



UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA
VALPARAÍSO – CHILE



ANÁLISIS DE HERRAMIENTAS PARA MEJORAR LA CALIDAD DE APLICACIONES PARA ANDROID

Memoria presentada como requerimiento parcial
para optar al título profesional de

INGENIERO CIVIL EN INFORMÁTICA

por

Cristopher Nicolás Oyarzún Altamirano

Comisión Evaluadora:

Cecilia Reyes (Guía, UTFSM)

Chihau Chau (Correferente, PUCV)

JUNIO 2014

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA
VALPARAÍSO – CHILE

TÍTULO DE LA MEMORIA:
**ANÁLISIS DE HERRAMIENTAS PARA MEJORAR LA CALI-
DAD DE APLICACIONES PARA ANDROID**

AUTOR:
CRISTOPHER NICOLÁS OYARZÚN ALTAMIRANO

Memoria presentada como requerimiento parcial para optar al título pro-
fesional de **Ingeniero Civil en Informática** de la **Universidad Técnica
Federico Santa María**.

Profesor Guía:

Cecilia Reyes

Profesor Correferente:

Chihau Chau

Junio 2014.
Valparaíso, Chile.

Agradecimientos

Agradezco a Lorem ipsum ad his scripta blandit partiendo, eum fastidii accumsan euripidis in, eum liber hendrerit an. Qui ut wisi vocibus suscipiantur, quo dicit ridens inciderint id. Quo mundi lobortis reformidans eu, legimus senserit definiebas an eos. Eu sit tincidunt incorrupte definitionem, vis mutat affert percipit cu, eirmod consectetur signiferumque eu per. In usu latine equidem dolores. Quo no falli viris intellegam, ut fugit veritus placerat per.

Ius id vidit volumus mandamus, vide veritus democritum te nec, ei eos debet libris consulatu. No mei ferri graeco dicunt, ad cum veri accommodare. Sed at malis omnesque delicata, usu et iusto zzril meliore. Dicunt maiorum eloquentiam cum cu, sit summo dolor essent te. Ne quodsi nusquam legendos has, ea dicit voluptua eloquentiam pro, ad sit quas qualisque. Eos vocibus deserunt quaestio ei.

“Dedicado a ...”
– Autor

Resumen

El crecimiento que ha tenido el sistema operativo Android es considerable. Existen más de un millón de aplicaciones disponibles en la tienda de Google y cada mes este número se ve incrementado. Es por ello que el proceso de desarrollo de aplicaciones para Android ha ganado vital importancia.

El objetivo de esta memoria es estudiar y comparar herramientas que ayuden a mejorar el desarrollo de aplicaciones Android de tal manera de proveer a los desarrolladores una guía práctica que les permita tomar mejores decisiones en el transcurso de un proyecto.

Las herramientas a estudiar se pueden clasificar en 3 tipos: testing, distribución de versiones y reporte de crashes. Para su comparación se considerarán parámetros que ayuden a los desarrolladores a discernir sobre que herramienta usar, como su precio, si son fáciles de integrar, si son multiplataforma, entre otras. Por último, se implementaron las herramientas más destacadas en un entorno real de desarrollo.

Palabras Claves: Android, Aplicaciones móviles, Testing, Distribución de versiones, Reporte de crashes.

Abstract

The growth that have had the operative system Android is remarkable. There are more than one million applications availables on Google Play and every month these numbers are increasing. Consequently, the development process of Android applications have gained a lot of importance.

The goal of this work is do research and compare tools that help to improve the development process of Android applications, and provide future developers with some guidance that let them take better decisions during a project.

The tools that were probed can be classify in three different kinds: testing, distribution and crash reports. The parameters that were used to compare these tools are the price, the easy integration, if these are multiplatform, between others. Finally, the tools considered more useful were implemented on a real enviroment.

Keywords: Android, Mobile Applications, Testing, Distribution, Crash Reports.

