Objetivo 03: Programación de un nuevo marqueo.</i>	56
4.4. <i>Objetivo 04: Actualización de la información después del marqueo hacia la base de datos central.</i>	56
4.5. <i>Objetivo 05: Configuración de marqueo.</i>	57
4.6. <i>Objetivo 06: Obtención de volúmenes.</i>	57
4.7. <i>Objetivo 07: Validación de marqueo.</i>	57
4.8. <i>Objetivo 08: Actualización de volúmenes.</i>	58
4.9. <i>Objetivo 09: Registro de un nuevo marqueo.</i>	58
4.10. <i>Objetivo 10: Visualización de datos.</i>	58
4.11. <i>Descripción de la tabla usuarios</i>	63
4.12. <i>Descripción de la tabla especie</i>	64
4.13. <i>Descripción de la tabla género</i>	64
4.14. <i>Descripción de la tabla tratamiento</i>	64
4.15. <i>Descripción de la tabla marqueos</i>	65
4.16. <i>Descripción de la tabla autorizados</i>	66
4.17. <i>Caso de uso: Programación de un nuevo marqueo y corta forestal.</i>	74

4.18. Caso de uso: Realización de marcaje forestal maderable con el dispositivo móvil.	76
4.19. Caso de uso: Actualización de los datos de tablet a PC.	77
6.1. Tarea de los participantes en las pruebas de usabilidad	92
6.2. Encuesta de evaluación de experiencia de usuario.	93
6.3. Caso de prueba caja negra 01	95
6.4. Procedimiento de prueba caja negra 01	96

Capítulo 1

Introducción

Si no conozco una cosa, la investigaré.

- Louis Pasteur

La tecnología es un factor fundamental del desarrollo social, que adquiere un carácter intensivo para realizar procesos dentro de las empresas, y es considerado un elemento esencial que eleva la productividad y aumenta la competitividad dentro de la organizaciones. En el sector forestal es necesario adaptar las herramientas tecnológicas a los procesos de marqueo forestal maderable para contribuir al manejo forestal sustentable.

Actualmente México es considerado como el segundo país del mundo con mayor variedad de ecosistemas y el cuarto en riqueza de especies [52], este país está luchado por conservar sus patrimonios desde hace años con la creación de organismos para la conservación y administración de estos recursos, tal es el caso de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) quien fomenta la protección, restauración y conservación de los ecosistemas y recursos naturales, bienes y servicios ambientales con el fin de propiciar su aprovechamiento y desarrollo sustentable [53]. Así también la Comisión Nacional Forestal, la Comisión Nacional de Áreas Protegidas, la Comisión Nacional de

Biodiversidad, entre otros. La intervención de estos organismos en el estado de Oaxaca¹ han promovido el manejo forestal sustentable para lograr así la conservación de sus bosques, entre ellos los de la región de la Sierra Juárez, sin alejar a los habitantes del proceso de aprovechamiento de los recursos forestales.

Infortunadamente en la actualidad en estas comunidades, la implementación de la tecnología en los procesos de producción ha tenido una lenta inmersión, razón que ha motivado el desarrollo e implementación de una aplicación móvil, útil para el control de marqueo forestal maderable en la Unión de Productores Forestales Zapotecas-Chinantecas de la Sierra de Juárez de R.I. (UZACHI). Se espera con esto mejorar las actividades relacionadas con la organización de la información, el uso óptimo de recursos y agilizar los procesos de marqueo forestal maderable.

1.1. Planteamiento del problema

Los problemas ambientales, los cambios provocados por la pérdida de la superficie forestal y por la contaminación del aire y de los ríos, han dado como resultado que la sociedad revalore al recurso forestal, que antes no era tan claro. La búsqueda de soluciones a estos problemas, han permitido manejar los bosques de manera distinta; ahora se reconoce que es posible hacer un uso racional de los recursos naturales sin destruirlos, y que se puede lograr la conservación a través del buen manejo, para ello se establecen los planes de manejo forestal, en donde se especifica los volúmenes autorizados para la corta.

Actualmente en la organización UZACHI el proceso de verificación de corta de árboles se realiza a través de un proceso manual conocido como *marqueo* en la cual los técnicos forestales de la comunidad miden el diámetro y la altura de los árboles, estos datos se anotan en hojas de papel, posteriormente se señala la base del árbol por aprovechar con el medio de marqueo (martillo marcador con homoclave).

¹Conocido por poseer una gran diversidad de climas que van desde la intensa aridez, hasta la extrema humedad de las selvas en el sureste, montañas y valles, que albergan diferentes tipos de fauna [1].

El volumen marcado se compara con el volumen autorizado en el plan de manejo forestal mediante el cotejo manual de los datos, todo este proceso conlleva una serie de inconvenientes que dificultan la realización de otras actividades. Dentro de las problemáticas que se enfrenta la organización se encuentran:

- Mal aprovechamiento del tiempo de los técnicos en volver a las instalaciones de la organización, acceder a la información del plan de manejo para verificar la autorización de corta, comparar manualmente si se puede extraer esta cantidad con respecto al autorizado y actualizar la información de volúmenes disponibles actualmente.
- El esfuerzo innecesario de los técnicos al realizar marqueos sin saber que el volumen se ha excedido, esto implica ir nuevamente al subrodal de trabajo y desmarcar los árboles necesarios para cumplir con las especificaciones del plan de manejo forestal.
- Mala precisión al cotejar la información con la guardada en las hojas de cálculo.
- Se presentan también errores en las anotaciones de los diámetros y alturas de los árboles al escribirse en hojas de papel, al calcular/sumar los volúmenes y errores al digitalizar la información recabada en el campo.

1.2. Justificación

Los procesos automatizados, son factores de vital importancia en cualquier organización. El desarrollo de las tecnologías de la información ha permitido la evolución de los móviles capaces de manejar sistemas tecnológicos en los sectores económicos, sociales, políticos y educativos.

La actividad de marqueo forestal maderable en la organización UZACHI requiere que la información sea procesada y almacenada de manera eficiente, hecho que agilizará los procesos de programación, planeación y otras actividades forestales. Con el desarrollo de una aplicación para este fin, que se ejecute en un dispositivo móvil, se resolverán

las necesidades y requerimientos de la organización, se logrará un control integral en las actividades y mejoramiento de la efectividad en el manejo del flujo y procesamiento de los datos a las distintas fases que involucran el marqueo forestal maderable.

La portabilidad de estos dispositivos facilita su traslado al bosque, donde no se cuenta con acceso a la corriente eléctrica. Se espera obtener un impacto positivo en la organización al proporcionar el acceso a los datos sobre volúmenes autorizados aún fuera de las instalaciones, siendo útil en la verificación de los permisos relacionados al aprovechamiento forestal maderable.

Además esto incrementará la confiabilidad de la información procesada, mediante la disminución de pérdida o alteración de información provocados por el manejo y administración de archivos y hojas de cálculo, pero sobre todo agilizar y facilitar el proceso de marqueo y aprovechamiento forestal maderable.

1.3. Solución propuesta

Desarrollar e implementar una aplicación que se ejecute en un dispositivo móvil que permita:

- Acceder a la información del manejo forestal desde los sitios en donde se lleve a cabo el marqueo.
- Calcular el volumen de los árboles marcados de una manera sencilla y ágil.
- Evitar el marqueo de árboles fuera de lo programado, notificando si se ha completado el volumen autorizado.
- Descontar cierto volumen previamente marcado cuando se requiera por decisiones técnicas.

Para que esta aplicación funcione, es necesario cargar en ella la información del inventario forestal a procesar, para ello se desarrolló un software de escritorio que permite:

- Ingresar datos de una nueva autorización de marcaje, eliminar estos datos, actualizarlos y facilitar la búsqueda de esta información cuando se requiera.
- Generar la programación de marcaje en la cual se agregarán los rodales y subrodales a marcar con sus respectivos datos como el volumen actual, el género y especie del árbol.
- Generar el archivo de base de datos SQLite a partir de la información programada previamente.
- Como proceso inverso de actualización de datos (Tablet a PC) el programa permite a los técnicos renovar la información del volumen actual residida en la computadora a partir de la base de datos contenida en el tablet después de finalizar el marcaje.

Todas las funcionalidades adaptadas a la aplicación de escritorio contribuyen a reducir el tiempo en la actualización de datos, confiabilidad de la información y la reducción del manejo de los datos en hojas de cálculo.

1.4. Objetivos

Para resolver la problemática antes considerada, se plantean los siguientes objetivos.

1.4.1. Objetivo general

Desarrollar una estrategia informática que involucre el uso de dispositivos móviles para el control de marcaje y corte forestal maderable, en la Unión de Comunidades Productoras Forestales Zapoteco-Chinanteca (UZACHI).

1.4.2. Objetivos específicos

- Recopilar información sobre las actividades relacionadas con el marcaje forestal maderable, y generar una estructura de base de datos que permita almacenarla.

- Facilitar el cálculo del volumen marcado, comparándolo con el volumen autorizado en los rodales y subrodales en tiempo real, y validar la aceptación o rechazo del marqueo.
- Coadyudar para que el intercambio de la información entre la aplicación de escritorio y el tablet se realice de manera sencilla, reduciendo el tiempo destinado al cotejo manual de la información.

1.5. Hipótesis

- La adaptación de procesos automatizados contribuye a un manejo sostenible del recurso forestal, a través de elementos que facilitan la toma de decisiones.
- La implementación de aplicaciones en dispositivos móviles, mediante su portabilidad facilita el control de las tareas realizadas de manera manual.

1.6. Estado del arte

El uso de las tecnologías móviles en organizaciones involucradas al manejo forestal en México es aún un terreno relativamente poco explotado; en este ámbito se presentan importantes oportunidades en el sector forestal en Oaxaca, donde se requiere de un importante número de personal en campo realizando tareas de forma manual. En áreas que involucran el tratamiento de información relacionada a la conservación de los recursos naturales no ha tenido impulso como en otros lugares de mundo.

Diversos países han aprovechado el auge de esta tecnología para implementar diferentes medidas de protección y control de los datos de sus bosques. Esto ha representado un factor esencial en el tratamiento y control de la información relacionada. A continuación se describen dos herramientas similares a la planteada en esta investigación, las cuales hacen uso de dispositivos móviles para el control de corte y marqueo forestal.

1.6.1. Árboles con códigos de barras en Liberia

Hace ya una década, los bosques de Liberia estaban siendo despojados para financiar una viciosa guerra civil de 14 años que dejó 150,000 muertos. En 2003, las Naciones Unidas impusieron un embargo en Liberia denominado “logs of war” con el cual hubo un descenso de ingresos.

El gobierno de Ellen Johnson Sirleaf firmó un acuerdo con la Unión Europea para la venta de madera en pie de forma permanente y legal. El acuerdo hace uso de un único sistema nacional de seguimiento de madera, la cual registra los árboles y cortes mediante código de barras que permiten hacer un seguimiento de la madera desde su origen hasta su destino final [54].

Una de las compañías autorizadas a la corta legal de árboles en Liberia, British Tracking Company para mayo del 2009 ya ha marcado un total de 30,000 de los 200,000 árboles destinados a la primera oleada de exportaciones a los Estados Unidos aprobados por los compradores.

El proceso de mapeo satelital funciona mediante el escaneo de códigos de barras estampado en los árboles leídos con un PDA, con esto se crea un rastro electrónico que puede detectar cualquier tronco a menos de 25 metros de su ubicación. Cuando un árbol se exporta, se cargan los datos del PDA a los servidores y las facturas del contratista se entregan en el puerto de acuerdo al grado del tronco, especie, tamaño y calidad [55].

1.6.2. Proyecto de Desarrollo Rural Campeiro

Otro proyecto similar al antes planteado fue desarrollado por el Departamento de Ingeniería Rural del Centro de Ciencias Rurales de la Universidad Federal de Santa María, en el país de Brasil.

Esta aplicación se ejecuta en sistemas operativos Android y permite:

- a) El registro de especies forestales exóticas,

- b) encuesta a proyectos forestales aplicados al inventario de los bosques plantados, cálculo de la relación hipsométrica y ubicación de árboles individuales,
- c) registro de los elementos dendrométricos (DAP y altura) de los árboles georeferenciados existentes en las parcelas.

Con esta aplicación la información de los proyectos registrados, parcelas y árboles se registran en una base de datos SQLite ubicado en la tarjeta SD en el dispositivo, que puede ser leído con otros sistemas gestores de base de datos compatibles [56].

1.6.3. Características de los proyectos

Ambos proyectos referenciados cumplen con funciones similares en cuanto al control de corte y marqueo de los árboles; ambos aprovechan la tecnología móvil para agilizar y organizar la información relacionada a su campo de trabajo, con esto se demuestra la efectividad y las ventajas de estos dispositivos. A continuación se describen las características de cada proyecto, los cuales difieren en algunos aspectos a la solución planteada.

Características de los proyectos	
Proyecto	Características
Códigos de barras en Liberia	<p>Este proyecto tiene un control detallado y organizado de toda la información generada en los bosques, hace uso de dispositivos móviles, en éste caso PDA's, manda la información mediante satélites a los servidores para dar seguimiento al proceso de corta y registro de los árboles de forma remota. Sin embargo utilizar la tecnología satélital implica elevados costos de inversión.</p>
Proyecto de Desarrollo Rural Campeiro	<p>Esta aplicación no hace uso de satélites como la anterior, sin embargo brinda la misma posibilidad de procesar la información después de obtenidos los datos de estudio. Permite también referenciar y almacenar la ubicación, levantar inventarios forestales entre otros datos, sin embargo no esta planteada como una herramienta para seguir el control de corta, tampoco brinda al usuario la posibilidad de saber los volúmenes autorizados en el plan de manejo forestal.</p>

Tabla 1.1 Características de proyectos similares al planteado.

Capítulo 2

Marco Referencial

2.1. Capulálpam de Méndez, México

En este capítulo se exponen algunas consideraciones de carácter histórico, geográfico, económico, demográfico del lugar específico en el cual se localiza la organización donde se llevo acabo la presente investigación.

2.1.1. Toponimia

Capulálpam, esta comunidad serrana recibe este nombre por la abundancia del árbol capulín; en lengua náhuatl significa: “tierra del árbol de capulín”.

En 1936 la Legislatura del Estado de Oaxaca al hacer oficial la identificación de sus pueblos con el nombre de aquellos personajes intelectuales del siglo XIX, las autoridades indígenas de Capulálpam se movilizaron para adquirir el nombre de Miguel Méndez que nació en esta comunidad y quien participó en los movimientos políticos que llevaron a la promulgación de las Leyes de Reforma. Por un Decreto de la Legislatura del Estado de Oaxaca, en 1936 se le asignó el nombre de Capulálpam de Méndez a la comunidad indígena de Capulálpam [2].

2.1.2. Localización

Capulálpam de Méndez esta localizado en la cordillera de la Sierra Madre Oriental vertiente del Golfo de México conocida actualmente como Sierra Juárez del estado de Oaxaca (*Figura 2.1*) [4], aproximadamente a 70 km de la capital del estado de Oaxaca. A una altura de 2,120 metros sobre nivel de mar y una posición astronómica latitud norte se sitúa en el paralelo $17^{\circ} 26' 06''$ y $96^{\circ} 38' 30''$ longitud oeste del meridiano de Greenwich. Esta comunidad zapoteca pertenece al Distrito de Ixtlán de Juárez. Al Norte colinda con la Comunidad Agraria de Ixtlán de Juárez, al Noreste con la comunidad de San Juan Tepanzacoalco, al Este con la comunidad de San Miguel Yotao y San Juan Juquila Vijanos, al Sur con la comunidad de Santiago Xiacuí y Pueblos Mancomunados y al Oeste con la comunidad de Santa María Yahuiche.

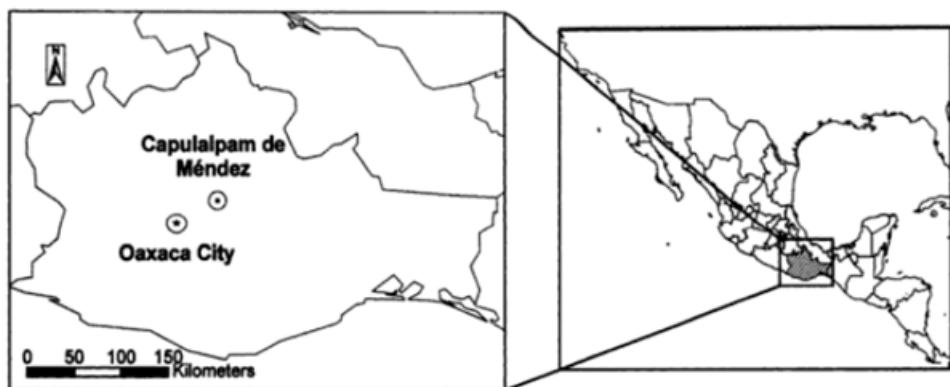


Figura 2.1 Localización de Capulálpam de Méndez, Oaxaca.

2.1.3. Reseña histórica

Capulálpam de Méndez es una comunidad zapoteca de origen antiguo. Existen documentos los cuales registran su existencia desde 1500, aunque hay vestigios de una ocupación más antigua del área. El título virreinal que reconoce los derechos del pueblo sobre su territorio data de 1599. Se encuentra en la región conocida como la Sierra Juárez de Oaxaca.

Durante siglos la Sierra Juárez ha sido territorio de poblaciones zapotecas, chinantecas, mixes, mazatecas y cuicatecas, las cuales han desarrollado importantes acciones de defensa de sus patrimonios naturales en las últimas décadas, así como experiencias de manejo forestal con fines comerciales, que se suman al conocimiento y prácticas tradicionales.

En 1952 Capulálpam recibe la resolución Presidencial de Titulación de Bienes Comunales, en este documento se reconocen los derechos ancestrales de Capulálpam sobre su territorio y recursos, sin embargo de estas propiedades 1,700 hectáreas son disputadas por el municipio vecino Yotao, quien hizo que en el año de 1972 las autoridades agrarias derogaran el decreto de titulación de Capulálpam y no fue sino hasta 1995 que la Secretaría de Reforma Agraria concedió de nuevo el reconocimiento oficial al Comisariado de Bienes Comunales [3].

2.2. UZACHI

La Unión de Comunidades Productoras Forestales Zapoteco-Chinanteca (UZACHI) es una organización constituida por tres comunidades zapotecas (La Trinidad Ixtlán, Santiago Xiacuí y San Mateo Capulálpam de Méndez) y una chinanteca (Santiago Comaltepec) formada en el año de 1989 después de la concesión de los bosques de la Sierra Norte de Oaxaca a la empresa Fábricas de Papel Tuxtepec (FAPATUX) en 1956 quien 27 años más tarde perdiera dicha concesión constituyéndose así entre 1982 y 1984 las empresas comunales bajo la figura jurídica de Unidad Económica Especializada de Aprovechamiento Forestal Comunal (UEEAFC) iniciando operaciones forestales con múltiples impedimentos legales y capacidad técnica limitada para influir en la planificación de los aprovechamientos. Con la idea de fortalecer los intereses de las comunidades asociadas y desarrollar un servicio técnico forestal eficiente, entre 1992 y 1993 se elaboraron los programas de manejo forestal para las cuatro comunidades y se estableció una dirección técnica forestal propia, se obtiene así los permisos de aprovechamiento a ejercer en diez anualidades en diciembre de 1993 [49].

La UZACHI al obtener estos permisos de aprovechamiento ha desarrollado esencialmente funciones como la prestación conjunta de servicios técnicos forestales que implica la elaboración de planes de manejo forestal, la supervisión de su aplicación, capacitaciones, realización de estudios técnicos y proyectos de apoyo al manejo de los recursos forestales así como ayudar a las demás comunidades en torno a la negociación de sus intereses frente al Estado y la sociedad en general.

Las cuatro comunidades son dueñas legalmente reconocidas de las propiedades en que manejan el bosque, por separado, administra y opera directamente los trabajos de aprovechamiento mediante una figura semi empresarial denominada Unidad Económica Especializada de Aprovechamiento Forestal Comunal (UEEAFC). Cada UEEAFC está bajo el mando directo de los correspondientes Comisariados de Bienes Comunales y Consejos de Vigilancia, que a su vez responden a la Asamblea General en cada una de las cuatro comunidades.

Los permisos de aprovechamiento a ejercer en diez anualidades se renuevan colectivamente con la SEMARNAT antes de terminar la década autorizada para obtener nuevamente las especificaciones de volumen autorizados para la corta, información valiosa y principal para el control de marqueo desde el dispositivo móvil.

Capítulo 3

Marco conceptual

En este capítulo se aborda de manera breve los principales conceptos que se utilizan en la presente investigación y que fundamentan; la elección del sistema operativo Android como plataforma de ejecución de la aplicación móvil propuesta, la preferencia de herramientas informáticas asociadas al sistema de escritorio y la valoración del proceso de marcaje forestal maderable.

3.1. ¿Qué es un Dispositivo Móvil?

La línea entre lo que es un dispositivo móvil y lo que no lo es, puede ser un poco difusa, pero en general, se pueden definir como aparatos de tamaño pequeño que cuentan con características tales como:

- Capacidades especiales de procesamiento.
- Conexión permanente o intermitente a una red.
- Memoria limitada.
- Diseños específicos para una función principal y versatilidad para el desarrollo de otras funciones.

- Tanto su posesión como su operación se asocian al uso individual de una persona quien puede configurarlo a su gusto.

Una característica importante de estos dispositivos es el concepto de movilidad, los dispositivos móviles son pequeños para poder portarse y ser fácilmente empleados durante su transporte. En muchas ocasiones pueden ser sincronizados con algún sistema de cómputo para actualizar aplicaciones y datos [51].

Otra característica importante es la conectividad a redes inalámbricas, por ejemplo, un teléfono móvil, o los comunicadores de bolsillo o PDAs.¹

De acuerdo a esta definición y las características que se mencionan, existen multitud de dispositivos móviles, desde los reproductores de audio portátiles hasta los navegadores GPS, los teléfonos móviles, los PDAs o los Tablet PCs. Este trabajo se centra fundamentalmente en los Tablets PC por ser los tipos de dispositivos móviles que nos permiten una mayor resolución de pantalla para mostrar la información de forma adecuada, con posibilidades de evolución en el sentido de capacidades de almacenamiento y procesamiento de la información.



Figura 3.1 Tablet (Descripción gráfica de una tablet).

Para un mayor entendimiento, una Tablet PC es un dispositivo con pantalla sensible al tacto para mayor agilidad, además de teclado en pantalla. Las prestaciones que ofrece

¹Personal Digital Assistant o Ayudante Personal Digital, es un dispositivo portátil que combina las funciones de una PC con teléfono/fax, Internet y conexiones de red.

este dispositivo son casi las mismas que las de un computador portátil, con la ventaja de ser móvil [29] (*Figura 3.1*).

3.2. Características de un Dispositivo Móvil

Una tablet al igual que un sistema de cómputo esta constituido por un conjunto de componentes físicos y dispositivos auxiliares necesarios para realizar las funciones de procesamiento, almacenamiento y transferencia de datos denominados hardware [30].

Todo aquel que ha tenido una computadora o algún dispositivo móvil en sus manos se ha podido percatar que la misma tiene un conjunto de funciones realizados por un hardware. Los tablets así como los equipos de cómputo tienen actualmente casi las mismas funciones. Estos dispositivos por su reducido tamaño, manejan componentes que tiene un rendimiento y comportamiento diferente a una PC, sin embargo presentan un nivel de avance que satisface las necesidades que un dispositivo móvil debe brindar.

A continuación se describen ciertas tecnologías incorporadas en estos dispositivos, mismas que serán utilizadas en el desarrollo de la aplicación.

3.2.1. Visualización e Interacción

Las características de visualización hacen llegar al usuario los contenidos y éste los asume mediante el sentido de la vista. La profundidad del color, el tamaño de la pantalla y la tecnología con la que ha sido fabricado son algunas de ellas. El tamaño de las pantallas oscila entre las dos pulgadas en los teléfonos móviles, y las casi diez en algunas tabletas. Se trata de un elemento relacionado con la experiencia de navegación y en la lectura de contenidos, y en el diseño de sitios webs.

La tecnología de la pantalla incide directamente en aspectos como la comodidad de la lectura o la interacción con el dispositivo. Las pantallas de tinta electrónica de los lectores de libros electrónicos han sido pensadas para disminuir el cansancio que produce la

retroiluminación de las pantallas TFT o LCD en la lectura continua de textos. Por otra parte, las pantallas táctiles que tanto se han popularizado en los últimos años suelen ser capacitivas o resistivas. Las segundas requieren que se ejerza una presión para la interacción, se usa para ello el dedo, un puntero o Stylus. Si bien su costo de fabricación es más elevado, la experiencia de uso de las pantallas capacitivas es buena, pues son rápidas y detectan varias pulsaciones simultáneas [9].

Las pantallas táctiles son una parte esencial de los dispositivos móviles que generalmente no tienen teclado. Estas pantallas han evolucionado lo suficiente como elemento de interacción para permitir la comunicación con el dispositivo. En los ordenadores de sobremesa o portátiles estos elementos suelen ser el teclado y el ratón, pero los dispositivos móviles, por sus características, requieren de elementos diferentes. El teclado se ha reducido y en el caso de la mayoría de los teléfonos móviles es alfanumérico, y se tiene que pulsar varias veces para obtener los caracteres del alfabeto. En otros es qwerty y se sitúa en la parte inferior de la pantalla o bajo ella, como una tapa deslizable.

Para la navegación se han creado elementos específicos. Las pantallas táctiles permiten aumentar el tamaño de la visualización y la interacción directa e intuitiva y eliminar el teclado que se hace virtual y aparece en la parte inferior de la pantalla cuando se requiere. Gracias a todas estas funcionalidades el sistema operativo Android, una plataforma desarrollada para dispositivos móviles ofrece al usuario todos estos elementos integrados en el propio dispositivo sin tener que utilizar algún periférico externo que moleste durante el uso de la aplicación que en él se ejecute.

Android “escucha” o “siente” los eventos que ocurren cuando tocamos la pantalla o al arrastramos los dedos por ella. Para hacer uso de esta tecnología se han desarrollado métodos como *onclick()* para detectar las pulsaciones sobre los botones, también *onTouchEvent()* que permite ir más allá de los botones e interaccionar directamente con los gráficos, mover objetos e incluso dibujar nosotros mismos en la pantalla [10].

3.2.2. Tecnología de almacenamiento

El término almacenamiento se refiere a un dispositivo que tiene esta funcionalidad y los medios que utiliza para poder grabar y recuperar los datos almacenados en éste [31]. La capacidad de almacenamiento de los dispositivos móviles no es muy amplia, por esto muchos recurren al uso de servicios online comúnmente conocido como la “nube” para tener a la mano lo necesario, y guardar los demás archivos en la computadora portátil o disco duro extraíble. El problema de guardar estos datos en carpetas online reside en la necesidad de estar conectados a internet para acceder a ellos, para evitar estos problemas existen otros tipos tecnologías apropiadas a los dispositivos móviles que permiten contener una gran cantidad de información, como por ejemplo la expansión de la capacidad de almacenamiento de los tablets al usar una tarjeta Micro SD.

3.2.2.1. Tarjetas SD

Las tarjetas SD son utilizadas por un número de tipos de dispositivos multimedia tales como cámaras digitales, ordenadores portátiles, impresoras, reproductores MP3 y PDAs, por nombrar algunos dispositivos [32]. Estas tarjetas actualmente han evolucionado en capacidad de hasta 32GB [59], suficiente para almacenar la información de muchos inventarios forestales o bien agregarles, datos sobre el plan de manejo forestal de diez anualidades, con esta ventaja se puede asegurar que no habrá problema relacionado con el almacenamiento de los datos a procesar al usar el dispositivo móvil en campo.

3.2.3. Durabilidad de baterías

Una pila es una fuente portátil de energía ya que almacena energía química para ser liberada más tarde como electricidad. Esto resulta de gran utilidad en diversas situaciones. En la práctica, el término batería suele referirse a las pilas recargables, es decir, aquellas cuya reacción química es reversible.

Las pilas comerciales se clasifican en dos tipos, primarias y secundarias, en las primeras

cuando se consumen los reactivos la pila se agota y las secundarias también llamadas baterías o pilas recargables, en ellas la reacción se puede invertir de modo que la pila puede recargarse si se hace pasar por ella corriente en sentido opuesto; en ese caso, la pila funciona como una celda electrolítica.

Para su viabilidad comercial las pilas deben ser compactas, robustas, ligeras, baratas y deben proporcionar un voltaje estable durante un tiempo prolongado. Evidentemente sin limitaciones es posible fabricar pilas de cualquier capacidad; sin embargo, en muchas aplicaciones como por ejemplo teléfonos móviles, ordenadores portátiles y otros dispositivos móviles, se quiere conseguir la máxima capacidad posible sin incrementar de forma notable el peso o tamaño del dispositivo [33]. Hoy en día las investigaciones actuales en cuanto a esta tecnología ofrece baterías de litio recargables quienes brindan el mejor rendimiento y el mínimo tamaño para notebooks, teléfonos móviles y PDAs.

Analizado las características de la duración de baterías de varios tablet existentes en el mercado se puede decir que en cuanto a esto no habrá ningún problema en ejecutar la aplicación de control de marquero forestal maderable durante un día normal de labores, ya que la durabilidad de estos dispositivos como lo es iPad 2 de Apple con una batería integrada recargable de polímero de litio, de 25 vatios por hora puede brindar hasta 10 horas de navegación por Internet sobre Wi-Fi, visualización de videos, o escuchar música [60].

Por otra parte se tienen los tablets con el sistema operativo android quienes en la actualidad al igual que el de apple brindan una capacidad de energía equivalente y en unos casos hasta mayor como lo es el Samsung Galaxy Tab 10.1 la tablet más delgadas y ligeras del mercado con una batería que le permitiera funcionar en trabajo constante durante varias jornadas. El equipo puede reproducir video durante 9 horas seguidas y 72 horas de música gracias a su pila de 7.000 mAh; su sistema operativo Android 3.0 Honeycomb, ofrece una gestión adecuada de la energía del equipo, que en general es de unas 10 horas; aunque el tiempo puede aumentar alrededor de un 40 % si se activa el modo de ahorro

de energía o se baja el brillo de la pantalla [61].

Otro dispositivo competitivo con la Galaxy Tab 10.1 es la Acer Iconia Tab A 510 quien aunque su salida al mercado se retrasó, no decepcionó a nadie con respecto a su rendimiento. Es un equipo diseñado para el trabajo duro y continuo, con una batería de larga duración con soporte hasta 15 horas. Esta Tablet cuenta con una batería que da 50 % más capacidad de energía, pero sin crecer en volumen físico, por lo que la Tablet mantiene su buen diseño y esbeltez; además que tiene integrado un procesador de energía inteligente, que funciona de acuerdo a las funciones que ejecuta el equipo [62].

3.2.4. Sistema de posicionamiento global

Otro de las tecnologías integradas en los tablets y un elemento escaso en los equipos de cómputo es el sistema de posicionamiento global (GPS).

El sistema de posicionamiento global es un sistema de satélites usado en navegación, que permite determinar la posición las 24 horas del día en cualquier lugar del planeta y en cualquier condición climatológica [35].

Es bien sabido que los tiempos han cambiado radicalmente desde las primeras exploraciones, cuando era necesario un conocimiento preciso del planeta para calcular la propia situación, hoy en día, la respuesta a la pregunta ¿dónde estoy? es respondida con precisión durante las 24 horas del día por la mayor parte de los equipos avanzados de navegación que antes no existían.

A grandes rasgos, podemos decir que una aplicación de geolocalización hace dos cosas: informa a otros usuarios sobre su situación² y asocia lugares del mundo real con la situación del usuario³.

La mayoría de los móviles inteligentes incorporan un chip GPS, que utiliza la información del satélite para calcular la posición exacta de la persona. A través de servicios como

²Un ejemplo claro de esto son las redes sociales en las cuales un usuario puede indicarle a sus amistades el lugar donde se encuentra.

³Para este caso un sistema de navegación para automóviles cumple con estas características.

Google Maps y el posicionamiento del usuario en un lugar del mapa se puede indicarle al personal técnico encargado del marqueo forestal la localización del rodal y subrodal en donde se lleva acabo el marqueo forestal maderable. En el momento en que el cielo está despejado, las aplicaciones de geolocalización en el móvil pueden establecer la posición del usuario de manera casi precisa. Sin embargo, se espera que en el futuro, y con un mayor desarrollo de los sistemas A-GPS se afine más en la posición geográfica del usuario cuando se encuentre en lugares cerrados.

3.3. Sistemas operativos para dispositivos móviles

El sistema operativo (SO) es el soporte lógico imprescindible para convertir el soporte físico de una computadora en una máquina utilizable por el usuario.

En un sistema de computación podemos situar al SO por debajo del programa de aplicación, ésta controla y coordina el soporte físico para realizar las acciones que establece el usuario a través de su programa. El SO se interpone entre el usuario y el soporte físico, de manera que el usuario no precisa conocer los detalles de funcionamiento del soporte físico, los de los dispositivos de almacenamiento y los de los dispositivos de E/S [34].

Desde el punto de vista del usuario, la finalidad del SO es crear un entorno adecuado para la ejecución de programas de usuario para permitir que el ordenador pueda ser usado cómodamente; facilitar el uso eficiente del ordenador y permitir que sea fiable.

Al igual que las computadoras los dispositivos móviles también ocupan un sistema operativo móvil, estos son más simples y están orientados a la conectividad inalámbrica, los formatos multimedia para móviles y las diferentes maneras de introducir información en ellos.

En la actualidad existen una gran variedad de sistemas operativos para tablets, sin embargo cada uno tiene características que lo hacen único. A continuación se describirán los más importantes en el mercado.

3.3.1. BlackBerry Tablet OS

En 2011, Research in Motion (RIM) presentó una sistema operativo completamente nuevo conocido como BlackBerry Tablet OS. El primer dispositivo con este nuevo sistema operativo fue lanzado en mayo de 2011, y fue conocido como el BlackBerry PlayBook. Este nuevo sistema operativo fue construido totalmente integrado con el entorno de ejecución de Adobe AIR, y como resultado, las aplicaciones de Adobe AIR se ejecutan en los dispositivos BlackBerry tablet con un rendimiento excepcional [36].

Estos incluyen la unidad GPS, cámara, galería, acelerómetro, multiouch, el sistema operativo BlackBerry soporta procesos multitarea, brinda el acceso a correo electrónico así como soporte de navegación Web, administración de música, grabación de video, herramientas de calendario y más.

Aunque este tablet tenga todas estas herramientas y otras características como la rapidez, la estabilidad de las aplicaciones, la poca exposición a fallos, su tamaño portable, comodidad y la simple manipulación, carece de algunas funciones básicas importantes como son la variedad de aplicaciones, las cuales son un punto fundamental en estos sistemas. No cuenta con suficiente presencia en el mercado de desarrolladores y además es un sistema operativo privado, que se ejecuta solo en el dispositivo BlackBerry PlayBook.

3.3.2. iOS de Apple

Apple asegura que iOS es el sistema operativo mas avanzada del mundo, con una interfaz sencilla, buena funcionalidad y una sólida estabilidad, el iOS es la base del iPhone, iPad e iPod touch.

Gracias al hardware y el sistema operativo para todos los productos de apple, todo se encuentra diseñado para que trabajen juntos. Las aplicaciones (apps) pueden aprovechar al máximo las funcionalidades del hardware, como la pantalla Retina, la interfaz Multi-Touch, el acelerómetro, el giroscopio de tres ejes, los gráficos acelerados, entre otros. Además también cuenta con la colección de apps más grande, e inteligente, en la actuali-

dad con miles de apps en varias categorías, iOS es la plataforma para la colección de apps móviles más grande del mundo, ya que apple proporciona a los desarrolladores un conjunto completo de herramientas e interfaces de programación y aplicaciones que utiliza para crear apps y juegos diseñados para aprovechar la tecnología dentro del dispositivo que utiliza iOS.

Estos dispositivos almacenan música, fotos, apps, correos, contactos, calendarios, documentos y mucho más, las cuales pueden ser actualizadas de forma inalámbrica en todos los dispositivos apple. iOS proporciona seguridad integrada gracias a las funcionalidades de bajo nivel de hardware y firmware quienes lo protegen contra el malware y los virus; las funcionalidades del sistema operativo de alto nivel permiten acceder de forma segura a la información personal para evitar el uso no autorizado de las mismas. Para proteger la privacidad, las apps que solicitan información sobre la ubicación o los datos de Calendario, Contactos, Recordatorios y Fotos primero deben obtener tu permiso. iOS admite comunicaciones de red encriptadas para proteger la información confidencial. Además, si se pierde o se roban el dispositivo, se puede buscar a través del gps y los sistemas de navegación o bien borrar en forma remota todos los datos.

A pesar de todas estas funcionalidades al igual que el BlackBerry OS el iOS tiene algunas desventajas como la licencia propietaria y el precio anual por subir las aplicaciones al app store con un costo de \$99 pesos. Desarrollar para iOS implica registrarse en su pagina para obtener una licencia de desarrollo [37], para firmar las aplicaciones con este certificado, además de esperar días para que sea autorizado por la empresa Apple y continuar con la publicación.

3.3.3. Windows 8

Durante sus 21 años de vida, Windows ha sido objeto de grandes cambios. Sin lugar a dudas, los usuarios y los desarrolladores perciben un gran salto desde Windows 7 a Windows 8 cuando Microsoft comenzó el desarrollo de la nueva versión del sistema

operativo Windows totalmente reinventado, en vez de partir de una versión anterior y sólo añadir nuevas características, Microsoft comenzó a desarrollar Windows 8 desde cero mediante la definición de la experiencia del usuario como una de las principales prioridades.

El nuevo sistema operativo fue pre-estrenado a principios del verano de 2011 en la conferencia de desarrolladores, celebrada en Anaheim California, en septiembre de 2011, luego de eso Microsoft hizo público la versión previa para desarrolladores de Windows 8.

Windows 8 introduce un nuevo tipo de aplicación, conocida como aplicaciones de Windows al estilo 8. Estas aplicaciones proporcionan un nuevo enfoque para los usuarios por medio de una nueva interfaz de usuario (UI) tales como la experiencia del usuario auténticamente digital hacia el diseño, las pantallas de la aplicación fluida y sensible, y la experiencia de navegar e instalar aplicaciones desde la tienda de Windows . Estas nuevas aplicaciones no sólo ofrecen al usuario una experiencia única y placentera, pero los desarrolladores también pueden aprovechar las nuevas herramientas, API, y técnicas de programación [38].

Este sistema operativo como las anteriores tiene soporte para diferentes hardwares, como control de gestos, entrada de texto con el teclado virtual, conexión a redes inalámbricas entre otros [39], sin embargo como se sabe proviene de una compañía en la que resultaría imposible acceder a sus productos de manera gratuita. Microsoft ofrece el sistema operativo Windows 8 Pro desde su web con un precio especial estimada al público de \$ 529 MXN o bien comprar por un precio de \$ 1099 MXN en un establecimiento comercial que participe en la oferta [63]. Para la suscripción anual de aplicaciones al Windows Store implica de nuevo pagar por tal servicio con un monto de 49USD para personas individuales y de 99USD para empresas.

3.3.4. Android

Android es un sistema operativo móvil que se basa en una versión modificada de Linux, fue desarrollado originalmente por una empresa del mismo nombre, Android Inc.

A diferencia de los sistemas operativos móviles mencionados anteriormente Google Android se impulso al mercado de manera libre y gratuito. Con ello la mayor parte del código de Android se encuentra bajo la licencia de código abierto Apache, lo que significa que cualquier persona que quiera utilizar Android pueden hacerlo descargando el código fuente. Por otra parte los proveedores de dispositivos móviles pueden añadir sus propias ampliaciones de Android para brindar un producto que se pueda diferenciar de sus competidores. Este modelo simple de desarrollo Android lo hace muy atractivo y por ello ha despertado el interés de muchos proveedores y desarrolladores de aplicaciones.

Todo esto ha sido especialmente benéfico para las empresas afectadas por el teléfono iPhone de Apple, empresas como Motorola y Sony Ericsson que durante muchos años han estado desarrollando sus propios sistemas móviles al momento en que el iPhone fue lanzado, muchos de estos fabricantes tuvieron que luchar para encontrar nuevas formas de revitalizar sus productos, viendo así a Android como una solución que permite continuar con diseños de hardware propio utilizando Android [8].

La principal ventaja de la adopción de Android es que ofrece un enfoque unificado para el desarrollo de aplicaciones. Los programadores sólo necesitan desarrollar para Android y sus aplicaciones deben ser capaces de funcionar con numerosos dispositivos diferentes, siempre y cuando los dispositivos están alimentados con Android.

3.4. Teléfonos móviles y la integración de Android

La telefonía móvil ha cambiado la sociedad actual de una forma tan significativa como lo ha hecho internet. Esta revolución no ha hecho más que empezar, los nuevos terminales ofrecen unas capacidades similares a un ordenador personal, lo que permite que puedan

ser utilizados para leer nuestro correo o navegar por Internet. Pero a diferencia de un ordenador, un teléfono móvil siempre está en el bolsillo del usuario. Esto permite acceder a un numero de aplicaciones mucho más cercanas al usuario [12].

El lanzamiento de Android como nueva plataforma para el desarrollo de aplicaciones móviles ha causado una gran expectación y está teniendo una importante aceptación tanto por los usuarios como por la industria. En la actualidad se esta convirtiendo en una seria alternativa a otras plataformas como Symbian, iPhone o Windows Mobile.

3.5. Ventajas y Desventajas de un dispositivo móvil

Los dispositivos móviles han progresado de tal forma que pueden considerarse computadoras de bolsillo debido a sus particularidades y funciones. Estas características han ocasionado que los usuarios se vean atraídos a la oportunidad de manejar muchos aspectos de su vida diaria a través de estas, debido a que son aparatos muy poderosos que permiten realizar actividades como navegar en Internet a grandes velocidades, manejo de correo electrónico, chatear, tomar fotografías y video con una gran calidad, juegos, agenda electrónica, GPS, ver televisión, entre otros. Sin embargo estos instrumentos al igual que en toda herramienta es posible analizar un conjunto de ventajas y desventajas.

Ventajas:

- Movilidad: La movilidad es una ventaja ya que son ligeros (las tabletas pesan menos de 1 kg, mientras las laptops están en los 3 kg aproximadamente), con esta ventaja se pueden transportar con gran facilidad a los lugares deseados.
- Conectividad: Actualmente los dispositivos móviles cuentan con conexión Wifi, Bluetooth, 3G, 4G que permiten el acceso a Internet desde cualquier parte (siempre y cuando la cobertura este disponible).
- Funcionalidades: Aunque anteriormente los celulares simplemente se limitaban a proporcionar funciones de llamadas, actualmente los smartphones brindan otras

funciones como fotografías, agenda, álbumes, libros electrónicos, juegos, calculadora, gps, acelerómetro.

Desventajas:

- Pantalla: El tamaño de la pantalla siempre será limitada, ya que de esto depende su virtud de movilidad, tienen que ser pequeños para poder cargarlos con facilidad. Para contrarrestar esta desventaja se escoge el tablet como dispositivo para ejecutar la aplicación propuesta.
- Precio: Por las características de ser dispositivos móviles tan pequeños, livianos y complejidad de funciones, el precio de sus componentes son bastante elevados lo que hace al aparato en si costoso.
- Durabilidad: El tiempo de vida de un aparato como el celular es menor al de cualquier computadora. Aquí también podemos incluir que por su tamaño es fácil extraviarlos, o que se caigan fácilmente, lo que daña el aparato ya que por lo generalmente estos son frágiles. El escenario de trabajo de la aplicación como se sabe es un lugar apartado de las buenas condiciones físicas y meteorológicas por lo tanto antes de proponer la solución al problema planteado se pensó e investigó la manera de evitar esta desventaja mencionada, dentro de los resultados obtenidos y las cuales animaron a implementar esta aplicación se encuentran:
 - Gracias al acceso libre al sistema operativo Android muchas compañías dedicadas al desarrollo de móviles pueden crear sus propios dispositivos para ofrecer grandes ventajas como la resistencia al agua,
 - se puede también adquirir fundas protectoras contra agua para evitar así proteger el dispositivo en caso de lluvias,
 - ó adquirir algún dispositivo resistente al agua y contra golpes.

3.6. La plataforma Android

Android constituye una pila de software pensada especialmente para dispositivos móviles y que incluye tanto un sistema operativo, como middleware y diversas aplicaciones de usuario. Representa la primera incursión seria de Google en el mercado móvil y nace con la pretensión de extender su filosofía a dicho sector.

Todas las aplicaciones para Android se programan en lenguaje Java y son ejecutadas en una máquina virtual especialmente diseñada para esta plataforma, que ha sido bautizada con el nombre de Dalvik. El núcleo de Android está basado en Linux 2.6.

La licencia de distribución elegida para Android ha sido Apache 2.0, lo que lo convierte en software de libre distribución. A los desarrolladores se les proporciona de forma gratuita un SDK y la opción de un plug-in para el entorno de desarrollo Eclipse varios que incluyen todas las API necesarias para la creación de aplicaciones, así como un emulador integrado para su ejecución. Existe además disponible una amplia documentación de respaldo para este SDK.

El proyecto Android está capitaneado por Google y un conglomerado de otras empresas tecnológicas agrupadas bajo el nombre de Open Handset Alliance (OHA). El objetivo principal de esta alianza empresarial (que incluye a fabricantes de dispositivos y operadores, con firmas tan relevantes como Samsung, LG, Telefónica, Intel o Texas Instruments, entre otras muchas) es el desarrollo de estándares abiertos para la telefonía móvil como medida para incentivar su desarrollo y para mejorar la experiencia del usuario. La plataforma Android constituye su primera contribución en este sentido.

Cuando en noviembre de 2007 Google anunció su irrupción en el mundo de la telefonía móvil a través de Android, muchos medios especializados catalogaron este novedoso producto como un nuevo sistema operativo, libre y específico para teléfonos móviles. Sin embargo, los responsables del proyecto se han esforzado desde entonces en destacar que la motivación de Android es convertirse en algo más que un simple sistema operativo.

Con Android se busca reunir en una misma plataforma todos los elementos necesarios

que permitan al desarrollador controlar y aprovechar al máximo cualquier funcionalidad ofrecida por un dispositivo móvil (llamadas, mensajes de texto, cámara, agenda de contactos, conexión Wi-Fi, Bluetooth, aplicaciones ofimáticas, videojuegos, etc.), así como poder crear aplicaciones que sean verdaderamente portables, reutilizables y de rápido desarrollo. En otras palabras, Android quiere mejorar y estandarizar el desarrollo de aplicaciones para cualquier dispositivo móvil y, por ende, acabar con la perjudicial fragmentación existente hoy día.

Además de todo ello, otro aspecto básico para entender la aparición de Android es que pretende facilitar la integración de estos dispositivos con las posibilidades cada día mayores ofrecidas por la Web.

Mejorar el desarrollo y enriquecer la experiencia del usuario se convierte, por tanto, en la gran filosofía de Android y en su principal objetivo.

3.6.1. Arquitectura

La arquitectura general del sistema Android [13] está compuesta por un conjunto de capas y componentes clave que forman la pila de software de código abierto Android. En la (*Figura 3.2*) se puede observar una vista acerca de la arquitectura Android. Cada capa utiliza los servicios proporcionados por las capas inferiores. A partir de la parte inferior, las secciones siguientes se destacan por las capas proporcionadas por Android.

3.6.1.1. Linux Kernel

Android está construido sobre una base sólida y probada: el kernel de Linux. Creado por Linus Torvalds en 1991, Linux se puede encontrar hoy en día en todo, desde relojes hasta super ordenadores, proporciona la capa de abstracción de hardware para Android, lo que permite ser portado por una amplia variedad de plataformas en el futuro [11].

A nivel interno, Android utiliza Linux para su gestión de memoria, gestión de procesos, redes y otros servicios del sistema operativo. El usuario de un teléfono Android nunca

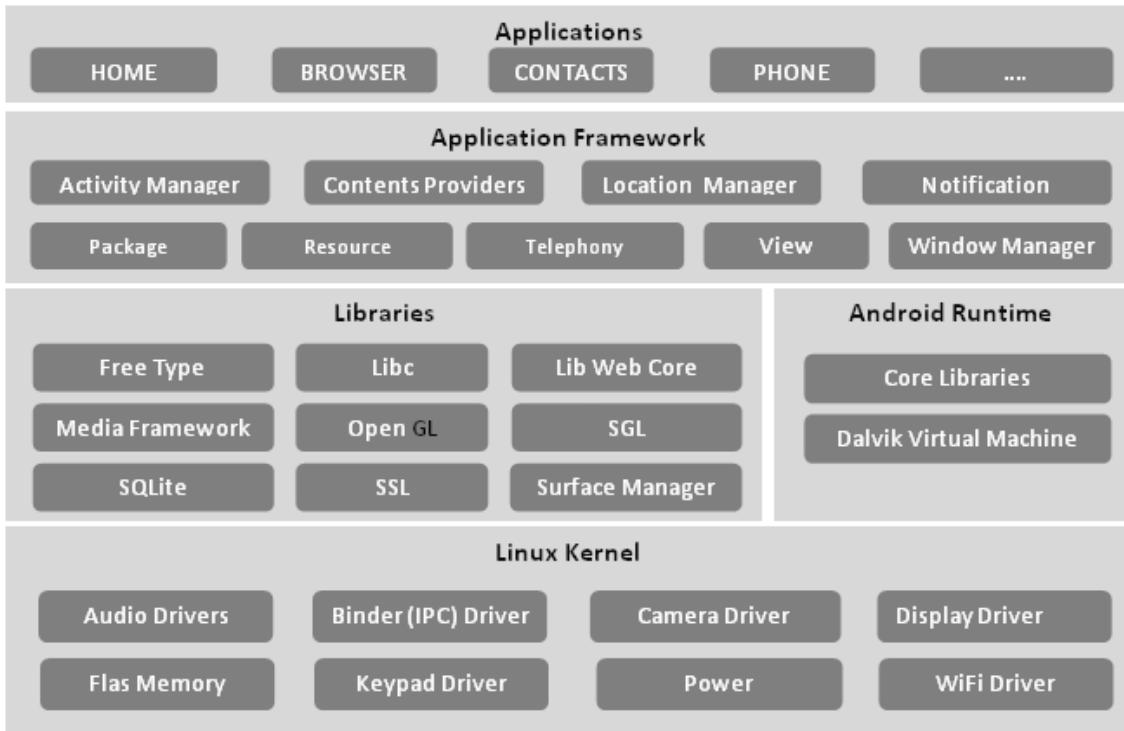


Figura 3.2 La Arquitectura de Android en capas.

verá Linux y sus programas no hará llamadas a Linux directamente. Como desarrollador, sin embargo, se tiene la necesidad de ocupar está.

Algunas de las utilidades que se necesitan durante el desarrollo es interactuar con Linux. Por ejemplo, el adb shell para abrirá una shell de Linux en la que puede introducir otros comandos para ejecutar en el dispositivo (por ejemplo al acceso a la base de datos sqlite para manipular y verificar el correcto procesamiento de los datos). Desde allí se puede examinar el sistema de archivos de Linux, ver los procesos activos, y así sucesivamente, con sujeción a las restricciones de seguridad.

3.6.2. Android SDK

El SDK de Android es un conjunto de paquetes modulares que se pueden descargar por separado mediante el Administrador de Android SDK. Por ejemplo, cuando las herra-

mientas del SDK se actualizan a una nueva versión, se puede utilizar el Administrador del SDK para descargarlos rápidamente.

Hay varios paquetes disponibles para el SDK de Android, todos ellos de manera gratuita. En seguida se describen la mayoría de los paquetes disponibles [57].

- **SDK Tools:** Contiene herramientas para la depuración y pruebas, además de otras utilidades que se requieren para desarrollar una aplicación. Si se acaba de instalar el paquete SDK de arranque, entonces ya se tiene la última versión de este paquete.
- **SDK Platform-tools:** contiene herramientas dependientes de la plataforma para el desarrollo y la depuración de la aplicación. Estas herramientas de apoyo se actualizan sólo cuando una nueva plataforma esté disponible. Son siempre compatibles con plataformas más antiguas, pero se debe estar seguro de que se tienen las últimas versión de estas herramientas al instalar una nueva plataforma SDK.
- **Documentation:** Es una copia sin conexión de la última documentación del API de la plataforma Android.
- **SDK Platform:** Un SDK disponible para cada versión de Android la cual incluye un archivo android.jar con una biblioteca totalmente compatible con Android con el fin de construir una aplicación.
- **System Images:** Cada versión de la plataforma android ofrece una o varias imágenes diferentes del sistema (por ejemplo, para ARM y x86). El emulador de Android requiere una imagen de sistema para operar, para esto ocupa la imagen y con ella se puede probar la aplicación.
- **Samples for SDK:** Es una colección de aplicaciones de ejemplo que muestran el funcionamiento de una variedad de APIs de la plataforma.
- **Google APIs:** Un SDK add-on proporciona una plataforma que se puede utilizar

para desarrollar una aplicación usando la API especial de Google y una imagen del sistema para el emulador con el cual se pueda probar la aplicación.

- **Google Play Licensing:** Proporciona las bibliotecas estáticas que permiten realizar la verificación de licencia para las aplicación que se deseen publicar con Google Play.

3.6.3. La maquina virtual Dalvik

La máquina virtual de Java (VM) fue diseñado para ser individual, compacto, y que integrara toda la solución, por estas razones en el equipo de Dalvik sentían que podían hacer un mejor trabajo al centrarse estrictamente en los dispositivos móviles. Observaron que las restricciones específicas para un entorno móvil es menos probable que cambie en el futuro cercano. Uno de ellos es la vida de la batería, y el otro es la potencia de procesamiento. Dalvik ha sido construido desde cero para hacer frente a esas limitaciones. Otro efecto secundario de la sustitución de la máquina virtual de Java con la máquina virtual Dalvik es la concesión de licencias. Mientras que el lenguaje Java, las herramientas de Java, y las bibliotecas Java son gratis, la máquina virtual de Java no lo es. Esto fue una cuestión mas de nuevo en 2005, cuando el trabajo en Dalvik empezara. Hoy en día, existen alternativas de código abierto para Java VM de Sun, entre ellas la OpenJDK y los proyectos de Apache Harmony.

Mediante el desarrollo de una fuente verdaderamente abierta, Android proporciona una plataforma con todas las características libres para adaptarlo para una variedad de dispositivos sin tener que preocuparse por la licencia [40].

3.6.4. Las aplicaciones APK

La maquina virtual Dalvik trabaja con ficheros de extensión .dex (Dalvik Executables). No trabaja directamente con el bytecode de Java, sino que lo transforma en un código

más eficiente que el original, pensado para procesadores pequeños.

Gracias a la herramienta “dx” integrada en la maquina virtual, esta transformación es posible: los ficheros .class de Java se compilan en ficheros .dex, de forma que cada fichero .dex puede contener varias clases. Después, este resultado se comprime en un único archivo de extensión .apk (Android Package), que es el que se distribuirá en el dispositivo móvil. Dalvik permite varias instancias simultáneas de la máquina virtual, y a diferencia de otras máquinas virtuales, está basada en registros y no en pila, lo que implica que las instrucciones son más reducidas y el número de accesos a memoria es menor. Así mismo, Dalvik no permite la compilación Just-in-Time.

Una aplicación de android es un simple paquete de aplicaciones (APK) de archivos, un archivo apk tiene tres componentes principales [40]:

- Dalvik ejecutable.
 - Este es todo el código fuente de Java compilado para ser ejecutable en Dalvik. Éste es el código que ejecuta la aplicación.
- Recursos.
 - Los recursos son todo lo que no es código. La aplicación puede contener un número de imágenes y clips de audio/vídeo, así como numerosos archivos XML que describen los diseños, paquetes de idiomas, etc. En conjunto, estos elementos son los recursos.
- Bibliotecas nativas.
 - Opcionalmente, la aplicación puede incluir algún código nativo, como bibliotecas C/C++. Estas bibliotecas pueden ser empaquetados junto con el archivo APK.

3.6.5. Componentes de una aplicación Android

Todas las aplicaciones en Android pueden descomponerse en cuatro tipos de bloques o componentes principales. Cada aplicación será una combinación de uno o más de estos componentes, que deberán ser declarados de forma explícita en un fichero con formato XML denominado “AndroidManifest.xml”, junto a otros datos asociados como valores globales, clases que implementa, datos que puede manejar, permisos, etc. Este fichero es básico en cualquier aplicación en Android y permite al sistema desplegar y ejecutar correctamente la aplicación.

A continuación se exponen los cuatro tipos de componentes en los que puede dividirse una aplicación para Android [42].

3.6.5.1. Activities

Sin duda es el componente más habitual de las aplicaciones para Android. Un componente Activity refleja una determinada actividad llevada a cabo por una aplicación, y que lleva asociada típicamente una ventana o interfaz de usuario; es importante señalar que no contempla únicamente el aspecto gráfico, sino que éste forma parte del componente Activity a través de vistas representadas por clases como View y sus derivadas. Este componente se implementa mediante la clase de mismo nombre Activity.

3.6.5.2. Broadcast Intent Receiver

Un componente Broadcast Intent Receiver se utiliza para lanzar alguna ejecución dentro de la aplicación actual cuando un determinado evento se produzca (generalmente, abrir un componente Activity). Por ejemplo, una llamada entrante o un SMS recibido. No tiene interfaz de usuario asociada, pero puede utilizar el API Notification Manager, mencionada anteriormente, para avisar al usuario del evento producido a través de la barra de estado del dispositivo móvil. Este componente se implementa a través de una clase de nombre BroadcastReceiver.

Para que Broadcast Intent Receiver funcione, no es necesario que la aplicación en cuestión sea la aplicación activa en el momento de producirse el evento. El sistema lanzará la aplicación si es necesario cuando el evento monitorizado tenga lugar.

3.6.5.3. Service

Un componente Service representa una aplicación ejecutada sin interfaz de usuario, y que generalmente tiene lugar en segundo plano mientras otras aplicaciones (éstas con interfaz) son las que están activas en la pantalla del dispositivo.

3.6.5.4. Content Provider

Con el componente Content Provider, cualquier aplicación en Android puede almacenar datos en un fichero, en una base de datos SQLite o en cualquier otro formato que considere. Además, estos datos pueden ser compartidos entre distintas aplicaciones. Una clase que implemente el componente Content Provider contendrá una serie de métodos que permite almacenar, recuperar, actualizar y compartir los datos de una aplicación.

3.7. Base de datos

Las bases de datos son un componente imprescindible en cualquier sistema informático, por tal razón debe de llevarse en paralelo la experiencia en desarrollo de aplicaciones en una plataforma de software y el desarrollo y modelado de bases de datos, por lo cual:

Uno de los aportes más importantes y aplicables que ha traído la Informática a las actividades diarias de cualquier organización ha sido el concepto de Base de Datos, por cuanto supone la disciplina en la organización de los datos de una empresa. A grandes rasgos, podemos decir que el concepto de BD lleva a la idea de:

Base de datos: Fondo común de información almacenada en una computadora para que cualquier persona o programa autorizado pueda acceder a ella, independientemente de su

procedencia y del uso que haga [14].

Como podemos observar en la definición de base de datos, nos presenta la conceptualización como una estructura de información, pero no habla de cómo se crea, se destruye y se dota de contenido. El sistema que suministra al usuario las herramientas que le permitan manipular y efectuar las operaciones mencionadas forman parte de los sistemas de gestión de base de datos.

3.7.1. Sistemas de gestión de base de datos

Es un software o conjunto de programas que permite crear y mantener una base de datos. El SGBD actúa como interfaz entre los programas de aplicación (Usuarios) y el sistema operativo. El objetivo principal de un SGBD es proporcionar un entorno eficiente a la hora de almacenar y recuperar la información de la base de datos.

Este software facilita el proceso de definir, construir y manipular bases de datos para diversas aplicaciones [15].

De esta forma podemos identificar las siguientes instrucciones fundamentales que debe proveer un sistema de gestión de base de datos (SGBD)⁴.

- Crear, modificar, eliminar obtener la estructura asociada al esquema lógico de una base de datos.
- Instanciar datos operativos en una base de datos, modificar dichas instancias, eliminarlas recuperarlas bajo diferentes criterios de búsqueda.

Comprendido el concepto de base de datos y sistema de gestión de base de datos se puede afirmar con claridad que se necesitará de estas dos herramientas para el almacenamiento y tratamiento de la información del marquero forestal. Evaluando alternativas de software libre, se buscaron SGBD que se ajusten a cualquier necesidad que involucre factores

⁴Es frecuente referirse a los SGBD con el acrónimo DBMS que proviene de la expresión anglosajona DataBase Management System.

técnicos y económicos, en el argumento monetario se podrá obtener una muy buena reducción de costos ya que el software libre por lo general es muy económico y en muchas ocasiones tiende a cero, para este caso, MySQL y SQLite se consiguen de manera gratuita en cualquier distribución de Linux o en la red.

3.7.1.1. MySQL

Es un sistema de administración de bases de datos relacionales (SGBDR) rápido, robusto y fácil de usar. Se adapta bien a la administración de datos en un entorno de red, especialmente en arquitecturas cliente/servidor. Se proporciona con muchas herramientas y es compatible con muchos lenguajes de programación. Es el más célebre SGBDR del mundo Open Source, en particular gracias a su compatibilidad con el servidor de páginas Web Apache y el lenguaje de páginas Web dinámicas PHP [16]. Las razones para escoger MySQL como solución para la administración de datos:

- **Coste:** El coste de MySQL es gratuito para la mayor parte de los usos y su servicio de asistencia resulta económico.
- **Asistencia:** MySQL AB: ofrece contratos de asistencia a precios razonables y existe una nutrida y activa comunidad MySQL.
- **Velocidad:** MySQL es mucho más rápido que la mayor parte de sus rivales.
- **Funcionalidad:** MySQL dispone de muchas de las funciones que exigen los desarrolladores profesionales, como compatibilidad completa con ACID, Compatibilidad para la mayor parte de SQL ANSI, volcados online, duplicación, funciones SSL e integración con la mayor parte de los entornos de programación. Así mismo, se desarrolla y actualiza de forma mucho mas rápida que muchos de sus rivales, por lo que prácticamente todas las funciones estándar de MySQL todavía no están en fase de desarrollo.

- **Portabilidad:** MySQL se ejecuta en la inmensa mayoría de sistemas operativos y, la mayor parte de los casos, los datos se pueden transferir de un sistema a otro sin dificultad.
- **Facilidad de uso:** MySQL resulta fácil de utilizar y de administrar. Gran parte de las viejas bases de datos presentan problemas por utilizar sistemas obsoletos, lo que complica innecesariamente las tareas de administración. Las herramientas de MySQL son potentes y flexibles, sin sacrificar su capacidad de uso.

3.7.1.2. SQLite

SQLite es una fuente abierta de base de datos relacional integrada. Originalmente lanzado en 2000, fue diseñado para proporcionar una manera conveniente la gestión de datos para aplicaciones sin el sistemas dedicado de base de datos relacionales. Hoy en día existe una gran variedad de productos de bases de datos relacionales en el mercado diseñado específicamente para su uso incrustados, subproductos tales como Sybase SQL Anywhere, InterSystems Caché, Pervasive PSQL, y el motor de Microsoft Jet . Algunos fabricantes han adaptado sus grandes bases de datos para crear variantes incorporadas. Ejemplos de estos IBM's DB2 Everyplace, 10g de Oracle, y el motor de Microsoft SQL Server Desktop. La fuente abierta de bases de datos MySQL y Firebird Ambas versiones ofrecen también integración. De todos estos productos, sólo dos son de código abierto y libres de derechos de licencia: Firebird y SQLite. De estos dos últimos, sólo uno está diseñado exclusivamente para su uso como una base de datos integrada: SQLite [18].

Características sobresalientes de SQLite

SQLite utiliza el lenguaje de programación ANSI C. Es mantenible fácilmente y razonablemente rápido. Tiene características como el ser agradable, identificable, y digno de elogio, razones para la cual Android lo ha adoptado como SGBD principal y misma que se utilizará para almacenar y procesar los datos de marqueo en el Tablet.

Otras características propias de SQLite que conviene mencionar son las siguientes [19]:

Cero configuración: No es necesario realizar ningún paso de instalación o configuración independiente para inicializar el software de gestión de la base de datos SQLite antes de usarlo.

Embebido: No es necesario un proceso de servidor independiente dedicado a SQLite. La librería SQLite es integrable en sus propias aplicaciones, en las cuales no es necesario incluir algún sistema de comunicación entre procesos para interactuar con SQLite.

Interfaz de aplicación: SQLite provee un entorno SQL de aplicaciones C para manipular bases de datos. Proporciona un conjunto de Interfaz de programación de aplicaciones (API⁵) para SQL dinámico, se puede montar sentencias SQL sobre la marcha y pasar hacia abajo en la interfaz para su ejecución.

Soporte Transaccional: Admite las propiedades básicas de transacciones, es decir, atomicidad, consistencia, aislamiento y durabilidad (ACID). No se requieren acciones de los usuarios o los administradores de bases de datos sobre una caída del sistema o fallo de red para recuperar bases de datos.

Multiproceso: Es una biblioteca de subprocesos y muchos hilos, con un proceso de aplicación se puede acceder a la misma base de datos o diferentes al mismo tiempo. SQLite se encarga de la concurrencia de hilos a nivel de base de datos.

Personalización: SQLite proporciona un marco adecuado en el que puede definir y utilizar funciones de SQL hechas a medida.

Unicode: SQLite admite la codificación UTF-8 y UTF-16 basado en estándares para texto Unicode.

Requerimiento de memoria: Aunque SQLite puede utilizar una cantidad ilimitada de pila y un montón de espacios, puede ser hecho para funcionar con un mínimo de espacio de pila de 4 KB y aproximadamente 100 KB de almacenamiento dinámico. Esta característica es muy eficaz para pequeños dispositivos (tales como teléfonos celulares)

⁵API (del inglés Application Programming Interface.)

que están restringidas con una pequeña cantidad de la memoria principal.

Multiplataforma: SQLite se ejecuta en Linux, Windows, Mac OS X, OS/2, OpenBSD, y otros sistemas operativos. También se ejecuta en sistemas operativos embebidos, como Android, Symbizm, Palm, Vxwroks.

Archivo de base de datos individual: Cada base de datos se almacena en su totalidad en un archivo nativo único; los datos de usuario y los metadatos se almacenan en el mismo archivo. El enfoque de un único archivo facilita mover/copiar una base de datos de un lugar a otro.

Movilidad: SQLite le permite mover archivos de base de datos entre plataformas. Por ejemplo, se puede crear una base de datos en una máquina x86 Linux, y usar la misma base de datos (mediante una copia) en un ARM de Windows o MAC sin alteraciones. La base de datos se comporta igual en todas las plataformas soportadas. Puede utilizar la misma base de datos sin problemas en las dos máquinas de 32-bit y 64-bit.

Compatibilidad con versiones anteriores: SQLite 3 es compatible con versiones anteriores. Esto significa que cualquier versión posterior de la biblioteca puede trabajar con bases de datos creadas con versiones anteriores de la biblioteca. El equipo de desarrollo SQLite se esfuerza por mantener la biblioteca compatible con versiones anteriores.

3.8. Herramientas de desarrollo

3.8.1. Definición de software

En la actualidad han surgido una gran variedad de aclaraciones para tratar de conceptualizar la palabra, pero probablemente la definición más formal de software es la atribuida a la IEEE (Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos), en su estándar 729 como: la suma total de los programas de cómputo, procedimientos, reglas, documentación y datos asociados que forman parte de las operaciones de un sistema de cómputo [50].

A través de esta definición el concepto de software va más allá de los programas de

cómputo en sus distintas formas: código fuente, binario o código ejecutable, además de su documentación. Es decir, el software es todo lo intangible, también conocido como programática o equipamiento lógico, esto es el conjunto de programas que puede ejecutar el hardware para la realización de las tareas de computación a las que se destina. Se trata del conjunto de instrucciones que permite la utilización del ordenador.

Como se puede leer existe una gran variedad de software, sin embargo todas estas tienen una serie de características con la cual se pueden agrupar y distinguir de otras. En la actualidad en cuanto al costo se han presentado dos filosofías que a lo largo de varios años han presentado temas de debate y discusiones entre la comunidad de informática.

3.8.1.1. Software libre contra propietario

Son muchos los sitios web, libros, foros, entre otros medios de información que ante este debate, destacan las ventajas del software libre frente al software propietario o privado. Fundamentalmente, las características que destacan a una de la otra y como varios autores lo han mencionado en sus respectivas definiciones son el costo y la libertad de distribución y modificación, para Richard Stallman el término software libre se refiere a libertad [24]. En concreto en su definición hace mención de cuatro libertades fundamentales para que el software sea considerada como libre:

- Libertad para ejecutar el programa en cualquier sitio, con cualquier propósito y para siempre.
- Libertad para estudiarlo y adaptarlo a nuestras necesidades. Esto exige el acceso al código fuente.
- Libertad de redistribución, de modo que se nos permita colaborar con vecinos y amigos.
- Libertad para mejorar el programa y publicar las mejoras. También exige el código fuente.

Al contrario de esta filosofía podemos encontrar el concepto de software no libre también llamado software propietario, software privativo, software privado o software con propietario. Se refiere a cualquier programa informático en el que los usuarios tienen limitadas las posibilidades de usar, modificar o redistribuir (con o sin modificaciones), o que su código fuente no está disponible o el acceso a éste se encuentra restringido. En el software no libre una persona física o jurídica posee los derechos de autor sobre un software negando o no otorgando los derechos de usar el programa con cualquier propósito; de estudiar cómo funciona el programa y adaptarlo a las propias necesidades; de distribuir copias; o de mejorar el programa y hacer públicas las mejoras. De esta manera, un software sigue siendo no libre aún si el código fuente es hecho público, cuando se mantiene la reserva de derechos sobre el uso, modificación o distribución.

Entendido estos dos conceptos, analizada la problemática y cuestionando la disposición de la organización para brindar recursos y comprar licencias, se decidió buscar una serie de herramientas informáticas asociadas al concepto de software libre como lo son los SGBD mencionadas anteriormente para empezar a desarrollar la aplicación que solucionaría el problema propuesto. Dentro de estas herramientas se encuentran:

3.8.2. Java

Java es un lenguaje de programación y la primera plataforma informática creada por Sun Microsystems en 1995. Es la tecnología subyacente que permite el uso de programas punteros, como herramientas, juegos y aplicaciones de negocios. Java se ejecuta en más de 850 millones de ordenadores personales de todo el mundo y en miles de millones de dispositivos, como dispositivos móviles y aparatos de televisión [58].

3.8.3. JDK

JDK es un entorno de desarrollo fundado y distribuido por SUN, con el fin de crear aplicaciones, applets y componentes Java. Hay otros programas de desarrollo (Symantec

Visual Café. Borland JBuilder, Microsoft Visual J++), pero JDK tiene la ventaja de ser gratuito y sobre todo ser el primero en beneficiarse de las actualizaciones del lenguaje Java.

El JDK incluye herramientas de ayuda al desarrollo que funcionan en linea de comandos. Así como utilidades en formato html que, con la excepción del applet viewer, no utilizan una interfaz gráfica de usuario [27].

3.8.4. Entorno de desarrollo integrado

Un IDE o Integrated Development Environments es una aplicación visual que sirve para la construcción de aplicaciones a partir de componentes. Por lo general todas ellas cuentan con los características como; editores específicos, directorios de componentes, intérpretes, compiladores y depuradores [25].

Ejemplos de IDEs son Visual Studio de Microsoft, VisualAge de IBM o VisualCafe de Symantec, todas ellas software privado.

Es posible que un mismo IDE pueda funcionar con diferentes lenguajes de programación, un buen ejemplo de ello es Eclipse y Netbeans, mismas que se usaran para desarrollar la aplicación propuesta.

3.8.4.1. Netbeans

Es una IDE extraordinariamente versátil, está escrito completamente en Java, por lo que se ejecuta en cualquier plataforma que soporte el JDK. Además, la configuración de ejecución de NetBeans se describe en XML. Cuando el núcleo de NetBeans carga, se configura e inicia el resto del sistema. El núcleo lee la descripción XML y carga los módulos apropiados, es decir, componentes escritos en Java contra la API de NetBeans. Es este concepto de módulos que permite la extensión de NetBeans. Muchos o la mayoría de las características importantes de NetBeans son módulos que pueden ser separados del sistema y actualizados según sea necesario. Y como NetBeans es un software de código

abierto, se tiene la libertad de modificar y volver a compilar todos los módulos cuyo comportamiento se desea cambiar.

De hecho, NetBeans es tan atractiva que muchas organizaciones han exportado específicamente sus aplicaciones hacia estos módulos para que sea de esta manera más conveniente para los desarrolladores usar sus herramientas.

Más allá de la utilidad de la adición de características mediante la adición de módulos de NetBeans, la comprensión de cómo las herramientas individuales que componen la interoperatividad en NetBeans es un ejercicio beneficioso para la comprensión de la integración de software basado en componentes. Las aplicaciones que se desarrolle con el uso de NetBeans, si se trabaja con diligencia y con suerte, con el tiempo los programas que se escriban llegarán a estar tan bien diseñada como el mismo NetBeans [26].

NetBeans se encuentra disponible en la pagina <http://netbeans.org/downloads/index.html>, desde donde se puede descargar de una manera gratuita, instalar y empezar a programar, se ha escogido este entorno de desarrollo integrado para realizar la aplicación de escritorio ya que viene integrado con el paquete Swing, parte de la JFC (Java Foundation Classes) en la plataforma Java. La cual provee facilidades para construir la interfaz gráfica de usuario.

3.8.4.2. Eclipse

Es una plataforma de integración de herramientas y otros tipos de aplicaciones cliente.

También es un entorno de desarrollo de Java y una comunidad de código abierto.

Como IDE, Se puede pensar en él como un hogar donde las herramientas pueden coexistir felizmente. Hace que el modelado, diseño, programación y herramientas de pruebas se unan para obtener el trabajo hecho de una manera más eficiente. Proporciona a todos los miembros de un equipo una forma común de trabajar juntos, para crear, manipular y a gestionar artefactos de software. Los miembros del equipo tienen acceso a los productos del trabajo de los demás administrativos en uno de los más numerosos repositorios de

código fuente que se integran con Eclipse a través de su interfaz de repositorio neutral. Eclipse proporciona una arquitectura y un conjunto de marcos de Java que hacen que las herramientas de escritura integradas sean más fácil. Se puede utilizar Eclipse para integrar la gran cantidad de herramientas existentes, así también para construir herramientas adicionales. Los marcos también proporcionan herramientas para contribuir a la interfaz de usuario de manera coherente y ofrece ayuda en línea. Se puede utilizar el poder y la extensibilidad de las herramientas de desarrollo de Java (JDT) que viene con Eclipse para crear nuevas herramientas de Java.

Eclipse además proporciona apoyo a los grupos de desarrolladores a través de la integración con repositorios. Ha incorporado soporte para el sistema de versiones concurrentes, un repositorio de código abierto altamente popular y ampliamente utilizado. Este soporte permite compartir código, crear versiones de su código, desarrollar corrientes paralelas de código (llamadas ramas), cambios de combinación, comparar conjuntos de cambios, etc [28].

Un beneficio clave para trabajar con Eclipse es que se puede trabajar con múltiples y diferentes repositorios. Se puede tener algunos de los archivos almacenados en un repositorio y otros archivos en otro, y ambos repositorios son fácilmente accesibles a través de la interfaz de usuario de Eclipse.

El equipo de google encargado de Android ha aprovechado estas características de eclipse para integrar en ella las herramientas de desarrollo a través de la instalación del ADT Plugin para proporcionar a los desarrolladores un instrumento útil en la generación de las aplicaciones basadas en su sistema operativo. Aprovechando ésta característica de eclipse y la herramienta que proporciona Android se ha escogido como IDE principal para desarrollar la parte móvil de la aplicación propuesta.

3.9. Inventario forestal

Este método es el más utilizado para medir y registrar los datos del bosque, y procesarlos para obtener así la información de la cantidad y calidad de los árboles y características del área boscosa, con un grado de detalle y precisión de acuerdo al objetivo previsto y la exactitud requerida [20].

La información requerida en un inventario para el plan de manejo es:

- a) Superficie por tipo de bosque (a través de mapas y tablas).
- b) Tabla de volumen y altura local.
- c) Volumen, área Basal y Numero de arboles por hectárea (por especie y DAP).
- d) Calidad de los árboles (defectos, formas, pudrición).
- e) Calidad de sitio (a través de un indice de Sitio).
- f) Crecimiento (Incremento diametral ó m³/hectárea/año).
- g) Cantidad u calidad de la regeneración.
- h) Características topográficas y edáficas del terreno.

Los niveles de estudio en los inventarios forestales para el manejo, por sus características requieren de información sobre condiciones, comportamientos, dinámica y distribución de los recursos forestales; asimismo, se requiere información sobre densidades, existencias volumétricas, reservas ecológicas, coeficientes de agostadero y características del suelo, el agua, la fauna y la vegetación, las plagas, las enfermedades y las epidemias, así como datos sobre pérdidas del suelo, el agua, la fauna y la vegetación [21].

3.9.1. El sistema de manejo forestal

Este sistema se detalla como el conjunto de los elementos de un bosque (lalifoliadas o coníferas), que participan en un proceso dirigido y regulado de transformación silvicultural, lo que permite el desarrollo óptimo del bosque en un tiempo determinado [22].

Para precisar, se puede definir como el cuidado y uso de los bosques y tierras forestales, en una forma racional, que mantiene su biodiversidad, productividad, capacidad de regeneración, vitalidad y su potencial para satisfacer ahora y en el futuro, funciones ecológicas, económicas y sociales, relevantes a nivel local, nacional y global, y sin causar daños a otros ecosistemas [23].

Así mismo el manejo forestal sostenible contribuye en una serie de aspectos importantes:

- (1) Conservar la cobertura y la seguridad de los recursos forestales.
- (2) Conservar o restaurar la diversidad biológica (en sus diversos niveles).
- (3) Conservar o restaurar la salud y vitalidad de los ecosistemas forestales.
- (4) Conservar o restaurar funciones de producción y protección del bosque.
- (5) Distribución equitativa de costos y beneficios del aprovechamiento forestal y satisfacer necesidades sociales y económicas de las personas involucradas.
- (6) Marco político, jurídico e institucional adecuado para que el manejo se dé de manera sostenible, legal y beneficiosa para los involucrados.

Los aspectos mencionados antes son la base fundamental para considerar al manejo forestal como sostenible. Es necesario considerar estos aportes, ya que forman parte de los objetivos y valores que han hecho que la organización UZACHI alcance la certificación emitida por el FSC, a través del programa SmartWood en el año de 1996, 2002 y 2007 obteniendo con esto una alta reputación en la comunidad y en la Sierra Juárez.

3.9.2. Marqueo forestal

El marcao forestal es una de las acciones que realizan los encargados de llevar a cabo los servicios técnicos forestales, mediante el cual se establece una marca en la base del árbol (*Figura 3.3*), para que el operador de la motosierra pueda distinguir entre los árboles que serán derribados y los que serán dejados en pie.



Figura 3.3 Marca al pie del árbol para autorizar la corta

Para que esté proceso se efectúe es necesario cumplir con una serie de procesos mostrados en la *figura 3.4*, considerados en el plan de manejo forestal (PMF).

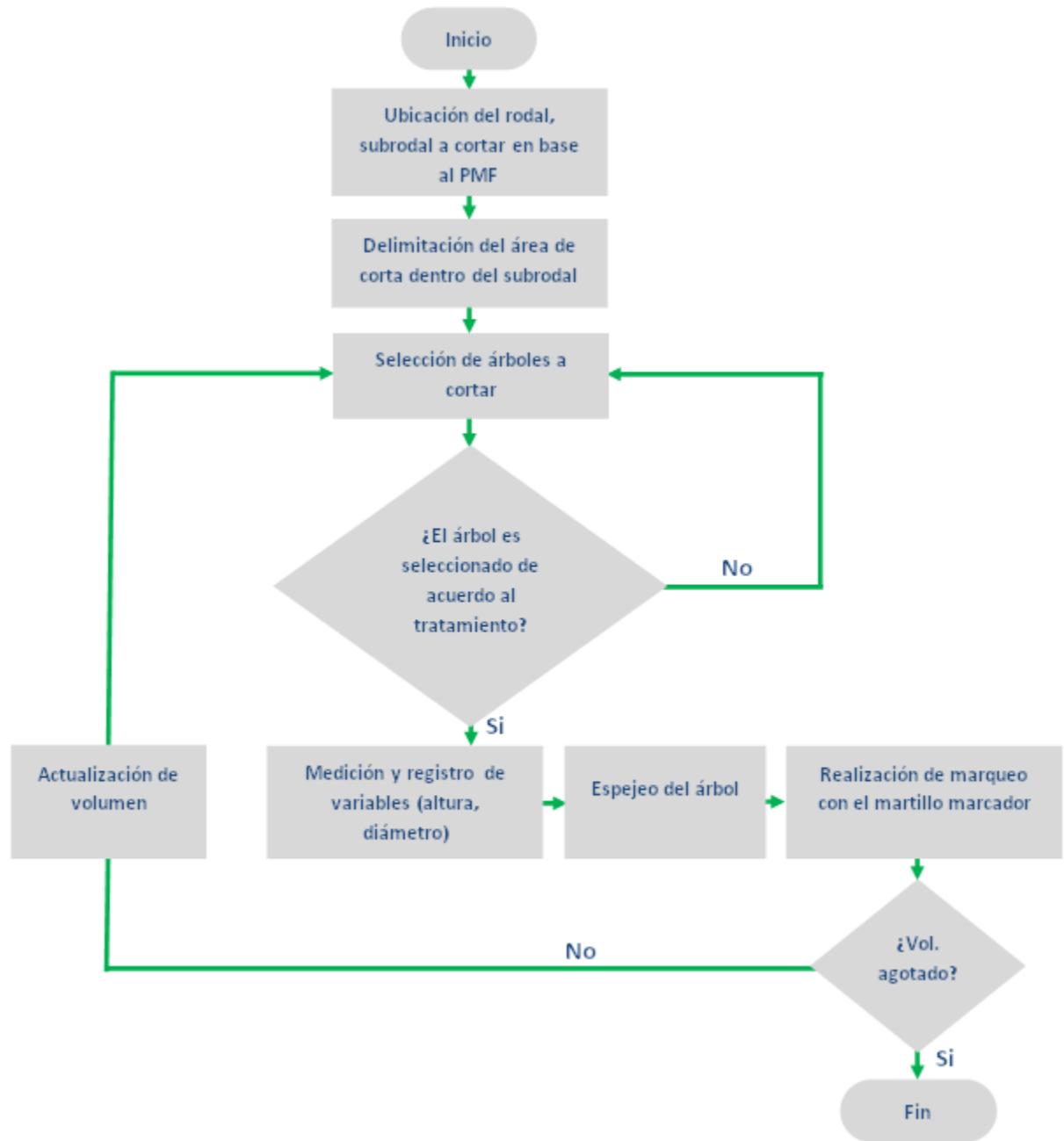


Figura 3.4 Proceso general del marcaje forestal maderable.

A partir de la filosofía de aprovechamiento sustentable, un profesional relacionado con las ciencias forestales deberá recabar información de campo suficiente para presentar un programa de manejo forestal acorde con las necesidades técnicas del predio que incluye las anualidades en la que se aprovecharán los volúmenes especificados, los rodales y subrodales de donde se extraerá, el género y especie del árbol a cortar, el tipo de tratamiento considerado y el volumen que se pretende aprovechar.

Una vez elaborado el programa de manejo forestal se presenta ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) para que esta lo revise, dictamine y autorice el aprovechamiento maderable propuesto por el interesado, este organismo gubernamental además de autorizar el programa de manejo, tiene la responsabilidad de atender casos como la modificación del plan de cortas e inclusión del aprovechamiento de recursos forestales no maderables por causas económicas, meteorológicas o sanitarias plenamente justificadas.

Al obtener la autorización de la SEMARNAT se reporta el volumen autorizado en la base de datos de la delegación de la Secretaría, misma que deberá ser respetada por la persona u organización a quien se le emitió la autorización.

Acreditado el programa de manejo forestal se proceder a realizar los aprovechamiento, en los que una de las primeras actividades es el marqueo, en esta es importante llevar el control adecuado del volumen de los árboles marcados para evitar excederse de la cantidad autorizada.

Con la información del programa de manejo forestal, los técnicos forestales y la persona encargada deberán delimitar el subrodal y área en donde se llevará a cabo la corta. Durante la realización del marqueo se identifica el árbol a cortar y se verifica que este se haya seleccionado de acuerdo al tratamiento que se esté aplicando, se continua con la medición del diámetro y altura del árbol para que estas variables se registren en hojas de papel.

Una vez anotado los datos de medición, un técnico forestal deberá realizar un pequeño corte en la base del árbol (*espejeo*) con un hacha o machete, para obtener una mejor visión del monograma del martillo marcador (*Figura 3.5*).



Figura 3.5 Espejeo en la base del árbol.

Posterior al espejeo un Ingeniero Forestal reconocido bajo la legislación forestal mexicana mediante un Registro Forestal Nacional (RFN) deberá marcar la base de los árboles aprovechables con un martillo marcador (*Figura 3.6*) con el monograma correspondiente grabado.

Con la relación de marcaje al finalizar el día y usando una hoja de cálculo, se consigue la cantidad de volumen marcado, obteniéndose en ese momento la cantidad exacta en metros cúbicos, pudiendo comparar los datos respecto al volumen existente por marcar. Después de cotejar los resultados en forma manual y verificar que la cantidad marcada no haya excedido el volumen permitido, se procede a restar el volumen marcado al volumen disponible, para que este quede actualizado para el próximo marcaje forestal.



Figura 3.6 Marqueo forestal maderable usando un martillo marcador.

Durante las anualidades que comprende el programa de manejo forestal, los pasos para realizar el marqueo se vuelven repetitivos hasta agotar el volumen autorizado, para cuando las anualidades se agoten, el ingeniero forestal encargado deberá realizar nuevamente los estudios de campo correspondientes, con la finalidad de recabar información para el nuevo programa de manejo forestal.

Capítulo 4

Análisis y Diseño del sistema

La ingeniería de software, definida como el estudio de los principios y metodologías para el desarrollo y mantenimiento de sistemas, nace ante la necesidad de utilizar una serie de operaciones, técnicas, herramientas y soporte documental a la hora de desarrollar software [5].

Dichos procedimientos pretenden guiar a los desarrolladores al crear un nuevo sistema, pero los requisitos de cada uno son tan variados y cambiantes que ha dado lugar a un sin fin de metodologías, concretamente para desarrollar la aplicación propuesta se ha escogido el modelo de programación extrema XP [6]. Esta metodología considera que los cambios de requisitos sobre la marcha son un aspecto natural, inevitable e incluso deseable del desarrollo de proyectos. Pretende ser capaz de adaptarse a los cambios de requisitos en cualquier punto de la vida del proyecto es una aproximación mejor y más realista que intentar definir todos los requisitos al comienzo del proyecto e invertir esfuerzos después en controlar los requisitos. Se considera la programación extrema como la adopción de una de las mejores metodologías de desarrollo de acuerdo a las características variables o cambiantes del proyecto, y aplicarlo de manera dinámica durante el ciclo de vida del software.

Con las ventajas existentes en esta metodología, considerando la planificación y pruebas en cada una de las fases de desarrollo (*Figura 4.1*) [43], se elige como modelo para guiar la creación de la aplicación móvil propuesta y así comprobar si la ruta seguida es acertada, ademas de promover un ambiente que permite la comunicación y colaboración entre los miembros del equipo durante el tiempo de desarrollo.

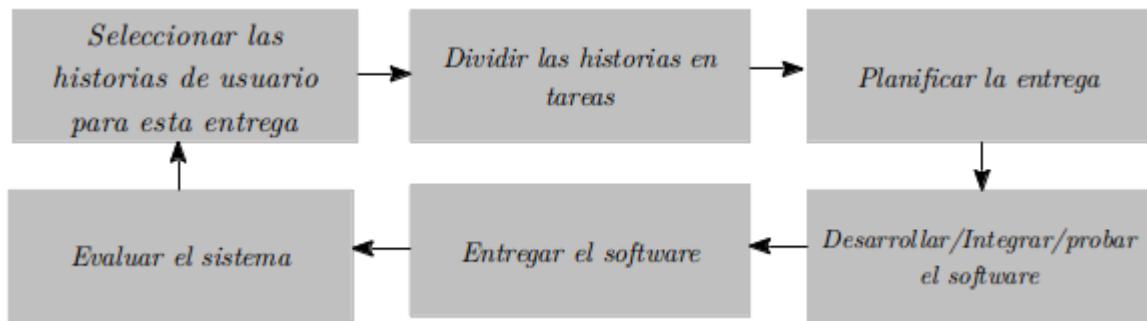


Figura 4.1 El ciclo de entrega en la programación extrema.

4.1. Metodología

Para asegurar el éxito en la creación de un sistema de información se hace una identificación correcta de las necesidades funcionales. Se han desarrollado diversos métodos orientados a los usuarios, estos se centran básicamente en la comprensión de las necesidades de los involucrados en la empresa y las razones por las que el sistema debería ser implementado.

Para proceder a desarrollar el sistema propuesto, primero se identifican las necesidades mediante la observación directa del proceso de marcaje de árboles realizada por los técnicos forestales, así como el análisis de la información que la organización maneja, misma que sera tratada con el sistema planteado. Con el fin de plasmar los requisitos y llevar un control adecuado de las funcionalidades se recurre a distintos modelados UML (Lenguaje Unificado de Modelado).

4.2. Objetivos del sistema

Como primera etapa dentro de la metodología extrema (*Figura 4.1*) se procede a definir los objetivos que el sistema deberá de cumplir en base a las actividades que los técnicos y demás empleados de la organización realizan.

4.2.1. Objetivos del sistema de escritorio

Objetivo 01 Control de acceso	
Descripción	El sistema deberá permitir controlar el acceso a la información que maneja mediante la asignación de privilegios a los usuarios
Estabilidad	Alta
Comentarios	Ninguno

Tabla 4.1 Objetivo 01: Control de acceso.

Objetivo 02 Procesamiento de los datos de autorización de corte	
Descripción	El sistema deberá permitir al administrador ingresar, editar y eliminar los datos de las autorizaciones permitidas en el inventario forestal maderable.
Estabilidad	Alta
Comentarios	Ninguno

Tabla 4.2 Objetivo 02: Procesamiento de los datos de autorización.

Objetivo 03 Programación de un nuevo marqueo	
Descripción	El sistema deberá permitir al administrador buscar y seleccionar los rodales y subrodales a marcar para después agregar esta información a la programación y generar con ella el archivo de base de datos SQLite con sus respectivos datos para ser procesada en el tablet.
Estabilidad	Alta
Comentarios	Ninguno

Tabla 4.3 Objetivo 03: Programación de un nuevo marqueo.

Objetivo 04 Actualización de datos hacia la base de datos central	
Descripción	El sistema deberá permitir al administrador buscar y seleccionar el archivo de base de datos SQLite con extension .db para después cargar la información que contiene y actualizarla con respecto a la alojada en la computadora central.
Estabilidad	Alta
Comentarios	Ninguno

Tabla 4.4 Objetivo 04: Actualización de la información después del marqueo hacia la base de datos central.

4.2.2. Objetivos de la aplicación móvil.

Objetivo 05 Configuración de marqueo	
Descripción	La aplicación deberá permitir al usuario seleccionar el rodal, subrodal, género y especie de áboles a marcar.
Estabilidad	Alta
Comentarios	Ninguno

Tabla 4.5 Objetivo 05: Configuración de marqueo.

Objetivo 06 Obtención de volúmenes	
Descripción	La aplicación deberá permitir al usuario la facilidad de ingresar el diámetro y altura del árbol para después calcular el volumen.
Estabilidad	Alta
Comentarios	Ninguno

Tabla 4.6 Objetivo 06: Obtención de volúmenes.

Objetivo 07 Validación de marqueo	
Descripción	La aplicación deberá validar la autorización del marcaeo en curso y notificar al usuario la aceptación o rechazo la misma.
Estabilidad	Alta
Comentarios	Ninguno

Tabla 4.7 Objetivo 07: Validación de marcaeo.

Objetivo 08 Actualización de volúmenes	
Descripción	La aplicación deberá actualizar el volumen actual autorizado después de agregar un nuevo marqueo.
Estabilidad	Alta
Comentarios	Ninguno

Tabla 4.8 Objetivo 08: Actualización de volúmenes.

Objetivo 09 Registro de un nuevo marqueo	
Descripción	El sistema deberá almacenar el diámetro, altura del árbol, fecha y hora del marqueo y el nombre del usuario quien realizó el marqueo.
Estabilidad	Alta
Comentarios	Ninguno

Tabla 4.9 Objetivo 09: Registro de un nuevo marqueo.

Objetivo 10 Visualización de datos	
Descripción	El sistema deberá permitir al usuario visualizar la información contenida en el archivo de programación de marqueo.
Estabilidad	Alta
Comentarios	Ninguno

Tabla 4.10 Objetivo 10: Visualización de datos.

4.3. Análisis y diseño del sistema

Una vez definido los objetivos que el sistema deberá de cumplir, se procede a agrupar las funcionalidades para formar con ello módulos independientes que permitan un mejor entendimiento de las tareas y un desarrollo ágil.

4.3.1. Análisis y diseño del sistema de escritorio

El sistema de escritorio, para procesar la información de los datos de marqueo se divide en los módulos mostrados en la *figura 4.2*.

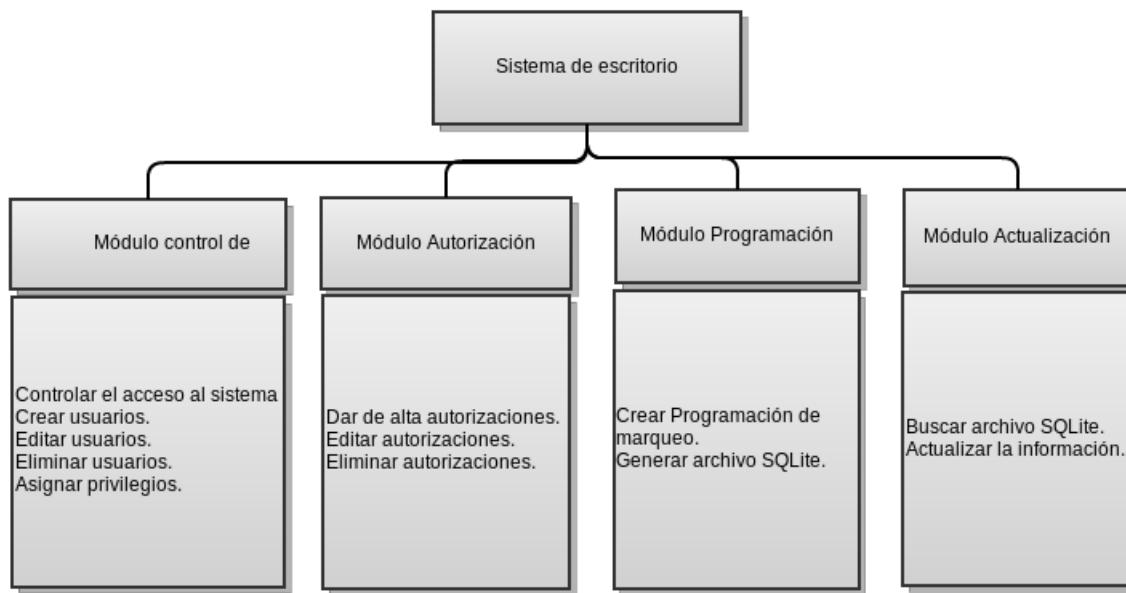


Figura 4.2 Módulos que integran el sistema de escritorio.

Como se puede observar se ha dividido en un conjunto de 4 módulos las cuales a continuación se describen de forma detallada.

- **Control de acceso:** El módulo para el control de acceso, se diseña para brindarle al administrador del sistema la posibilidad de; crear nuevos usuarios para acceder al sistema, asignar privilegios que a el le convengan y editar los datos de usuario cuando se requiera.

Este módulo también controla el acceso hacia el sistema con la verificación de usuarios y contraseñas para permitir mostrar o no la pantalla principal de operaciones.

- **Autorización:** Como se mencionaba en el planteamiento del problema, el equipo técnico forestal de la organización se le asigna un volumen de madera autorizada

para cortar en cada uno de los rodales y subrodales, estas asignaciones generalmente se realizan en periodos de diez años (ciclos de corta). Para agilizar y automatizar los datos que en el inventario forestal se recopilan, es necesario brindar la posibilidad de ingresar, actualizar y eliminar la información. Para ello, se desarrolló este módulo que cumple con las funciones específicas mencionadas anteriormente.

- **Programación:** Esta parte se encargará de permitir al administrador del sistema mostrar la información del inventario forestal, y facilitar la búsqueda de las mismas para después generar el archivo de base de datos SQLite.
- **Actualización:** Es lógico pensar que los datos y volúmenes de los subrodales una vez concluido el marqueo con la ayuda de la aplicación móvil se diferencian a la información registrada en la base de datos central, para actualizar esta información se plantea la creación de este módulo, la cual tendrá funciones como; Permitir al administrador buscar el archivo de base de datos SQLite, cargar el contenido y empezar a actualizar la información de una manera transparente.

Para garantizar la efectividad de las actualizaciones, el módulo se desarrolla con la implementación de transacciones, propiedad de las bases de datos para garantizar que se realicen adecuadamente todas las operaciones.

4.3.2. Análisis y diseño de la aplicación móvil

Por otra parte la aplicación móvil como el sistema de escritorio, en base a lo objetivos definidos anteriormente se subdivide en un conjunto de módulos (*Figura 4.3*) las cuales tienen las siguientes funcionalidades:

- **Configuración:** Dentro de las funciones de esta, está la selección del rodal, subrodal, género y especie de árbol a marcar. Para que la aplicación empiece a actualizar el volumen existente del subrodal, es necesario indicarle primero el área así como la especie con que se empezará a trabajar para ello es importante ofrecerle al usuario

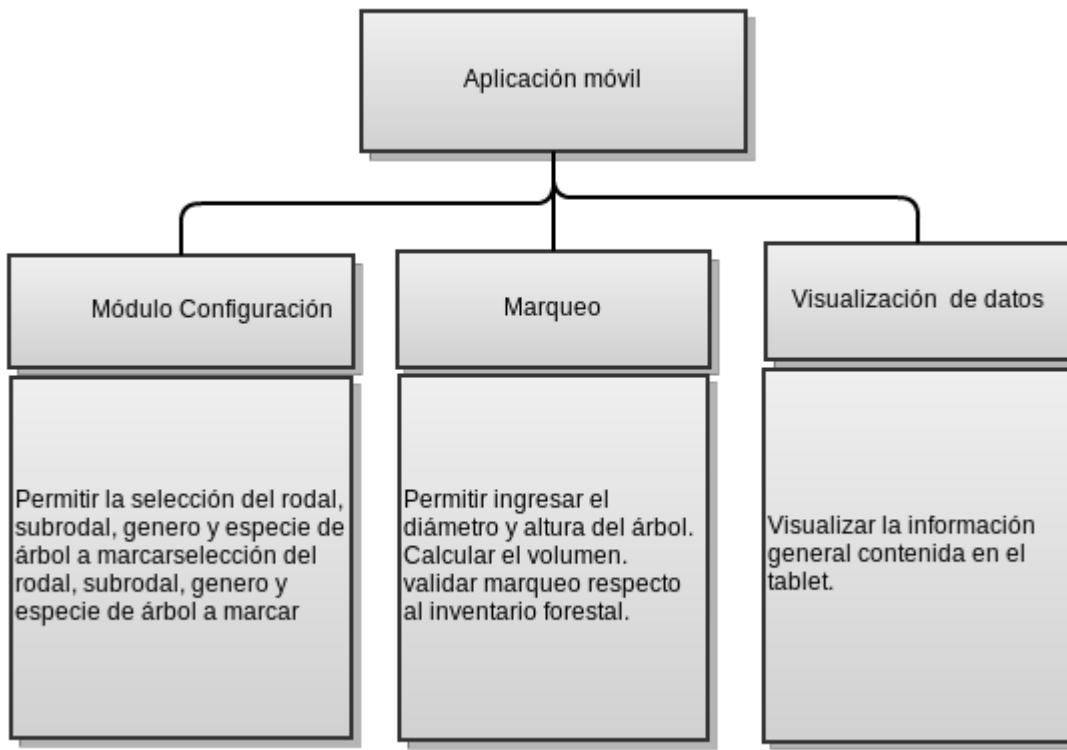


Figura 4.3 Módulos que integran la aplicación móvil.

esta funcionalidad para visualizar los datos de la planeación de marqueo contenida en el archivo de base de datos generada con el sistema de escritorio, para así después seleccionar y configurar su área de trabajo.

- **Marqueo:** Una vez configurado el área de trabajo, ahora la aplicación móvil con este módulo deberá permitir ingresar el diámetro y altura del árbol para así tomar estos datos y calcular el volumen en base a la fórmula establecida para dicha especie, seguido, deberá actualizar la existente con la reducción del volumen calculado y notificar al instante al técnico forestal si se acepta o rechaza el marcaeo.
- **Visualización de los datos:** Esta sección permite al usuario ver la información general contenida en el tablet para así consultar los volúmenes disponibles hasta el momento.

4.4. Diagramas Entidad-Relación

El Modelo Entidad Relación (E-R) es la percepción de un mundo real que consiste en un conjunto de objetos básicos llamados entidades y de unas relaciones entre estos objetos. Se le utiliza para esquematizar la estructura lógica general de lo que será la base de datos. Es bastante empleado en la documentación correspondiente al requerimiento de una base de datos.

Dentro de los elementos que lo componen se encuentran las entidades definidas como un objeto que existe y puede distinguirse de otros objetos, las entidades están representadas mediante un conjunto de atributos. Para cada atributo existe un rango de valores permitidos conocido como Dominio del atributo. Un Atributo es una función que mapea un conjunto de entidades dentro de un dominio, para lo cual cada entidad se describe por medio de un conjunto de parejas (atributo, valor del dato), una por cada atributo del conjunto de entidades [44].

Está claro que antes de diseñar la base de datos se debe esquematizar la estructura lógica de la misma, para ello en base a la información que se maneja en la unión de pueblos zapotecos y chinantecos se diseña la misma con la estructura mostrada en las figuras que más adelante se exponen.

4.4.1. Diagramas Entidad-Relación para el sistema de escritorio

En la *figura 4.4* se muestra el diagrama Entidad-Relación del sistema de escritorio, misma que procesará la información definida en los objetivos del sistema.

Como se observa el modelo esta conformado por un conjunto de tablas las cuales tienen sus propios atributos y estas a la vez, su dominio respectivo. A continuación se describen los datos que cada tabla almacenará.

- Usuario: Con el objeto de cumplir el objetivo del sistema de escritorio (*Tabla 6.1*) se crea la *tabla 4.11* para almacenar toda la información referente a los usuarios que

hagan uso del sistema. Para controlar el acceso y manipulación de la información se agrega el atributo (privilegio) misma que contendrá un numero entero con el valor de 1 en caso de que el usuario sea un administrador del sistema y en su defecto un 0 para un usuario normal.

Usuarios		
Atributo	Tipo de dato	Descripción
nickname	varchar(10)	Clave única de usuario
nombre	varchar(20)	Nombre de usuario
apellidos	varchar(50)	Apellidos del usuario
telefono	varchar(15)	Teléfono del usuario
municipio	varchar(50)	Municipio del usuario
password	varchar(15)	Contraseña del usuario
privilegio	int(1)	Privilegios hacia el sistema

Tabla 4.11 Descripción de la tabla usuarios

- Especie (*Tabla 4.12*), género (*Tabla 4.13*) y tratamiento (*Tabla 4.14*), como sus nombres lo indican, estas tablas almacenan la información de las especies de árboles disponibles en los bosques pertenecientes a las comunidades que integran la organización, entre especie y género existe una relación de uno a varios ya que un género esta constituido por varias especies, estas a su vez con el fin de conservar los bosques y llevar un control adecuado de regeneración forestal se les ha asignado un tratamiento especial las cuales se almacenan en la tercera tabla.
- Estado, municipio y localidad almacenan un catalogo de municipios y comunidades del estado de Oaxaca para facilitarle al administrador la información al dar de alta la nueva autorización, con esto se puede identificar a quien de las cuatro comunidades se le ha agregado una nueva información de autorizaciones.

Especie		
Atributo	Tipo de dato	Descripción
id_especie	int(5)	Clave única del especie
id_genero	int(5)	Clave única del género
especie	varchar(50)	Nombre de la especie
formula	varchar(150)	Clave única del género

Tabla 4.12 Descripción de la tabla especie

Género		
Atributo	Tipo de dato	Descripción
id_genero	int(5)	Clave única de género
genero	varchar(50)	Nombre del género

Tabla 4.13 Descripción de la tabla género

Tratamiento		
Atributo	Tipo de dato	Descripción
id_tratamiento	int(2)	Clave única de tratamiento
tratamiento	varchar(15)	Abreviatura del tratamiento
nombre	varchar(50)	Nombre del tratamiento

Tabla 4.14 Descripción de la tabla tratamiento

- Marqueos: (*Tabla 4.15*), con la finalidad de llevar a cabo un control adecuado de los datos que se ingresan durante el marqueo, la aplicación móvil al actualizar y aceptar el volumen marcado, almacena automáticamente los datos ingresados como lo es el id de la autorización sobre la cual se hizo el marqueo, el nombre del usuario, la fecha y hora en que esta se realiza, el diámetro y altura del árbol que se ha marcado, todo esto con la finalidad de volver a analizar la información por si se requiere posteriormente.

Marqueos		
Atributo	Tipo de dato	Descripción
id_autorizado	int(10)	Clave única de marqueo
usuario	int(10)	Clave única de autorización
fecha	date	Fecha de marqueo
hora	time	Hora de marqueo
diámetro	double	Diámetro del árbol
altura	double	Altura del árbol
estado	varchar(10)	Decisión sobre el árbol

Tabla 4.15 Descripción de la tabla marqueos

- Autorizados: (*Tabla 4.16*), unas de las tablas más indispensables en el sistema ya que la mayoría de las demás tablas se relacionan con ella para formar el inventario forestal en donde se especifican elementos como la localidad a la que pertenece la autorización, la anualidad que le corresponde, en que rodal, subrodal, a que género, especie y tratamiento esta dirigido y lo mas importante, el volumen autorizado de corta y el volumen actual disponible.

Autorizados		
Atributo	Tipo de dato	Descripción
id_autorizado	int(10)	Clave única de autorización
id_localidad	int(5)	Clave única de localidad
Anualidad	int(2)	Anualidad de la autorización
Rodal	int(5)	Rodal autorizado
Subrodal	int(5)	Subrodal autorizado
Tratamiento	varchar(15)	Tratamiento a aplicar
id_genero	int(5)	Clave única de género autorizado
id_especie	int(5)	Clave única de especie autorizado
volAutorizado	double	Volumen autorizado
volActual	double	Volumen actual después de marqueos
comentarios	varchar(100)	Comentarios a la autorización
formula	varchar(100)	Fórmula para calcular el volumen
disponibilidad	boolean	Disponibilidad de la autorización

Tabla 4.16 Descripción de la tabla autorizados

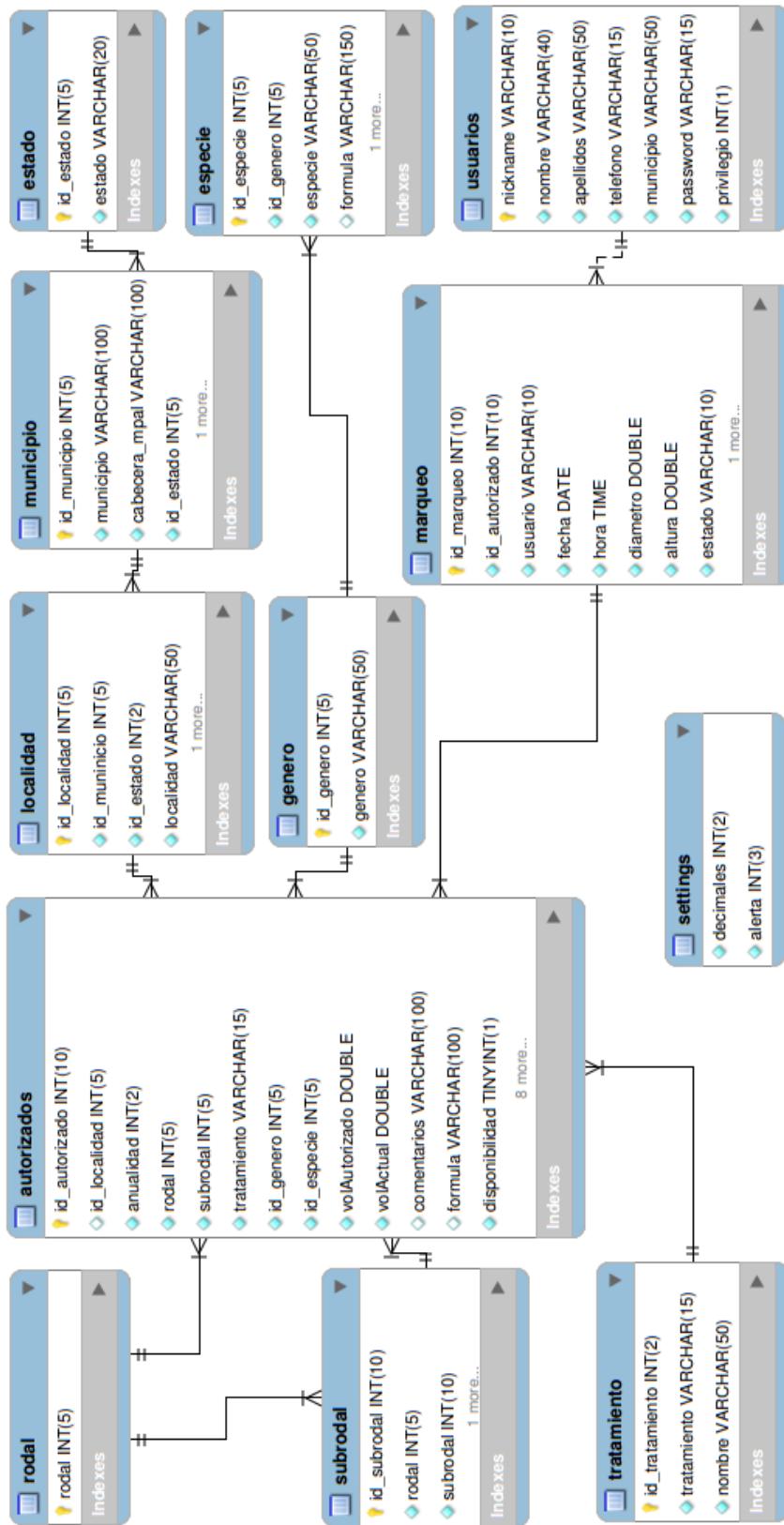


Figura 4.4 Diagrama Entidad-Relación para el sistema de escritorio.

4.4.2. Diagramas Entidad-Relación para la aplicación móvil

Para la aplicación móvil también se desarrolla el diagrama de Entidad-Relación con el fin de entender la estructura y el manejo interno de la información en el tablet (*Figura 4.5*).

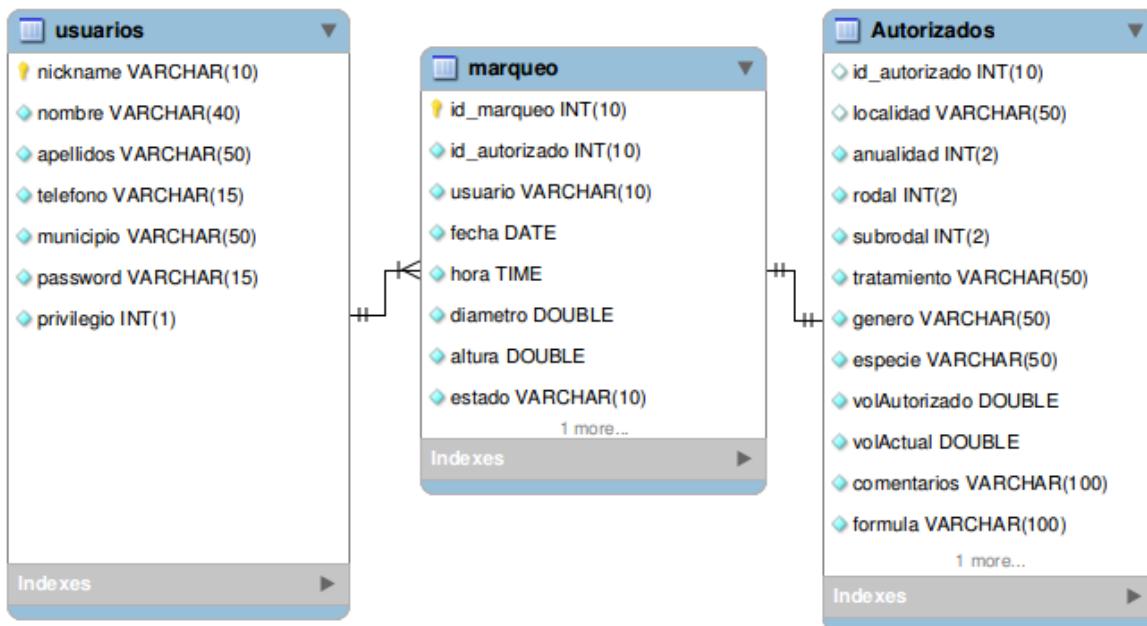


Figura 4.5 Diagrama Entidad-Relación para la aplicación móvil.

Para este caso el diagrama de entidad-relación se reduce en comparación al diagrama del sistema de escritorio, ésta incluye sólo la información necesaria para procesar en dispositivo móvil.

Como se puede observar las tres tablas que contiene el modelo de la aplicación móvil son idénticas a la del sistema de escritorio, esto se ha diseñado con los mismos atributos ya que la aplicación móvil contendrá una copia exacta de la información de autorizaciones, así como la de usuarios para permitir el acceso a la aplicación y por ultimo la tabla de marqueos la cual se llena de valores únicamente en el dispositivo para después al sincronizar los datos con el módulo Actualización estas se almacenen como historial en la base de datos MySQL.

4.5. Diagramas de clases

Los diagramas de clase forman parte de la vista estática y muestran los bloques de construcción de cualquier sistema orientado a objetos, y es donde se definen las características de cada una de las clases, interfaces, colaboraciones y relaciones de dependencia y generalización.

En la *figura 4.7* se muestra el diagrama de clases para la aplicación móvil, como se observa está contiene pocas clases ya que con estas es suficiente implementar el control de acceso y acceder a la información del plan de manejo forestal.

Por otra parte para el sistema de escritorio encargado de administrar la información forestal maderable se diseña el diagrama de clases de la *figura 4.7*.

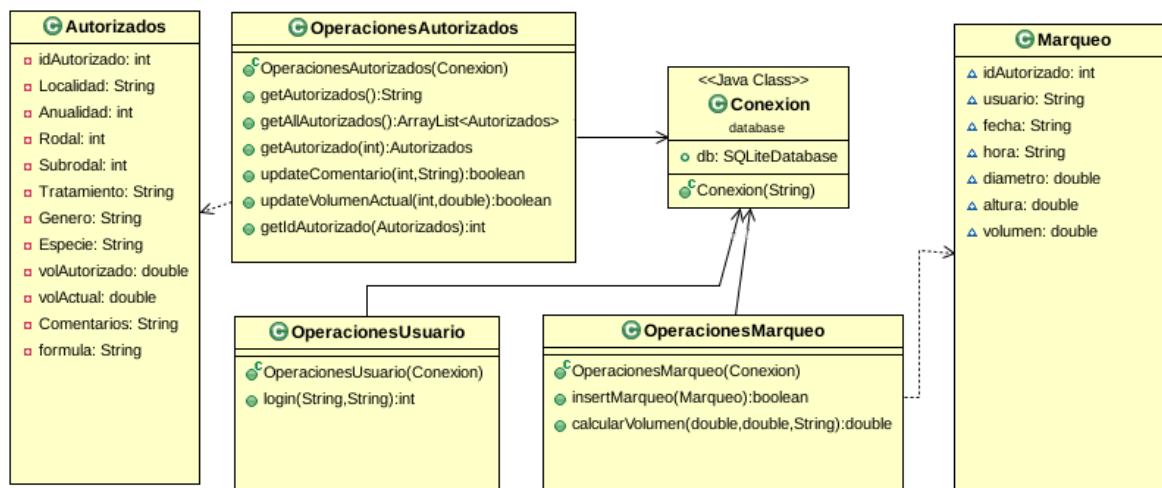


Figura 4.6 Diagrama de clases para la aplicación móvil.

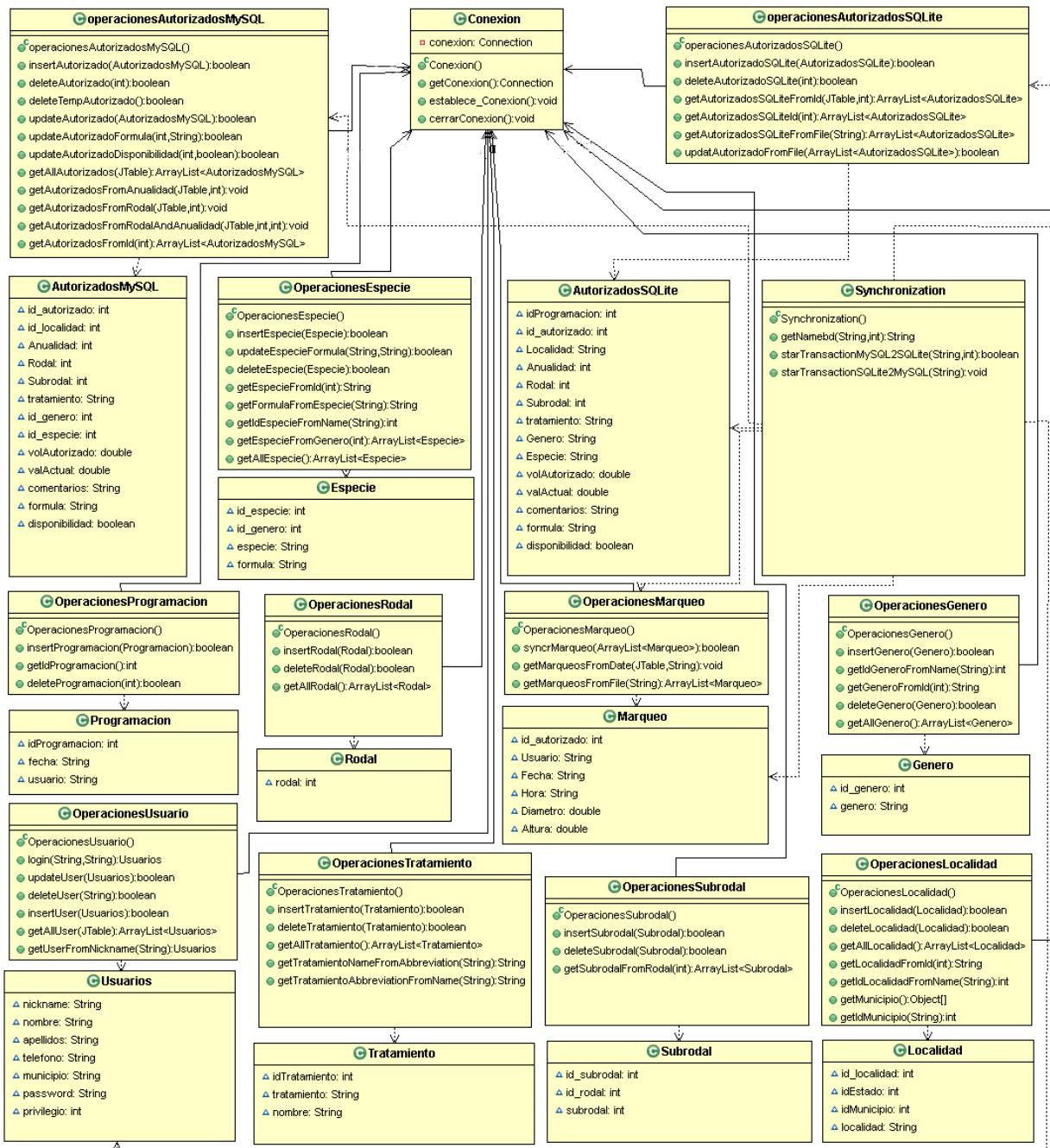


Figura 4.7 Diagrama de clases para el sistema de escritorio.

4.6. Diagramas de casos de uso

El modelo de casos de uso es un método orientado a los usuarios para identificar necesidades funcionales de un nuevo sistema de información. El modelo de casos de uso es una técnica que permite modelar las funciones de un sistema en términos de evento, de quien inicia los eventos y de como responde el sistema a los eventos.

Un diagrama de casos de uso representa las interacciones entre el sistema y los sistemas externos y los usuarios. En otras palabras, describe gráficamente quien utiliza el sistema y la forma en que los usuarios esperan interaccionar con el sistema [45].

En la *figura 4.8*, *figura 4.9* y *figura 4.10* se muestran los casos de uso mas importantes para el desarrollo de este trabajo propuesto.

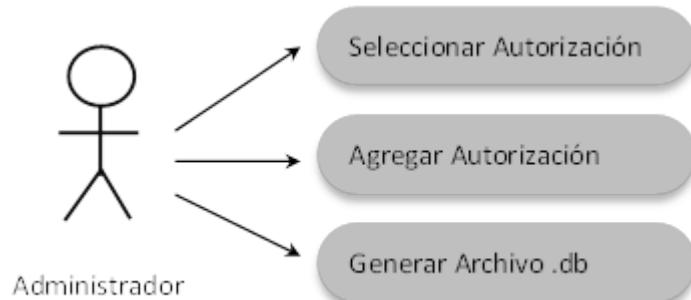


Figura 4.8 Diagrama caso de uso para la programación de un nuevo marqueo.

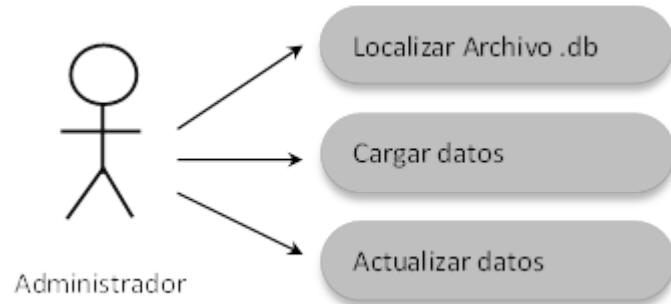


Figura 4.9 Diagrama caso de uso para realizar el marqueo forestal maderable.

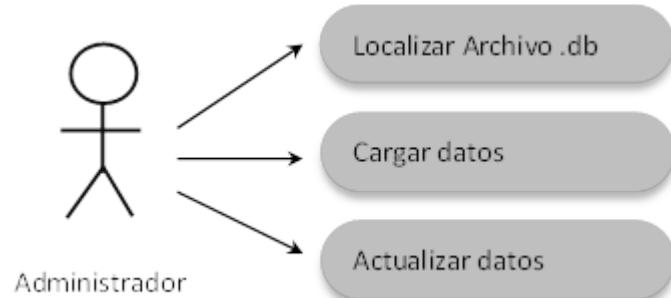


Figura 4.10 Diagrama caso de uso para actualizar datos.

4.6.1. Especificación de casos de uso

Nueva programación de marqueo		
Objetivos asociados	Objetivo 03: Programación de un nuevo marqueo.	
Requisitos asociados	Requisito 1: Información sobre el plan de manejo registrados en la computadora.	
Descripción	El sistema deberá comportarse como se describe en este caso de uso cuando el administrador solicite la alta de una autorización.	
Precondición	El solicitante es un administrador del sistema.	
Secuencia normal	Paso	Acción
	1	El administrador ingresa al sistema.
	2	El sistema muestra la pantalla general con privilegios de administrador.
	3	El actor accede al módulo "Programación".
	4	El sistema muestra toda la información disponible del inventario forestal.
	5	El administrador selecciona y agrega las autorizaciones sobre las cuales se llevará acabo el marqueo.
	6	El sistema guarda todas estas autorizaciones.
	7	El administrador finaliza la programación.
	8	El sistema genera el archivo SQLite con los datos de las programaciones agregadas.

Nueva programación de marqueo		
	Paso	Acción
Excepciones	1	Si el administrador cierra la ventana, el sistema cancela automáticamente la operación.
Rendimiento	8	1 Segundo
Frecuencia esperada	Cuatro veces al mes.	
Comentarios	Ninguno	

Tabla 4.17 Caso de uso: Programación de un nuevo marqueo y corta forestal.

Realización de marqueo en el dispositivo móvil		
	Paso	Acción
Objetivos asociados	06,07	Obtención de volúmenes y validación del marqueo.
	08,09	Actualización de volumen y registro de los datos de marqueo.
	10	Visualización de los datos del archivo SQLite.

Realización de marqueo en el dispositivo móvil															
Requisitos asociados	Requisito 1: El archivo de base de datos SQLite generado con el sistema de escritorio deberá estar alojado en SD Card del dispositivo móvil.														
Descripción	El sistema deberá comportarse tal como se describe en este caso de uso cuando el administrador realiza un nuevo marqueo.														
Precondición	El solicitante es un administrador del sistema y tiene su información disponible.														
Secuencia normal	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Paso</th><th>Acción</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td><td>La aplicación muestra las bases de datos disponibles en la SD Card.</td></tr> <tr> <td>2</td><td>El administrador seleccionar el archivo SQLite con la cual trabajará.</td></tr> <tr> <td>3</td><td>La aplicación solicita el usuario y contraseña para acceder a la información del archivo SQLite.</td></tr> <tr> <td>4</td><td>El administrador configura el área de trabajo en donde se llevara acabo el marqueo y empieza a introducir el diámetro y altura del árbol.</td></tr> <tr> <td>5</td><td>La aplicación calcula el volumen del árbol y verifica que esté en el rango autorizado a cortar.</td></tr> <tr> <td>6</td><td>El administrador visualiza los datos que actualmente tiene el archivo SQLite.</td></tr> </tbody> </table>	Paso	Acción	1	La aplicación muestra las bases de datos disponibles en la SD Card.	2	El administrador seleccionar el archivo SQLite con la cual trabajará.	3	La aplicación solicita el usuario y contraseña para acceder a la información del archivo SQLite.	4	El administrador configura el área de trabajo en donde se llevara acabo el marqueo y empieza a introducir el diámetro y altura del árbol.	5	La aplicación calcula el volumen del árbol y verifica que esté en el rango autorizado a cortar.	6	El administrador visualiza los datos que actualmente tiene el archivo SQLite.
Paso	Acción														
1	La aplicación muestra las bases de datos disponibles en la SD Card.														
2	El administrador seleccionar el archivo SQLite con la cual trabajará.														
3	La aplicación solicita el usuario y contraseña para acceder a la información del archivo SQLite.														
4	El administrador configura el área de trabajo en donde se llevara acabo el marqueo y empieza a introducir el diámetro y altura del árbol.														
5	La aplicación calcula el volumen del árbol y verifica que esté en el rango autorizado a cortar.														
6	El administrador visualiza los datos que actualmente tiene el archivo SQLite.														
Postcondición															

Realización de marcaje en el dispositivo móvil		
	Paso	Acción
Excepciones	3	Si el administrador no selecciona ninguna base de datos no podrá realizar las operaciones precedentes.
Rendimiento	5	2 Segundo
Frecuencia esperada	500 veces por un día de marcaje forestal maderable.	
Comentarios	Ninguno	

Tabla 4.18 Caso de uso: Realización de marcaje forestal maderable con el dispositivo móvil.

Actualización de datos (Tablet - Computadora).		
	N	Objetivo
Objetivos asociados	04	Actualización de la información de marcaje hacia la base de datos central.

Actualización de datos (Tablet - Computadora).		
Requisitos asociados	Requisito 1: El archivo SQLite deberá estar disponible.	
Descripción	El sistema deberá comportarse tal como se describe en este caso de uso cuando el administrador realiza un nuevo marqueo.	
Precondición	El solicitante es un administrador del sistema.	
Secuencia normal	Paso	Acción
	1	El administrador accede al módulo Actualización y busca el archivo de base de datos SQLite.
	2	Si el archivo es valido el sistema muestra la información contenida en el archivo.
	3	El administrador confirma la actualización de los datos.
	4	La aplicación actualiza el volumen disponible de la base de datos de la computadora.
Postcondición	Las cuentas de acceso deberán pertenecer a un administrador.	
Excepciones	Paso	Acción
	1	Si el administrador no cuenta con el archivo SQLite no podrá realizar las operaciones precedentes.
Rendimiento	Paso	Acción
	4	3 Segundo
Frecuencia esperada	Cuatro veces por mes.	
Comentarios	Ninguno	

Tabla 4.19 Caso de uso: Actualización de los datos de tablet a PC.

4.7. Diagramas de actividades

En UML un diagrama de actividades se usa para mostrar la secuencia de actividades. Los diagramas de actividades muestran el flujo de trabajo desde el punto de inicio hasta el punto final detallando muchas de las rutas de decisiones que existen en el progreso de eventos contenidos en la actividad. Estos también pueden usarse para detallar situaciones donde el proceso paralelo puede ocurrir en la ejecución de algunas actividades. Los diagramas de actividades son útiles para el modelado de negocios donde se usan para detallar el proceso involucrado en las actividades de negocio.

A continuación se presentan los diagramas para las actividades mas importantes en el proceso de marqueo forestal maderable.

En la *figura 4.11* se muestra el proceso que el administrador lleva acabo para generar el archivo de base de datos SQLite, archivo esencial y paso fundamental para empezar el proceso de marqueo.

Posterior al paso anterior, con la *figura 4.12* se muestra el proceso de las actividades para llevar a cabo el marqueo forestal maderable con la aplicación móvil.

Por último, al finalizar el marqueo se tendrán que actualización de los datos de la computadora central, para eso las actividades a llevar acabo se muestran en *figura 4.13*.

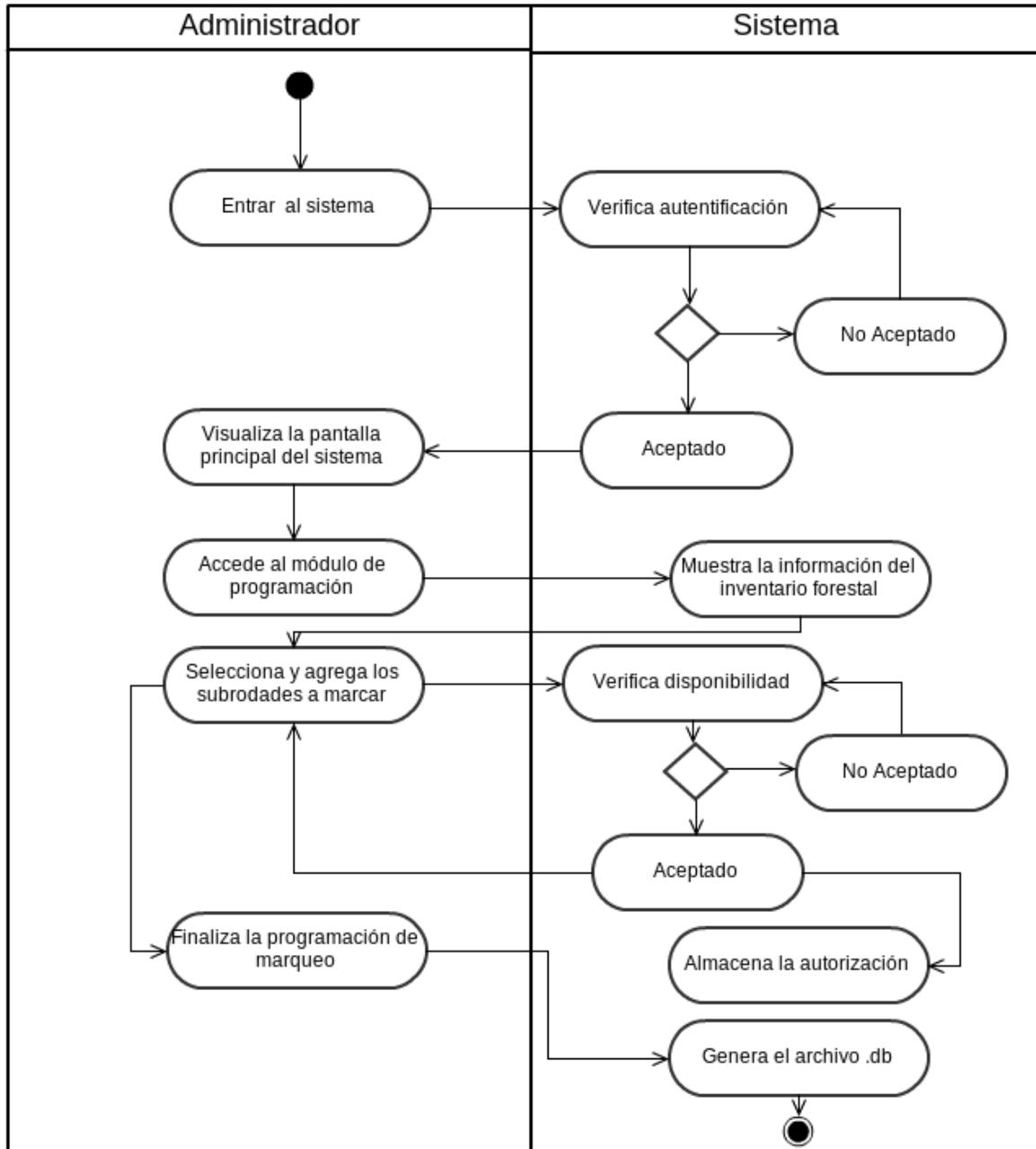


Figura 4.11 Diagrama de actividades para el proceso de programación de marquero.

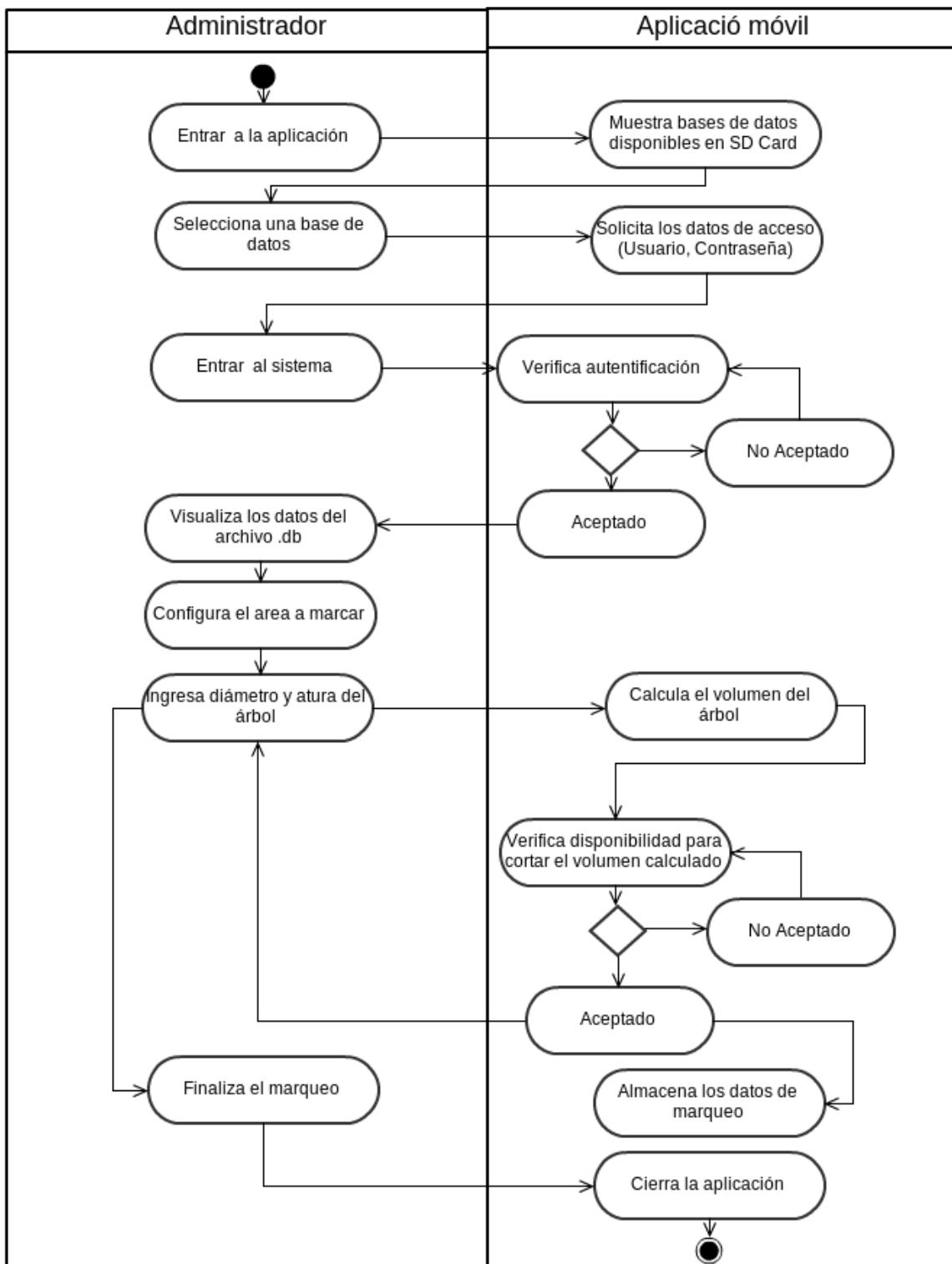


Figura 4.12 Diagrama de actividades para el proceso de marqueo con la aplicación móvil.

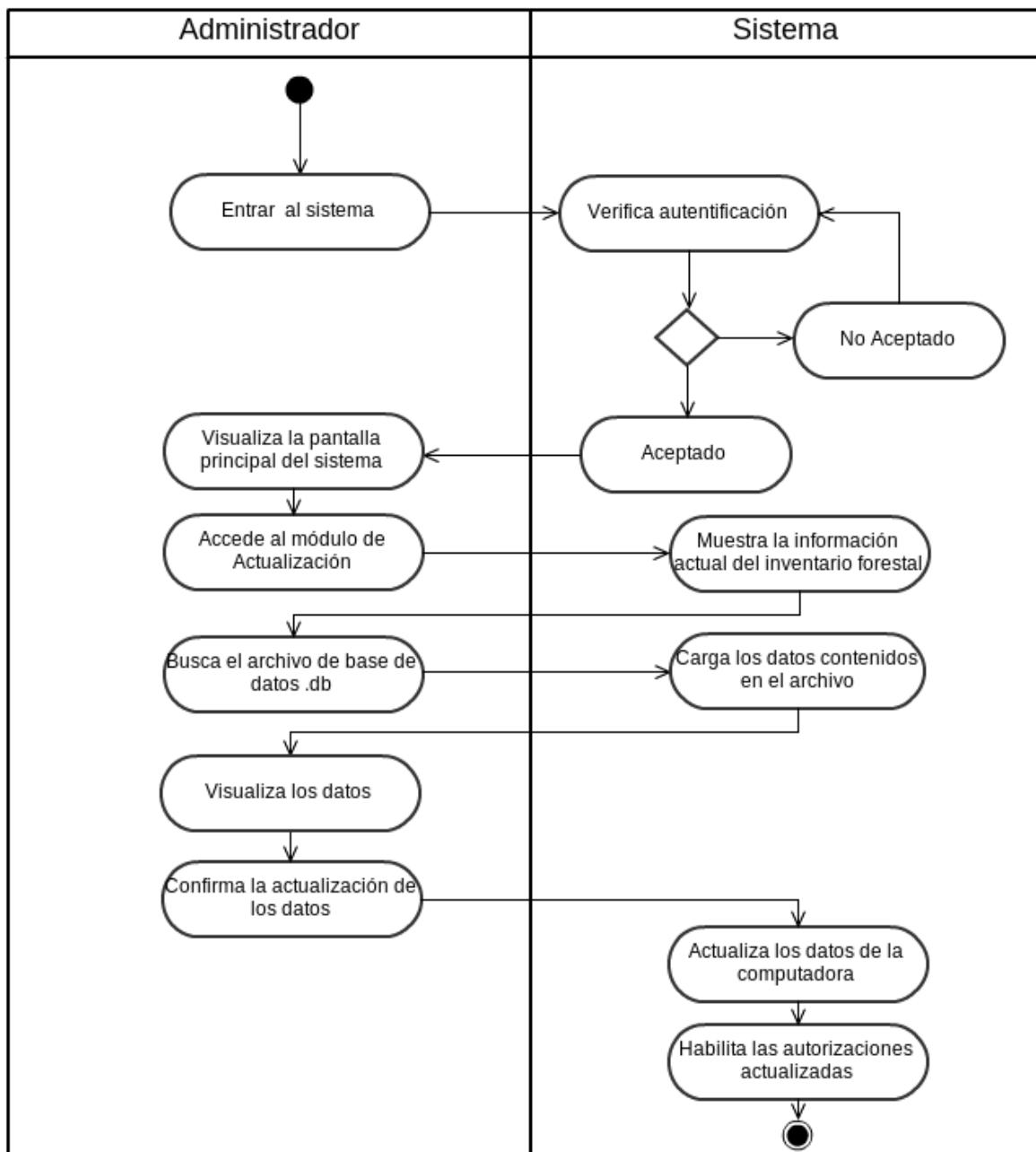


Figura 4.13 Diagrama de actividades para el proceso de actualización de los datos.

Capítulo 5

Desarrollo

Para alcanzar los objetivos planteados se utilizaron herramientas como Eclipse y Netbeans en el desarrollo de las interfaces para la aplicación móvil y de escritorio, MySQL para el manejo de los datos en la computadora y SQLite para almacenar los datos en el dispositivo móvil. Precedentemente se plantean las características de cada una de ellas y se describe las razones por las que se han escogido como instrumentos para desarrollar la solución propuesta.

En este apartado se muestra el resultado del trabajo hecho para el sistema de escritorio como elemento primordial para generar el archivo SQLite que será utilizado posteriormente con la aplicación móvil. En este capítulo no se menciona cómo utilizar cada una de las opciones dentro de las herramientas creadas, para un mejor entendimiento en el consumo de sus funciones se incluye al final en los anexos un manual de usuario.

5.1. Desarrollo del Sistema de escritorio

Al final de la metodología propuesta y con la aplicación de los casos de uso, el diseño de la base de datos, y los diagramas UML anteriormente detallados, se obtiene como producto final un sistema de escritorio, el cual al iniciar muestra el módulo de control de acceso de usuario (*Figura 5.1*).

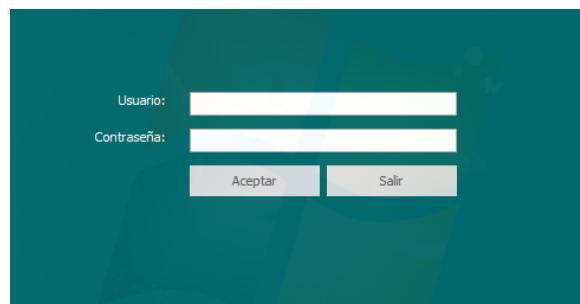


Figura 5.1 Acceso al sistema.

Para iniciar sesión en el sistema se debe proporcionar un usuario y una contraseña válida, dependiendo de los privilegios de usuario se mostrará respectivamente la ventana principal de usuario o la ventana principal de administrador. (*Ver figura 5.2*).



Figura 5.2 Inicio de sesión en modo administrador.

Se puede observar que el sistema cuenta con un menú de 6 módulos ubicados en la parte lateral izquierda, donde las más importantes se muestran en la *figura 5.3*. El módulo **Usuarios** tiene una relación particular con el control de acceso, ya que mediante una ventana (*Figura 5.4*) provee al administrador la posibilidad de editar, eliminar y crear usuarios para acceder al sistema, y así se cumple uno de los objetivos planteados en la *tabla 6.1*.

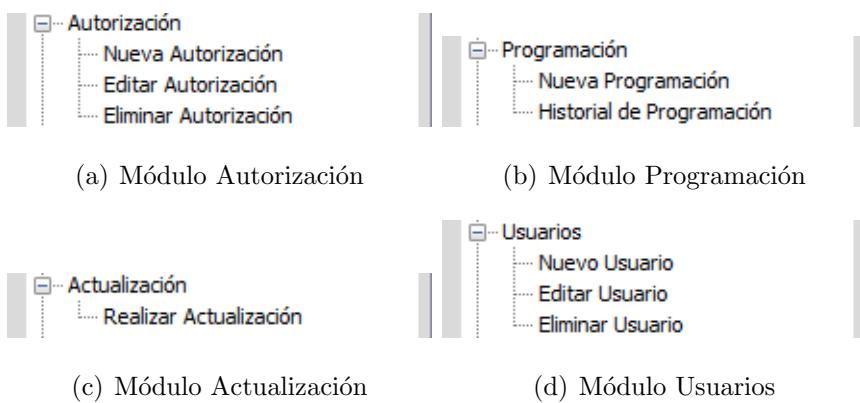


Figura 5.3 Acceso a los módulos mediante la barra de menú del sistema.

Para el módulo **Autorización**, ya descrito su función dentro del apartado de análisis y diseño del sistema, se creó la ventana de la *figura 5.5* con el fin de poder agregar a la base de datos MySQL la información de una nueva autorización de corta, se cubre así el objetivo de la *tabla 4.2*.

Para cumplir con los requerimientos descritos en la *tabla 4.3* y en base a la división del problema en módulos se accede a la funcionalidad de ésta mediante el apartado **Programación** inciso (b) de la *figura 5.3*, la cual muestra en seguida la ventana de la *figura 5.6*, en donde se pueden buscar los datos del inventario forestal y así generar el archivo SQLite con la información necesaria para ser procesada posteriormente en el tablet electrónico.

Administración de usuarios

- [Nuevo Usuario](#)
- [Actualizar Usuario](#)
- [Eliminar Usuario](#)

* Campos obligatorios

Información de usuario

Usuario:

Password:

Repassword:

Información Personal

Nombre:

Apellidos:

Teléfono:

Municipio:

Privilegios

Administrador

Usuario

[Agregar Usuario](#)

Figura 5.4 Operaciones para el módulo usuarios.

Autorizados

- [Nueva Autorización](#)
- [Editar Autorización](#)
- [Eliminar Autorización](#)

Localidad: [+] [-]

Anualidad: [+] [-]

Rodal: [+] [-]

Subodal: [+] [-]

Tratamiento: [+] [-]

Genero: [+] [-]

Especie: [+] [-]

Vol. Autorizado:

[Agregar](#)

Figura 5.5 Operaciones para el módulo autorización.

Para concluir con los objetivos del sistema de escritorio (*Tabla 4.4*), se desarrolló el módulo de **Actualización** (*Figura 5.7*), esta entra en función una vez terminado el marqueo y la actualización de los volúmenes dentro del tablet, para después facilitar el reajuste de los datos almacenados en la computadora.

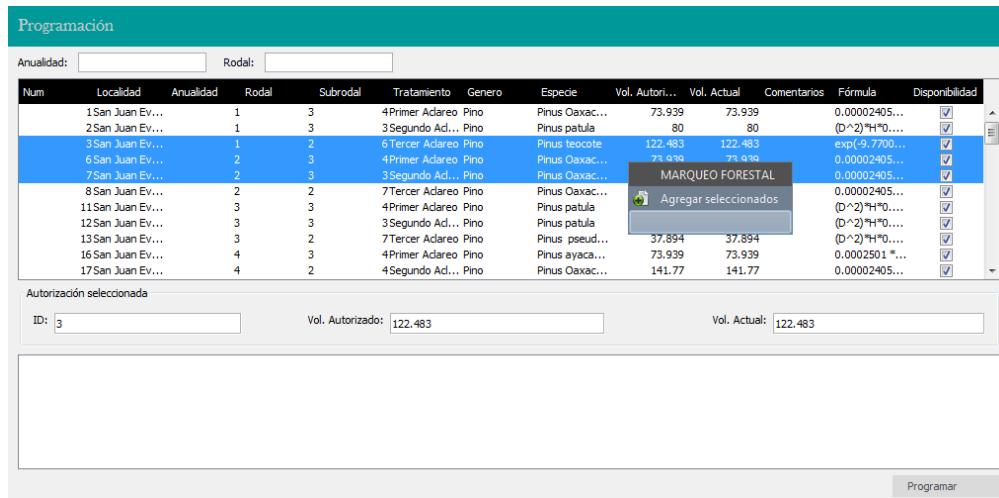


Figura 5.6 Acciones para el módulo Programación.

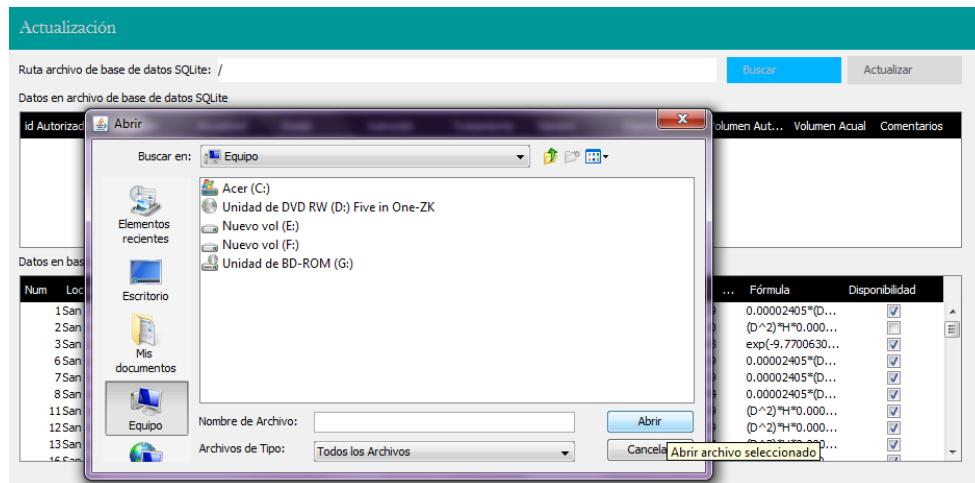


Figura 5.7 Interfaz de operaciones para el módulo Actualización.

5.2. Desarrollo de la Aplicación móvil

Por otro lado la parte más importante de este trabajo y de la cual hace referencia el título con “aplicación móvil”, se concluye con el desarrollo de la aplicación basada en el sistema operativo para móviles Android, al iniciar muestra la pantalla de la *figura 5.8* en la que se visualizan los archivos de base de datos SQLite cargados en la tarjeta de memoria externa para brindar la posibilidad de escoger el archivo con que se desea trabajar.



Figura 5.8 Pantalla inicial de la aplicación.

En la interfaz principal de la aplicación se proporcionan tres tabs (*Figura 5.9*), con esto se implementan los tres módulos planteados para la misma.



Figura 5.9 Menú de acceso a las operaciones de la Aplicación móvil.

El módulo **Configuración** (*Figura 5.10*) se expone para que el técnico pueda seleccionar su área de trabajo, así como el género y especie sobre la cual empezará a trabajar, con esto se cumplen los objetivos planteados en la *tabla 4.5*.

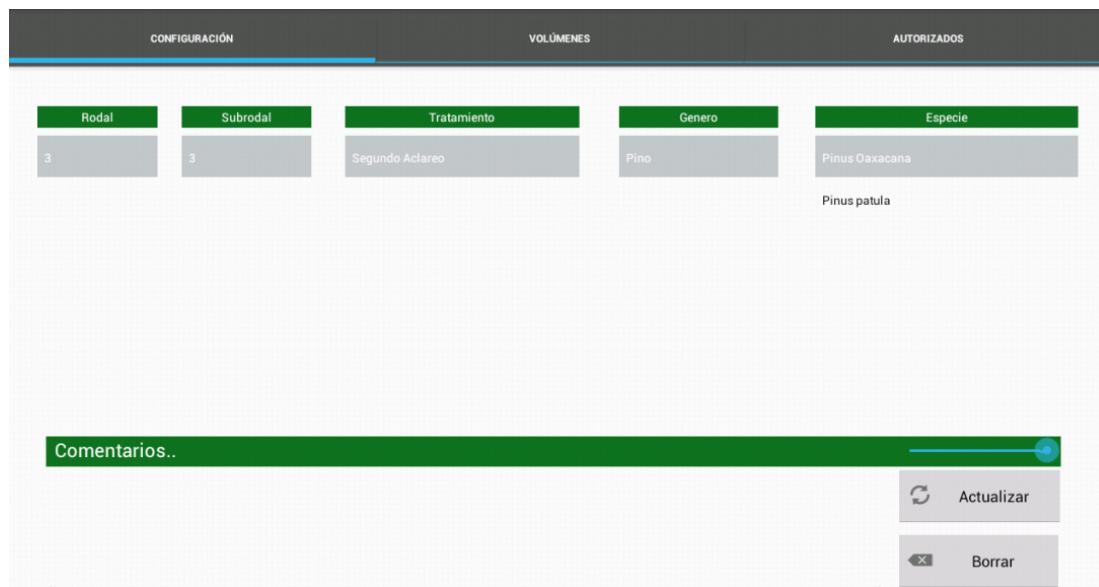


Figura 5.10 Ventana de operaciones para el módulo configuración.

En su conjunto los objetivos de la *tabla 4.6*, *4.7*, *4.8* y *4.9* se implementan en el segundo tab **Volúmenes** (*Figura 5.11*).

Y por último la visualización de los datos contenidos en el tablet (*Figura 5.12*) para darle así al técnico forestal una perspectiva general de sus volúmenes disponibles.

CONFIGURACIÓN			VOLÚMENES		AUTORIZADOS	
			0.0			
7	8	9	CE	D:	0.0	
4	5	6	MARCAR	H:	0.0	
1	2	3	DESMARCAR	Vol. Autorizado:	39.219	
0	.	=	D	Vol. Actual:	39.219	

Figura 5.11 Ventana de operaciones para el módulo marqueo.

CONFIGURACIÓN			VOLÚMENES		AUTORIZADOS	
Información del inventario forestal:			Marceos realizados:			
2 - San Juan Evangelista Analco	226 - San Juan Evangelista Analco		226 - 2013-06-15 03:05:32 D:490 - H:250	226 - 2013-06-15 03:06:17 D:180 - H:50	226 - 2013-06-15 03:10:19 D:340 - H:250	226 - 2013-06-15 03:10:09 D:280 - H:250
			226 - 2013-06-15 03:11:55 D:290 - H:250	226 - 2013-06-15 03:12:56 D:180 - H:250	226 - 2013-06-15 03:13:52 D:350 - H:250	226 - 2013-06-15 03:14:00 D:230 - H:250
				Volumen marcado: 44.271 m ³		

Figura 5.12 Información del inventario forestal y marqueos realizados.

Capítulo 6

Resultados

El objetivo de este capítulo es presentar las pruebas de usabilidad y caja negra que validan el correcto funcionamiento de la propuesta planteada en esta tesis. Para la realización de las pruebas se generó, a partir del código fuente, un archivo con extensión .apk asociado a las aplicaciones para dispositivos Android. Este archivo fue instalado en un dispositivo Acer Iconia Tab A500, con la versión 4.0 de Android Ice Cream Sandwich, procesador NVIDIA Tegra 2 de 1GHz y 1GB en memoria RAM DDR2.

6.1. Pruebas de usabilidad

Uno de los atributos de calidad clave en el desarrollo de software y característica importante que deben poseer todos para satisfacer las necesidades de los usuario finales es la usabilidad. Aunque mientras se desarollo la aplicación propuesta, se mantuvo un enfoque basado en la comunicación con el consumidor para así adaptar las funcionalidades hacia los requerimientos del mismo, es importante conocer el grado de usabilidad que permite la aplicación móvil.

Dentro de la gran variedad de pruebas de software existentes todas persiguen una meta en común (identificar y rectificar las deficiencias del software). En esta prueba se intenta

asegurar que la aplicación sea fácil de aprender y de usar, su uso sea satisfactorio, provea utilidad y funcionalidad y cumpla el cometido para la cual fue desarrollada.

Existen cuatro tipos diferentes de pruebas de usabilidad que son: Prueba de exploración, Prueba de evaluación, Prueba de validación y Prueba de comparación [46]. Para realizar este estudio se implementaron los conceptos y metodologías de la llamada Prueba de evaluación. La cual es la más común de todas las pruebas y cuya finalidad es analizar la facilidad con que un usuario puede realizar tareas previamente definidas e identificar las deficiencias de usabilidad que se presenten. Las pruebas fueron realizadas con la medición de volúmenes y diámetros de árboles reales para una mejor adaptación hacia el escenario real de trabajo. Como los técnicos forestales que emplearán el dispositivo móvil son usuarios principiantes en el manejo de este tipo de aparatos, las pruebas de usabilidad se aplica para cualquiera que tenga una edad considerada para el manejo del tablet.

6.1.1. Diseño y construcción de la prueba de usabilidad

A partir de las ideas previamente mencionadas, se diseñó y construyó una prueba de usabilidad para la aplicación móvil con el fin de examinar en diferentes usuarios reales la capacidad de respuesta de la aplicación. Para llevar a cabo este estudio se considero una muestra de 4 personas con edades entre los 19 y 40 años. Todos los usuarios que realizaron la prueba tenían conocimientos previos acerca de las técnicas de marcaje forestal maderable.

Una vez que se obtienen los datos del usuario, se le indica que realice una serie de tareas que son mostradas a continuación.

Al finalizar las tareas de la *tabla 6.1*, a los usuarios se les aplicó un cuestionario (*Tabla 6.2*) con el fin de evaluar su experiencia respecto al uso de la aplicación, para detectar y corregir con estos resultados las fallas cometidas durante el desarrollo y diseño.

Instrucciones para los usuarios	
1	Escuchar las instrucciones para iniciar la aplicación. a) Localizar el icono de acceso e iniciar la aplicación.
2	Iniciar sesión en la aplicación. a) Iniciar sesión con el dato de usuario y contraseña que se proporcionen.
3	Configurar el área de marqueo. a) Indicar el rodal, subrodal, tratamiento, género y especie con que se trabajará.
4	Realización de marqueos. a) Introducir la cantidad indicada como diámetro. b) Cambiar el modo del teclado para recibir alturas. c) Introducir la cantidad indicada como altura. d) Realizar el marqueo.
5	Cambiar la especie. a) Regresar al modulo configuración y cambiar la especie del árbol. b) Introducir la cantidad indicada como diámetro. c) Cambiar el modo del teclado para recibir alturas. d) Introducir la cantidad indicada como altura. e) Realizar el marqueo.
6	Cancelación de marqueos. a) Ir al modulo Autorizados. b) Seleccionar y eliminar un marqueo.
7	Desmarcar un árbol. a) Introducir la cantidad indicada como diámetro. b) Cambiar el modo del teclado para recibir alturas. c) Introducir la cantidad indicada como altura. d) Realizar el desmarqueo.

Tabla 6.1 Tarea de los participantes en las pruebas de usabilidad

NOMBRE:					
EDAD:					
<p>INSTRUCCIONES: A continuación se presentan 6 preguntas que podrás contestar en escala de muy poco a completamente, siendo la primera la calificación más baja y la ultima la más alta con el fin de evaluar tu experiencia con la aplicación móvil de marqueo forestal maderable.</p>					
PREGUNTAS	muy poco	poco	bueno	muy bueno	muy seguro
¿La aplicación es una buena alternativa para remplazar las hojas de papel?					
¿Te parece una buena herramienta para la realización de marqueos forestales?					
¿La interacción con la interfaz del sistema te pareció la adecuada?					
¿Los mensajes al interactuar con la aplicación te parecieron suficientes?					
¿La manera de agrupar la información te pareció la adecuada?					
¿La interacción con el teclado numérico te pareció intuitiva?					
¿Tiene algún otro comentario?:					

Tabla 6.2 Encuesta de evaluación de experiencia de usuario.
93

6.1.2. Resultados de la prueba de usabilidad

Después de aplicar las pruebas correspondientes (*Tabla 6.1*), se analizo la información generada. Por medio de las encuestas de evaluación aplicada a los usuarios (*Tabla 6.2*), fue posible determinar de manera clara las necesidades de la aplicación.

Dentro de las observaciones que aportaron los usuarios se detecto y ataco la siguiente necesidad.

- Durante la configuración del área en donde se llevará acabo el marqueo, se detecto que esta configuración se reiniciaba al cambiar de pestaña, lo que provocaba un consumo de tiempo en volver a configurar cuando el marqueo se realiza a otra especie de árbol. Para solucionar este problema, se cambio el tipo de configuración a estática, para que al cambiar la especie del árbol, el usuario sólo tenga que cambiar este dato y no volver a especificar en que rodal, subrodal se está llevando acabo el marqueo.

6.2. Pruebas de caja negra

Dentro de la gran cantidad de tipos de prueba existente, se han considerado dos enfoques complementarios para seleccionar casos de prueba, denominados *caja blanca* y *caja negra* [47]. Las técnicas de caja blanca, también denominadas pruebas de estructurales, utilizan el código fuente del programa, y especialmente su estructura de control, para seleccionar casos de prueba. Por otro lado, las técnicas de caja negra o funcionales, obtienen casos a partir de los requisitos funcionales del programa a probar, por lo que no se tiene en cuenta la forma en que se codifica esa funcionalidad, sino que se considera únicamente las entradas y salidas.

Los casos de prueba de caja negra se aplican en la funcionalidad general del programa o de algún componente específico. El componente a evaluar se ve como una “Caja Negra” cuyo comportamiento sólo puede ser determinado con el estudio de sus entradas y las

salidas obtenidas a partir de ellas. No obstante, como el estudio de todas las posibles entradas y salidas de un programa sería intratable; para esta aplicación móvil se tomó un conjunto de funcionalidades para realizar las pruebas.

6.2.1. Diseño y construcción de las pruebas de caja negra

Para seleccionar el conjunto de entradas y salidas sobre las que hay que trabajar, hay que tener en cuenta que en todo programa existe un conjunto de entradas que causan un comportamiento erróneo en el sistema, y como consecuencia producen una serie de salidas que revelan la presencia de defectos. Dado que la prueba exhaustiva es imposible, el objetivo final en esta prueba es encontrar una serie de datos de entrada cuya probabilidad de causar un comportamiento erróneo sea lo más alto posible.

A continuación se detalla el primer caso de prueba así como el procedimiento de prueba correspondiente para el caso, los demás se pueden encontrar en el Anexo A con las actividades más probables a ocurrir durante la utilización del sistema desarrollado.

Caso de prueba 01: Agregar registros de autorizacion	
Descripción	El usuario selecciona varios registros de autorizaciones y las agrega a la programación de marqueo para generar posteriormente el archivo de base de datos SQLite.
Entradas	Elegir el módulo Programación/Nueva programación y agregar varios registros a la tabla de la cual se generará el archivo SQLite.
Salidas	Bloqueo de registros agregados y aparición en la tabla inferior con los demás registros seleccionados.
Condiciones	En el sistema deberán estar registrados previamente las autorizaciones del plan de manejo forestal.

Tabla 6.3 Caso de prueba caja negra 01

Para que los casos de prueba se efectúen de la manera correcta, es necesario seguir los siguientes procedimientos de prueba:

Procedimiento de prueba 01: Agregar registros de autorización	
1	En el menú principal del sistema dirigirse a Programación/Nueva programación
2	En la primera tabla, seleccionar los registros que se deben agregar en el archivo SQLite
3	Sobre la selección clic derecho para mostrar el menú emergente y escoger (Agregar seleccionados)
4	Si se desean agregar más registros, repetir el mismo procedimiento anterior.

Tabla 6.4 Procedimiento de prueba caja negra 01

6.2.2. Resultados de las pruebas de caja negra

Con el seguimiento de cada caso de prueba anteriormente planteados y con sus respectivos procedimiento de prueba, se pudo comprobar el correcto funcionamiento del sistema de escritorio al igual que la aplicación móvil durante la ejecución de las tareas realizadas sobre ellas.

En cada una de estas pruebas, con las entradas especificadas se obtuvo la salida esperada, se asegura entonces que los procesos posteriores se efectuaran de forma correcta y se obtendrá así información confiable y precisa como se planteaba al principio de la investigación.

6.3. Pruebas de rendimiento

Las pruebas de rendimiento consisten en la evaluación del rendimiento del sistema bajo condiciones normales de operación usualmente con la ayuda de determinada instrumentación [48].

6.3.1. Aplicación de la prueba de rendimiento

Uno de los requisitos principales demandado por la organización UZACHI al plantear esta aplicación es el rendimiento de la misma, con la suficiente capacidad de registrar el mismo número de marqueos en ella como con las hojas de papel. Para comprobar la utilidad de ésta, se trabajo con el sistema durante un día a la par con el registro manual de marqueos.

Durante las pruebas se recolectaron los datos mostrados en el *Anexo D* incluidos en el CD que acompaña esta tesis.

6.3.2. Resultados de las pruebas de rendimiento

Con la prueba de rendimiento realizada podemos concluir entonces que:

- Durante un día de trabajo con la aplicación móvil no habrá inconveniente para registrar el mismo número de marqueos forestales como con las hojas de papel.
- La aplicación móvil ofrece la ventaja de visualizar el total del volumen marcado hasta el momento así como el volumen restante dentro de la autorización en el plan de manejo forestal, información que de realizarse el proceso de manera manual, no se tendría disponible al momento de realizar el marqueo.
- Almacenamiento digital de la información organizada en base de datos que facilita el procesamiento posterior.

Capítulo 7

Conclusiones y recomendaciones

Una vez concluidas las principales tareas planteadas durante el análisis y diseño del sistema, es el momento de realizar un balance y análisis de los resultados obtenidos. A partir de los objetivos inicialmente especificados, se plantea lo siguiente.

7.1. Conclusiones

Una vez realizada las pruebas de rendimiento sobre la aplicación móvil planteada, se pueden comprobar las ventajas y afirmar que la capacidad de procesamiento de estos dispositivos es lo suficientemente rápido para calcular los volúmenes de los árboles de manera instantánea, mientras que el soporte en tarjetas SD simplifica la carga y descarga de los datos, facilitando con ello un control adecuado de la información con la ayuda de sistemas de base de datos SQLite. En su conjunto todas estas ventajas pueden brindar la generación de información confiable y precisa para asegurar con esto que la organización UZACHI tenga una herramienta que aporte datos confiables en la toma de decisiones. Se contrastó con la hipótesis la portabilidad de estos dispositivos en relación con las maquinas de escritorio, con ello el procesamiento de la información vinculada al marco forestal maderable se puede llevar a cabo sin dificultad alguna.

Con las utilidades demostradas, se puede implementar el uso de las aplicaciones móviles para los demás procesos que conlleva la extracción forestal, aserrío y procesamiento primario de la madera, así como la utilización en levantamiento de información en campo, beneficiando con todo ello una mejor organización de los datos.

Para versiones posteriores de la aplicación se recomienda georeferenciar el recurso maderable, también agregar etiquetas en forma de códigos de barra a los árboles para un mejor manejo en las base de datos, mismas que pueden ser exportados a sistemas de información geográfica(SIG) o aplicaciones Ciente/Servidor.

Los objetivos planteados para este proyecto se han cumplido de forma satisfechos. El balance obtenido del mismo es positivo, ya que se ha conocido de forma amplia un nuevo y prometedor sistema operativo para dispositivos móviles, capaz de solucionar los problemas planteados al inicio de la investigación, sin embargo como se planteaba al comienzo de esta tesis, las comunidades de la región de la Sierra Juárez han tenido un lento proceso de inmersión en la tecnología, por ello la implementación de la aplicación propuesta para la organización UZACHI queda a consideración de la misma.

7.2. Recomendaciones

Es posible afirmar que los dispositivos móviles se han convertido en la herramienta adecuado para el ser humano HCI (Human Computer Interface), sin embargo la mayoría de los usuarios actualmente olvida que los dispositivos móviles se enfrentan con amenazas similares que la computadora personal. La pérdida de alguno de estos dispositivos, o de la información que contiene, puede ser un contratiempo importante, no sólo se tiene que sustituir el terminal extraviado, sino se corre el riesgo de perder la información contenida en ella.

Por lo tanto es importante protegerse el dispositivo móvil contra las amenazas más comunes que tienden a ocurrir. En cuanto al marqueo forestal maderable algunas recomendaciones son:

- **Bloquear el dispositivo mediante un número de identificación personal (PIN) o contraseña:** Aunque la aplicación móvil tenga implementado el control de acceso, es recomendable adoptar esta medida de seguridad para impedir el acceso no autorizado a los datos de marqueo.
- **Configurar el dispositivo para ahorrar energía:** Para prolongar el tiempo de duración de las baterías y teniendo en consideración que se trabajará en un lugar aislado de energía eléctrica, se aconseja activar la opción modo de ahorro de energía en la tableta, se recomienda también, que durante los tiempos de descanso o caminata al próximo árbol a marcar se bloquee el dispositivo para ahorrar la energía gastada en iluminar la pantalla.
- **Crear una copia de seguridad de los datos:** En caso de descomposición, extravió de la tarjeta de memoria o eliminación accidental de los datos, se recomienda realizar una copia de seguridad de los archivos SQLite en donde se ha almacenado la información de marqueo.
- **Protección contra agua:** Con el trabajo de campo y en épocas de lluvia, la probabilidad de que el agua entré en los puertos de audio y recarga son altas, para evitarlo se recomienda comprar una funda protectora para el dispositivo móvil que lo proteja en caso de lluvias ó bien comprar un dispositivo contra agua, con esto se obtiene una gran ventaja frente a las hojas de papel ya que con estas no se puede trabajar mientras esté lloviendo.

7.3. Trabajos futuros

Sin olvidar que una de las partes importantes en el desarrollo de aplicaciones comienza una vez concluida la primera versión de la aplicación, se proponen las siguientes adaptaciones a la aplicación móvil:

- Durante el desarrollo de la aplicación se descartaron algunas funcionalidades por tiempo de respuesta de las mismas, una de ellas es la georeferenciación de los árboles mediante el GPS incluido en los dispositivos, esto se relevó ya que el tiempo de respuesta para obtener la posición no fue lo suficientemente rápida interfiriendo con el proceso de marqueo. En un futuro si los dispositivos llegarán a incrementar la rapidez de respuesta de este componente se podría implementar sin ningún problema en la aplicación. Otra opción es obtener el dato con un dispositivo GPS alterno.
- Por otro lado, es importante facilitar al usuario el proceso de carga y descarga del archivo de base de datos SQLite, para esto es aconsejable implementar la sincronización inalámbrica facilitando la transferencia de los datos entre el dispositivo y la computadora.

Bibliografía

- [1] Ordóñez, Díaz M. de J. & Briones Salas, M. (2004). *Biodiversidad de Oaxaca*. Primera edición. Redacta.
- [2] Cosmes, M. (2003). *Monografía de Capulalpam de Méndez*. Ayuntamiento Municipal de Capulalpam, Ciudad de Oaxaca.
- [3] Barton, Bray D. & Merino Pérez, L. (julio 2004). *La experiencia de las comunidades forestales en México*. Instituto Nacional de Ecología. INE-SEMARNAT.
- [4] Daniel J. Zarin & Janaki R. R. Alavalapati & Frances E. Putz and Marianne Schmink. (Diciembre 2004). *Working Forests in the Neotropics: Conservation through Sustainable Management?*. Columbia University Press.
- [5] Zelkovitz, M. V. & Chaw, A. C. & Gannon, J. D. (1979). *Principles of Software Engineering and Desing*. Prentice-Hall. Englewoods Ciif.
- [6] Beck, K. (1999). *Extreme Programming Explained*. Embrace Change. Pearson Education.
- [7] Sommerville, Ian. (2005). *Ingeniería del software*. Séptima edición. Pearson Education.
- [8] Lee, W. (2012). *Beginning Android 4 Application Development*. Wiley / Wrox.

- [9] Amaro Soriano J. E. (2012). *Android: Programación de dispositivos móviles a través de ejemplos*. MARCOMBO, S.A.
- [10] Arroyo Vázquez N. (Dic. 2011). *Información en el móvil*, UOC.
- [11] Burnette, E. (2010). *Hello, Android: Introducing Google's Mobile Development Platform (Pragmatic Programmers)*. The Pragmatic Programmers.
- [12] Girones, J. T. (2011). *El Gran Libro de Android*. Barcelona: MARCOMBO, S.A..
- [13] Smith D. & Friesen, J. (2011). *Android Recipes: A Problem-Solution Approach*. Apress.
- [14] Pons O., Marín N., Medina J.M., Acid S. y Vila M.A. (2005). *Introducción a las bases de datos, el modelo relacional*. Madrid España: Paraninfo.
- [15] Cobo Yera, Ángel. (2008). *Diseño y programación de base de datos*. Madrid (España): Visión Libros.
- [16] Thibaud, Cyril. (2006). *MySQL 5: Instalación, implementación, administración, programación*. Cornellá de Llobregat: Ediciones ENI.
- [17] Gilfillan, Ian. (2003). *La Biblia De Mysql*. Madrid: Anaya Multimedia.
- [18] Owens, Allen, Grant. (2010). *The definitive guide to SQLite*. 2nd Edition, APRESS.
- [19] Sibsankar, H. (2011). *SQLite Database System: Design and Implementation*. Motorola Mobility Inc.
- [20] Carrillo Espinosa, G. (2008). *Casos prácticos para muestreo e inventarios forestales*. (1a. ed.). México: Universidad Autónoma Chapingo.
- [21] Ferreira Rojas, Oscar. (1990). *Manual de inventario forestal*. (1a. ed.). Siguatepeque, Honduras : Escuela Nacional de Ciencias Forestales.

- [22] Rodríguez, A. (1999). *Producción forestal fundamentos: antología*. San José, C.R.: Universidad Estatal a Distancia.
- [23] Detlefsen, G. & Gutiérrez Montes, I. & Galileo, Rivas G.. (2007). *Escuela de campo para promotores y promotoras de La Selva Chiapas, México: Manejo forestal cuaderno de capacitación*. Chiapas, Mexico.
- [24] Stallman, R. M. (2004). *Software libre para una sociedad libre*. (1a. ed.). Madrid: Traficantes de Sueños.
- [25] Salavert, I. (2000). *Ingeniería del software y bases de datos, tendencias actuales*. Cuenca: Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha.
- [26] Boudreau, T., & Glick, J. (2012). *NetBeans the Definitive Guide*. Sebastopol: O'Reilly Media.
- [27] Aumaille, B. (1999). *Java 2*. London: ENI Pub..
- [28] Anjou, J. (2005). *The Java developer's guide to Eclipse*. (2nd ed.). Boston: Addison-Wesley.
- [29] Rojas, J. V. (2008). *Consulta y actualización de base de datos mediante equipos móviles*. Medellín Colombia: Instituto Tecnológico Metropolitano (ITM).
- [30] Camazón, J. N. (2011). *Sistemas operativos monopuesto*. Madrid: Editex.
- [31] Parsons, J. J., & Oja, D. (2004). *Nuevas perspectivas: conceptos de computación*. (6a ed.). México D.F.: Thomson Learning
- [32] Clarke, G. E., & Tetz, E. (2009). *CompTIA A+ certification all-in-one for dummies*. (2nd ed.). Hoboken, N.J.: Wiley.
- [33] González Luque, Remedios. (2011). *Química general para las ciencias ambientales*. 1 ed. Publicacions Universitat Valencia.

- [34] Cobo, P., & Requena, M. (1997). *Sistemas operativos: teoría y práctica*. Madrid: Díaz de Santos.
- [35] Letham, L. (2001). *GPS fácil uso del Sistema de Posicionamiento Global*. (3rd ed.). Seattle, WA: Mountaineers.
- [36] Tretola, R. (2011). *Developing BlackBerry Tablet applications with Flex 4.5*. Sebastopol, CA: O'Reilly.
- [37] Nahavandipoor, V. (2012). *iOS 5 programming cookbook: solutions & examples for iPhone, iPad, and iPod touch apps*. Farnham O'Reilly.
- [38] Novák, I. (2012). *Beginning Windows 8 application development*. Indianapolis, IN: John Wiley & Sons.
- [39] McFedries, P. (2012). *Teach yourself visually Windows 8 tablets*. Hoboken, N.J.: Wiley.
- [40] Gargenta, M. (2011). *Learning Android*. Sebastopol, Calif.: O'Reilly.
- [41] Hashimi, S. Y., Komatineni, S., & MacLean, D. (2010). *Pro Android 2*. New York: Apress :.
- [42] Felker, D. (2011). *Android Application Development For Dummies*. (1. Aufl. ed.). Weinheim: Wiley-VCH-Verl..
- [43] Sommerville, I., & Galipienso, M. I. (2005). *Ingeniería del software*. Madrid: Pearson Addison-Wesley.
- [44] Rivera, Fray León O. (2008). *Bases de datos relacionales. Teoría y práctica*. Primera ed. Instituto Tecnológico Metropolitano.
- [45] Alarcón, V. (2006). *Desarrollo de sistemas de información una metodología basada en el modelado*. (1a. ed.). Barcelona: UPC.

- [46] Jeffrey Rubin, Dana Chisnell, Jared M. Spool. (2008). *Handbook of Usability Testing: How to Plan, Design, and Conduct Effective Tests*. (2nd edition). United Kingdom: Illustrations.
- [47] Beizer, Boris. (1990). *Software Testing Techniques*. (2nd edition). Van Nostrand Reinhold
- [48] Sánchez, J.S., Chalmeta, R., Coltell, O., Monfort, P. y Campos, C. (2003). *Ingeniería de Proyectos Informáticos: Actividades y Procedimientos*. (12, Ed). Col.lecció Universitas: Universitat Jaume I.
- [49] Rainforest Alliance. Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible. (Mayo de 2002). Resumen Público de Certificación de Unión de Productores Forestales Zapotecas-Chinantecas de la Sierra de Juárez de R.I. (UZACHI). SmartWood.
- [50] IEEE. (1993). IEEE Software Engineering Standard 729-1993: Glossary of Software Engineering Terminology. IEEE Computer Society Press.
- [51] Universidad Nacional Autónoma de México. (2010, August). Dispositivos móviles. Seguridad, Cultura de prevención para TI, 7, 19.
- [52] CONABIO. 10 Enero 2013. <http://www.conabio.gob.mx/institucion/snib/doctos/acerca.html>.
- [53] SEMARNAT. 10 Enero 2013. <http://www.semarnat.gob.mx/conocenos/Paginas/quehacemos.aspx>.
- [54] Pearse, Fred. 09 Enero 2013. http://e360.yale.edu/feature/by_barcoding_trees_liberia_looks_to_save_its_rainforests/2406/.
- [55] Powell, Richard. 10 Enero 2013. <http://news.bbc.co.uk/2/hi/africa/8039080.stm>.

- [56] Universida de Federal de Santa Maria. 10 Enero 2013. https://play.google.com/store/apps/details?id=com.crcampeiro.florestal&feature=search_result.
- [57] Android. 10 Enero 2013. <https://developer.android.com/sdk/exploring.html>.
- [58] Oracle. 19 Feb. 2013. http://www.java.com/es/download/faq/whatis_java.xml24/0t/2012.
- [59] Kingston. 19 Febrero 2013. http://www.kingston.com/latam/flash/microsd_cards.
- [60] Apple. 16 Febrero 2013. <https://www.apple.com/mx/ipad/ipad-2/specs.html>.
- [61] Samsung. 19 Febrero 2013. <http://www.samsung.com/global/microsite/galaxytab/10.1/spec.html>.
- [62] Acer. 19 Febrero 2013. <http://us.acer.com/ac/en/US/content/model-datasheet/HT.HAAAAA.002>.
- [63] Microsoft. 21 Febrero 2013. http://windows.microsoft.com/es-MX/windows/buy?ocid=GA8_0_WOL_DIS_NewLook_FPP_Null.



Anexo A: Casos y procedimientos de prueba de caja negra

Realizado por: Macario Felipe Lázaro

Mayo 2013

Anexo A: Casos y procedimientos de prueba de caja negra.

En este anexo se muestran los casos de pruebas con sus respectivos procedimientos de prueba de caja negra implementadas para evaluar los procesos más importantes en la aplicación móvil así como en el sistema de escritorio desarrollada.

1.1. Casos de prueba de caja negra

En total se evaluó el sistema propuesto con 6 casos de prueba, los procedimientos considerados más importantes fueron: el proceso de generación del archivo SQLite la cual contendrá los datos del plan de manejo forestal a trabajar en campo, la extracción de este archivo de la computadora hacia el dispositivo móvil, comprobación del cálculo exacto del volumen, la extracción del archivo SQLite modificado hacia la computadora y por último la actualización de los datos.

Caso de prueba 02: Generación del archivo SQLite	
Descripción	El usuario genera el archivo SQLite a partir de los registros de autorización agregados previamente.
Entradas	Agregados los registros de autorización en la programación, procede a realizar la programación.
Salidas	El sistema solicita la ruta de almacenamiento, una vez confirmado notificará al usuario que el archivo a sido creado correctamente.
Condiciones	deberán estar agregados ya uno o varios registros a la tabla de la cual se toman los datos para el archivo SQLite.

Caso de prueba 03: Copiar el archivo SQLite al SD Card de la tablet	
Descripción	Generado el archivo SQLite con el sistema de escritorio, el dispositivo móvil deberá reconocerlo una vez copiado en su tarjeta de almacenamiento externo.
Entradas	El archivo SQLite se copia en la tarjeta externa del dispositivo móvil.
Salidas	Al iniciar la aplicación móvil, está tendrá que reconocer el archivo y mostrarle al usuario la opción de trabajar con el.
Condiciones	La tarjeta externa deberá estar montado de nuevo en el dispositivo móvil.
Caso de prueba 04: Comprobar el cálculo exacto del volumen	
Descripción	El usuario realiza un cálculo simulando un marqueo para verificar que el resultado de la operación sea la correcta.
Entradas	Elegir dentro del modulo configuración una autorización con especie Pinus Patula e introducir los siguientes datos para el marqueo (<i>Diámetro: 45 Centímetros, Altura: 25 Metros</i>).
Salidas	La aplicación deberá mostrar al usuario el volumen calculado (<i>1.579 m³</i>).
Condiciones	En la base de datos montada en el dispositivo móvil deberá haber una autorización para el género Pinus Patula.
Caso de prueba 05: Cargar datos después del marqueo	
Descripción	El usuario carga los datos del volumen después de realizar el marqueo.
Entradas	En el sistema de escritorio dirigirse en Actualización/realizar nueva actualización y buscar el archivo SQLite en donde se realizó el marqueo.
Salidas	El sistema deberá visualizar los datos contenidos en el archivo.
Condiciones	Tener acceso al archivo SQLite.
Caso de prueba 06: Actualización de los volúmenes de marqueo	
Descripción	El usuario actualiza los volúmenes de autorización en la base de datos de la computadora.
Entradas	Una vez cargado los datos proceder a actualizar.
Salidas	El sistema actualiza los volúmenes disponibles y notifica al usuario que el proceso se realizó de forma correcta.
Condiciones	Tener acceso al archivo SQLite.

1.2. Procedimientos de prueba de caja negra

Para que los casos de prueba se efectúen de manera correcta es necesario seguir los procedimientos de caja negra mencionadas a continuación:

Procedimiento de prueba 03: Copiar el archivo SQLite al tablet.

- 1 Ejecutar el caso de prueba Generación del archivo SQLite
- 2 Conectar el dispositivo a la computadora para tener acceso a la tarjeta de almacenamiento externa, ó bien retirar esta tarjeta del dispositivo móvil e instalarla en la computadora.
- 3 Localizar la ruta del archivo SQLite generado anteriormente y copiar a la ruta raíz de la tarjeta.
- 4 Montar la tarjeta de nuevo en el dispositivo móvil.
- 5 Iniciar la aplicación móvil para verificar que se reconozca el archivo, se deberá mostrar en el menú de la aplicación junto con los demás archivos SQLite contenidos en la SD Card.

Procedimiento de prueba 04: Comprobar el cálculo exacto del volumen

- 1 Ejecutar el caso de prueba Copiar el archivo SQLite al SD Card de la tablet
- 2 Dentro de la configuración de la aplicación móvil, escoger una autorización sobre el género Pinus Patula
- 3 Dirigirse al modulo Volúmenes e introducir como diámetro 45 Centímetros y como Altura: 25 Metros)
- 4 Presionar el botón MARCAR
- 5 Al realizar esto la aplicación deberá notificar que la operación se realizó de manera correcta e indicar como cantidad calculada 1.579 m³.

Procedimiento de prueba 05: Cargar datos después del marqueo

- 1 Conectar el dispositivo a la computadora y acceder al archivo de base de datos SQLite en donde se realizó el marqueo.
- 2 En el sistema acceder al modulo Actualización/Realizar actualización.
- 3 Clic en el botón buscar y localizar el archivo SQLite.
- 4 Una vez localizado, seleccionar el archivo y presionar el botón abrir para que se carguen los datos

Procedimiento de prueba 06: Actualización de los volúmenes de marqueo

- 1 Ejecutar el caso de prueba: Cargar datos después del marqueo
- 2 Una vez cargado los datos, presionar el botón actualizar.
- 3 Con este proceso, esperar a que se notifique que se realizó de manera correcta.



Anexo B: Manual de Usuario

Aplicación Basada en Tecnología Móvil para el Control de
Marqueo Forestal Maderable

Versión 1.0.

Realizado por: Macario Felipe Lázaro

Mayo 2013

Índice

Anexo B: Manual de usuario para la aplicación móvil	1
1.1. Introducción	1
1.2. Objetivo de este manual	1
1.3. ¿Cómo acceder a la aplicación?	2
1.4. Configuración del área a trabajar	3
1.5. Realización de marqueo	4
1.6. Visualización de los datos contenidos en el archivo	4

Anexo B: Manual de usuario para la aplicación móvil

1.1. Introducción

En este documento se describe de forma clara y concisa cómo utilizar la aplicación móvil de control de marqueo forestal maderable para la organización “Unión de Comunidades Productoras Forestales Zapoteco-Chinanteca”.

La aplicación fue creada con el objetivo de brindar al técnico o al personal responsable de realizar los marqueos forestales, la posibilidad de agilizar las actividades relacionadas y ayudar a obtener información clara y confiable durante el proceso evitando así el cálculo manual de los volúmenes y el cotejo de estos datos en relación a la información del inventario forestal. Es de mucha importancia consultar este manual antes y/o durante la operación de la aplicación, ya que guiará al usuario paso a paso en el manejo de las funciones que en él se encuentran.

Con el fin de facilitar la comprensión del manual y el uso del sistema, se incluyen gráficos explicativos impresos de la misma herramienta.

1.2. Objetivo de este manual

El objetivo primordial de éste manual es ayudar y guiar al usuario a utilizar la aplicación móvil de control de marqueo forestal maderable, brindar información de las operaciones que se incluyen en el programa para poder despejar todas las dudas existentes; y comprender puntos como:

- cómo para acceder al sistema.
- cómo configurar el área de trabajo, y lo más importante,
- cómo realizar el marqueo forestal maderable.

1.3. ¿Cómo acceder a la aplicación?

Ubique el ícono de la aplicación en la tableta y presione sobre ella para iniciar (*Figura: 1.1*).



Figura 1.1 Acceso directo a la aplicación.

Una vez iniciada la aplicación, se mostrará la ventana inicial (*Figura: 1.2*) sobre la cual, en la parte inferior derecha podrá visualizar los archivos de base de datos que actualmente se encuentran dentro de la tarjeta de memoria externa, en caso de que se visualice uno o más archivos, seleccionar el archivo en la cual se llevará a cabo el marqueo.

Nota: Si no se visualiza ningún archivo verifique que en la tarjeta externa esté alojado el archivo que se ha generado con el programa de escritorio proporcionado. Para generar el archivo de base de datos ver *Anexo C*.



Figura 1.2 Pantalla inicial de la aplicación.

Al seleccionar el archivo automáticamente aparecerá otra pantalla en la cual tendrá que ingresar el nombre de usuario y la contraseña que se le hayan asignado con el sistema de escritorio. Una vez ingresado estos datos presionar el botón aceptar para verificar y corroborar que la información sea la correcta. En caso de no contar con ésta información no se podrá acceder a los datos que contiene el archivo, por lo tanto no se podrá seguir con los demás procesos descritos en este manual.

1.4. Configuración del área a trabajar

Si la aplicación le ha permitido pasar el proceso de inicio de sesión, el usuario podrá visualizar en la parte superior de la pantalla el menú de operaciones mediante las cuales podrá interactuar con las funciones de la aplicación (*Figura 1.3*).



Figura 1.3 Menú de operaciones de la aplicación.

Al estar seleccionado dentro del menú superior la opción **Configuración**, verá automáticamente la *figura 1.4* en la cual aparece cargado por defecto los rodales que contiene el archivo que se seleccionó anteriormente.



Figura 1.4 Configuración del área de trabajo aplicación.

Para empezar a realizar el marqueo es necesario que se seleccione un elemento de cada categoría hasta terminar con todas estas (Rodal, Subrodal, Tratamiento, Género, Especie). Una vez finalizado el paso, la aplicación detectará la autorización sobre la cual se llevarán a cabo las operaciones de marqueo. En la parte inferior se proporciona el apartado de **Comentarios** (*Figura 1.5*) en caso de que se requiera hacer alguna observación sobre la autorización seleccionada. Para guardar un comentario se deberá presionar el botón **Actualizar**.



Figura 1.5 Comentarios sobre la autorización seleccionada.

1.5. Realización de marqueo

Si se realiza correctamente la configuración del área a trabajar, se puede ya realizar el marqueo forestal, para ello acceder al módulo mediante el apartado **Volúmenes** en el menú superior, visualizando así la *figura: 1.6*.

En esta pantalla se puede observar en la parte derecha la información del volumen actual y autorizado para la autorización seleccionada en configuración.

Para realizar un marqueo se siguen los siguientes pasos:

- Introducir el diámetro del árbol mediante los botones numéricos que se proporcionan.
- Presionar el botón **D** para que esté cambiado a **H**, de modo que los datos que se introduzcan pertenezcan a la altura del árbol.
- Introducir la altura del árbol mediante los botones numéricos.
- Si desea saber el valor del volumen presionar el botón **=**.
- En caso de querer registrar este marqueo sin saber el volumen calculado se puede realizar presionando el botón **Marcar**, al presionar este botón se le notificará inmediatamente si el volumen rebasa al que actualmente se tiene autorizado para cortar, si es satisfactorio verá que cambia el volumen actual del lado derecho.
- Para realizar un nuevo marqueo, deberá presionar de nuevo el botón que quedó en **H** para cambiar a **D** e introducir así de nuevo el diámetro. Hasta aquí los pasos del proceso de marqueo se vuelven repetitivos.

1.6. Visualización de los datos contenidos en el archivo

Para visualizar toda la información contenida en el archivo de base de datos se hará mediante el menú de la parte superior en el apartado **Autorizados**, en seguida se podrá ver la pantalla de la *figura: 1.7*.

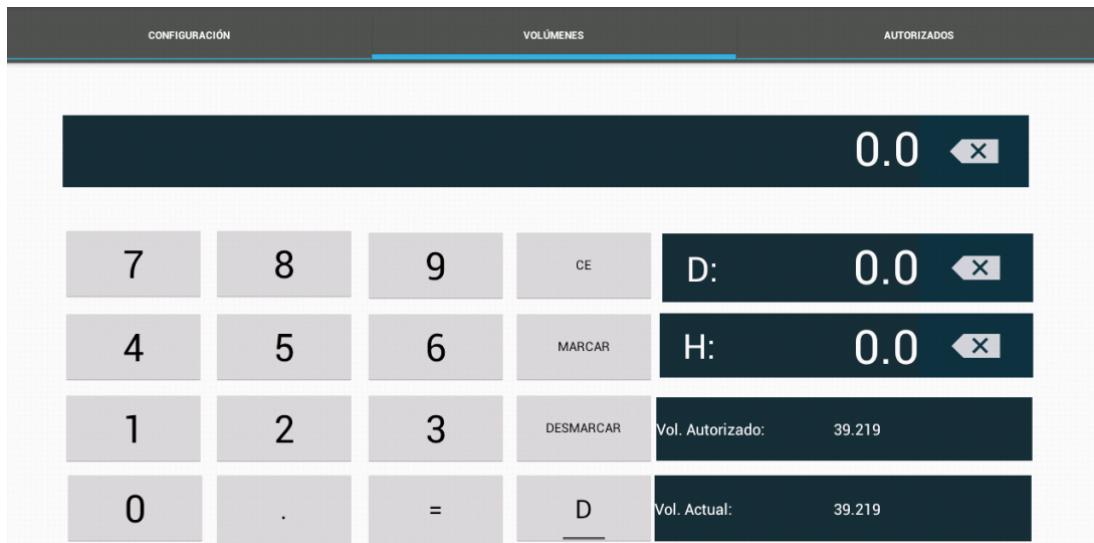


Figura 1.6 Pantalla para realizar marqueos forestales.

Información del inventario forestal:		Marqueos realizados:	
<input checked="" type="checkbox"/>	413 - Santiago Xiacui		413 - 2013-05-02 0109:00 D:300 - H300
<input checked="" type="checkbox"/>	419 - La Trinidad Ixtlán		413 - 2013-05-02 0109:12 D:300 - H300
<input checked="" type="checkbox"/>	417 - La Trinidad Ixtlán		413 - 2013-05-02 0109:20 D:00 - H00
<input checked="" type="checkbox"/>	416 - La Trinidad Ixtlán		418 - 2013-05-02 03:22:42 D:200 - H600
<input checked="" type="checkbox"/>	Tratamiento: Primer Aclareo		418 - 2013-05-02 03:23:35 D:200 - H000
<input checked="" type="checkbox"/>	Genero: Pino		418 - 2013-05-02 03:24:17 D:200 - H300
<input checked="" type="checkbox"/>	Especie: Pinus ayacahuite		
<input checked="" type="checkbox"/>	Vol. Autorizado: 123.321		
<input checked="" type="checkbox"/>	Vol. Actual: 123.321		
<input checked="" type="checkbox"/>	418 - La Trinidad Ixtlán		

Figura 1.7 Pantalla para visualizar información del archivo SQLite.



Figura 1.8 Configuración del área de trabajo aplicación.

En esta pantalla en la parte izquierda se muestra la información relacionada al inventario forestal (*Figura 1.9*). Para una mejor organización de los datos esta información se agrupa en listas desplegables.



Figura 1.9 Lista de autorizaciones en el archivo.

Para desplegar la lista y visualizar los datos que contiene presionar el ícono verde o la fila que desea.

Si se realizó correctamente este paso se podrá ver enseguida en la parte inferior de la lista, la información relacionada a la autorización que seleccionó anteriormente (*Figura 1.10*).

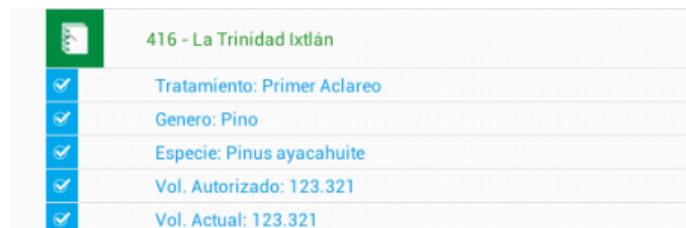


Figura 1.10 Lista desplegable con los datos de la autorización.

Por último se muestra en el lado derecho una lista con todos los marqueos realizados indicando la fecha, hora en que se realizó, así como el diámetro y altura capturado.



Anexo C: Manual de Usuario

Generación del Archivo de Base de Datos SQLite y la
Actualización de los Datos

Versión 1.0.

Realizado por: Macario Felipe Lázaro

Mayo 2013

Índice

Anexos C: Manual de usuario para generar el archivo SQLite y la actualización de los datos	1
1.1. Introducción	1
1.2. Objetivo de este manual	1
1.3. Operaciones con el sistema	1
1.3.1. Creación de una nueva programación de marqueo	1
1.3.2. Actualización de los datos procesados con la aplicación móvil hacia la base de datos MySQL	3

Anexo C

1.1. Introducción

En este documento se describe con información clara y concisa cómo utilizar el sistema de control de marqueo forestal maderable para la Unión de Productores Forestales Zapotecas-Chinantecas (UZACHI) y su funcionamiento.

El sistema de escritorio fue creada con el objetivo de brindar al técnico o personal responsable de administrar la información del marqueo forestal maderable la posibilidad de; registrar los datos de un nueva autorización de volúmenes a cortar, consultar la situación volumétrica de los rodales y subrodales, generar el archivo de base de datos SQLite, actualizar la información una vez concluido el proceso de marqueo y el módulo para administrar el control de acceso hacia el sistema. Es de mucha importancia consultar este manual antes y/o durante la operación del sistema de escritorio, ya que guiará paso a paso en el manejo de las funciones que en él se encuentran.

Con el fin de facilitar la comprensión del manual y el uso del sistema se incluyen gráficos aclarativos impresos de la misma herramienta.

1.2. Objetivo de este manual

El objetivo primordial de este manual es ayudar y guiar al usuario a utilizar el sistema de escritorio para el control de marqueo forestal maderable en las tareas específicas como la generación del archivo de base de datos SQLite y el proceso de actualización de los datos hacia la computadora central.

1.3. Operaciones con el sistema

A continuación se describen dos de los procesos considerados más importantes a efectuar en el sistema de escritorio.

1.3.1. Creación de una nueva programación de marqueo

Una vez ingresado en el sistema con una cuenta de administrador, se visualiza enseguida el menú lateral izquierdo, en donde se podrá realizar la programación de un nuevo

marqueo haciendo clic en **Nueva programación**, (*Figura 1.1*).

Nota: Para empezar a realizar la programación del marqueo, deberá ingresar primero la información del inventario forestal en el sistema.

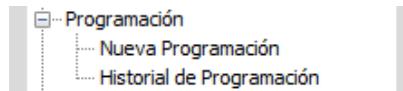


Figura 1.1 Acceso al módulo de programación de marcaje forestal maderable.

Con el paso anterior se visualiza enseguida la ventana de la *figura 1.2*, la cual contiene dos tablas; la superior muestra toda la información contenida en la base de datos MySQL y la inferior los registros que se han agregado a la programación. Para empezar a realizar la programación, seleccionar los registros necesarios en la primera tabla. Una vez seleccionados los registros, presionar clic derecho sobre uno de ellos, cuando aparezca el menú contextual hacer clic en **Agregar seleccionados**. Como verá, en la tabla inferior se agregan los datos de las filas seleccionadas anteriormente y éstas cambian su disponibilidad para evitar que se agreguen a otra programación.

Num	Localidad	Anualidad	Rodal	Subrodal	Tratamiento	Genero	Especie	Vol. Autoriz.	Vol. Actual	Comentarios	Fórmula	Disponibilidad
1	San Juan Ev...	1	3	4	Primer Adareo	Pino	Pinus Oaxac...	73.939	73.939		0.00002405...	<input checked="" type="checkbox"/>
2	San Juan Ev...	1	3	3	Segundo Ad... Pino		Pinus patula	80	80		(D^2)*H^0...	<input checked="" type="checkbox"/>
3	San Juan Ev...	1	2	6	Tercer Adareo	Pino	Pinus tecote	122.483	122.483		exp(-9.7700...	<input checked="" type="checkbox"/>
6	San Juan Ev...	2	3	4	Primer Adareo	Pino	Pinus Oaxac...	73.939	73.939		0.00002405...	<input checked="" type="checkbox"/>
7	San Juan Ev...	2	3	3	Segundo Ad... Pino		Pinus Oaxac...			MARQUEO FORESTAL	0.00002405...	<input checked="" type="checkbox"/>
8	San Juan Ev...	2	2	7	Tercer Adareo	Pino	Pinus Oaxac...				0.00002405...	<input checked="" type="checkbox"/>
11	San Juan Ev...	3	3	4	Primer Adareo	Pino	Pinus patula				(D^2)*H^0...	<input checked="" type="checkbox"/>
12	San Juan Ev...	3	3	3	Segundo Ad... Pino		Pinus patula				(D^2)*H^0...	<input checked="" type="checkbox"/>
13	San Juan Ev...	3	2	7	Tercer Adareo	Pino	Pinus pseud...	37.894	37.894		(D^2)*H^0...	<input checked="" type="checkbox"/>
16	San Juan Ev...	4	3	4	Primer Adareo	Pino	Pinus ayac...	73.939	73.939		0.0002501 *...	<input checked="" type="checkbox"/>
17	San Juan Ev...	4	2	4	Segundo Ad... Pino		Pinus Oaxac...	141.77	141.77		0.00002405...	<input checked="" type="checkbox"/>

Autorización seleccionada

ID: 3 Vol. Autorizado: 122.483 Vol. Actual: 122.483

Programar

Figura 1.2 Ventana para realizar nueva programación de marcaje.

Con estos pasos se pueden agregar las autorizaciones necesarias o en su defecto quitarlas por alguna equivocación. Una vez terminado de agregar los registros deseados, presionar el botón **Programar**, con esto el sistema solicitará que se le indique la ruta en donde se guardará el archivo (*Figura 1.3*), una vez hecho lo anterior, se finaliza la programación presionando el botón **Guardar**.

Si el archivo se genera correctamente se notificará con un mensaje que la creación del mismo ha sido satisfactorio, después de ésto se puede corroborar la creación accediendo

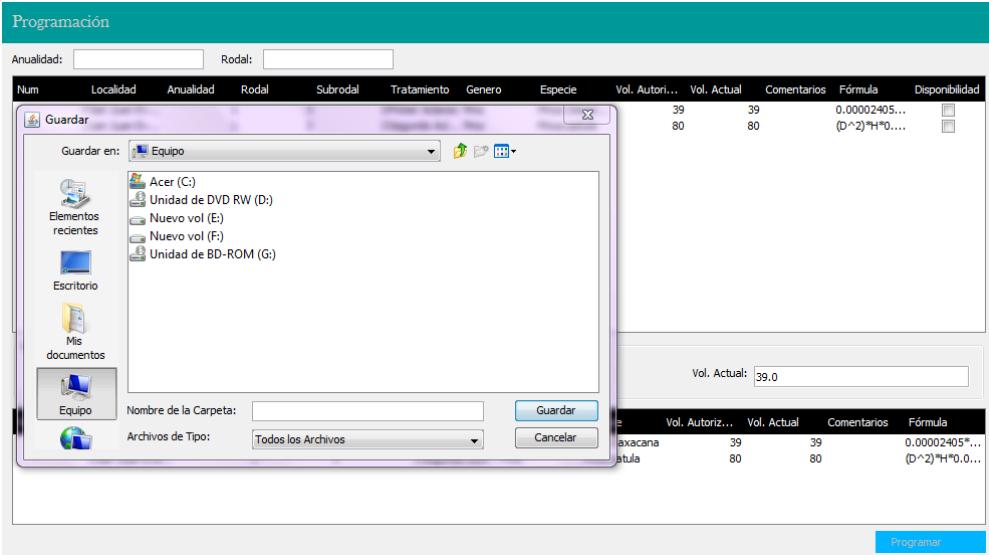


Figura 1.3 Ventana para guardar el archivo SQLite.

a la ruta especificada anteriormente mediante el explorador de archivos del sistema operativo.

Para empezar a realizar los marqueos forestales se deberá copiar el archivo a la tarjeta externa del dispositivo móvil, la aplicación al iniciar detectará automáticamente la base de datos y con ello poder realizar los procesos del manual de usuario incluido en el *Anexo B*.

1.3.2. Actualización de los datos procesados con la aplicación móvil hacia la base de datos MySQL

Al haber finalizado el proceso de marqueo con el dispositivo móvil es correcto pensar que los volúmenes actuales han disminuido, por lo tanto, la información contenida en la computadora central ya no está actualizada, para realizar este proceso de actualización acceder a la opción haciendo clic en el apartado **Actualización** del sistema de escritorio (*Figura 1.4*).



Figura 1.4 Acceso al módulo de Actualización de datos.

Al acceder al módulo **Actualización** se muestra la pantalla de la *figura 1.5* sobre la cual se puede observar en la parte inferior los datos que actualmente tiene la computadora, para buscar el archivo de base de datos procesado en el tablet es necesario tener el archivo SQLite a la mano. Una vez contando con esto, presionar el botón **Buscar** y localizar el archivo.

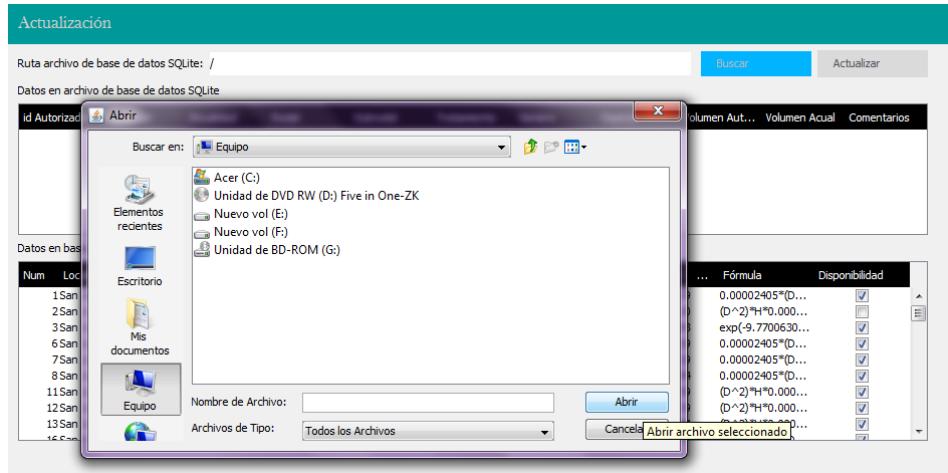


Figura 1.5 Ventana actualización de datos.

Al localizar el archivo, hacer clic en el botón **Abrir**, si el archivo es correcto automáticamente se cargarán los datos en la tabla superior quedando como en la figura 1.6.

Actualización										
Ruta archivo de base de datos SQLite: F:\B-17092013.db										
Datos en archivo de base de datos SQLite										
id_autorizado	Localidad	Anualidad	Rodal	Subrodal	Tratamiento	Género	Especie	Volumen Autorizado	volumen Actual	Comentarios
2	San Juan Eva...	1	3	3	Primer Adareo	Pino	Pinus Oaxacana	39.0	39.0	
1	San Juan Eva...	1	3	3	Segundo Adareo	Pino	Pinus patula	80.0	80.0	

Datos en base de datos MySQL												
Num	Localidad	Anualidad	Rodal	Subrodal	Tratamiento	Género	Especie	Vol. Auto...	Vol. Actual	C...	Fórmula	Disponi...
1	San Juan E...	1	3	4	Primer Adareo	Pino	Pinus Oaxacana	73.939	73.939	0.00002405*(D^2...	<input checked="" type="checkbox"/>	
2	San Juan E...	1	3	3	Segundo Adareo	Pino	Pinus patula	80	80	(D^2)*H^0.000030...	<input checked="" type="checkbox"/>	
3	San Juan E...	1	2	6	Tercer Adareo	Pino	Pinus teocote	122.483	122.483	exp(-9.77006304+...	<input checked="" type="checkbox"/>	
6	San Juan E...	2	3	4	Primer Adareo	Pino	Pinus Oaxacana	73.939	73.939	0.00002405*(D^2...	<input checked="" type="checkbox"/>	
7	San Juan E...	2	3	3	Segundo Adareo	Pino	Pinus Oaxacana	119.219	119.219	0.00002405*(D^2...	<input checked="" type="checkbox"/>	
8	San Juan E...	2	2	7	Tercer Adareo	Pino	Pinus Oaxacana	57.894	57.894	0.00002405*(D^2...	<input checked="" type="checkbox"/>	
11	San Juan E...	3	3	4	Primer Adareo	Pino	Pinus patula	73.939	73.939	(D^2)*H^0.000030...	<input checked="" type="checkbox"/>	
12	San Juan E...	3	3	3	Segundo Adareo	Pino	Pinus patula	119.219	119.219	(D^2)*H^0.000030...	<input checked="" type="checkbox"/>	
13	San Juan E...	3	2	7	Tercer Adareo	Pino	Pinus pseudostro...	37.894	37.894	(D^2)*H^0.000040...	<input checked="" type="checkbox"/>	
14	San Juan E...	4	2	4	Dientes Adareo	Pino	Pinus pseudostro...	72.020	72.020	0.00002511*(D^2...	<input checked="" type="checkbox"/>	

Figura 1.6 Ventana de actualización con datos del archivo SQLite cargados.

Con el paso anterior lo último que queda por hacer es presionar el botón **Actualizar**, se pueden corroborar los nuevos datos viendo los registros de la tabla inferior de la misma ventana.