Índice de Contenidos

Resumen	VI
Abstract	VII
Índice de Contenidos	VIII
Índice de Tablas	XIII
Índice de Figuras	XIV
Glosario	XVI
1. Introducción	1
1.1. Definición del problema	1
1.2. Objetivos	3
1.2.1. Objetivo principal	3
1.2.2. Objetivos específicos	3
1.3. Estructura del documento	3
2. Estado del Arte	5
2.1. Introducción a Android	5
2.1.1. Inicios de Android	5
2.1.2. Arquitectura	6
2.1.3. ¿Cómo las aplicaciones son compiladas?	9
2.2. Tipos de dispositivos	10
2.3. Versiones	11
2.4. Testing	13
2.5. Problemas al desarrollar en Android	18
2.5.1. Fragmentación	18
Fragmentación a nivel de software	18
Fragmentación a nivel de hardware	20
Fragmentación en otras características	23
Reporte sobre Fragmentación	23

2.5.2.	Distribución de versiones Alpha y Beta	26
2.5.3.	Crashes	27
3.	Herramientas Actuales	29
3.1.	Herramientas de Testing	29
3.1.1.	Herramientas de testing provistas por Android	29
	JUnit [36]	30
	Instrumentation [12]	31
	Simulando objetos (Mock objects) [12]	32
	uiautomator [48]	32
	uiautomatorviewer [48]	33
	Monkey [13]	33
	monkeyrunner [10]	33
3.1.2.	Herramientas de testing de terceros	34
	EasyMock [50]	34
	Mockito [51]	34
	Robolectric [52]	35
	Robotium [49]	35
	Espresso [29]	36
	Spoon [44]	36
3.2.	Herramientas de Distribución de Versiones	37
3.2.1.	Herramienta de Distribución de Versiones provista por Android	37
3.2.2.	Herramienta de Distribución de Versiones de terceros	38
	HockeyApp [35]	38
	AppBlade [15]	39
	The Beta Family [26]	40
	UserTesting [46]	40
3.3.	Herramientas de Reporte de Crashes	41
3.3.1.	Herramienta de Reporte de Crashes provista por Android	41
3.3.2.	Herramientas de Reporte de Crashes de terceros	42
	Crittercism [22]	43
	Bugsense [19]	44
	Google Analytics [30]	44
	ACRA [2]	45
4.	Análisis Comparativo	46
4.1.	Análisis Comparativo entre las Herramientas de Testing Unitario	46
4.1.1.	Framework de Testing de Android	46
	Ventajas	46
	Desventajas	46
	Resumen	47

4.1.2.	Robolectric	47
	Ventajas	47
	Desventajas	47
	Resumen	47
4.1.3.	EasyMock	48
	Ventajas	48
	Desventajas	48
	Resumen	48
4.1.4.	Mockito	48
	Ventajas	48
	Desventajas	49
	Resumen	49
4.2.	Análisis Comparativo entre las Herramientas de Testing Funcional . . .	49
4.2.1.	uiautomator	49
	Ventajas	49
	Desventajas	49
	Resumen	50
4.2.2.	Robotium	51
	Ventajas	51
	Desventajas	51
	Resumen	51
4.2.3.	Espresso	52
	Ventajas	52
	Desventajas	52
	Resumen	52
4.2.4.	Resumen General	53
4.3.	Otras Herramientas de Testing	54
4.3.1.	Monkey	54
	Ventajas	54
	Desventajas	54
	Resumen	54
4.3.2.	monkeyrunner	54
	Ventajas	54
	Desventajas	55
	Resumen	55
4.3.3.	Spoon	55
	Ventajas	55
	Desventajas	55
	Resumen	56
4.4.	Análisis Comparativo entre las Herramientas de Distribución de Versiones	57
4.4.1.	Google Play Console	57

	Ventajas	57
	Desventajas	57
	Resumen	57
4.4.2.	HockeyApp	58
	Ventajas	58
	Desventajas	58
	Resumen	58
4.4.3.	AppBlade	58
	Ventajas	58
	Desventajas	59
	Resumen	59
4.4.4.	The Beta Family	59
	Ventajas	59
	Desventajas	60
	Resumen	60
4.4.5.	UserTesting	60
	Ventajas	60
	Desventajas	61
	Resumen	61
4.4.6.	Resumen General	62
4.5.	Análisis Comparativo entre las Herramientas de Reporte de Crashes . .	64
4.5.1.	Google Play Console	64
	Ventajas	64
	Desventajas	64
	Resumen	64
4.5.2.	Crittercism	65
	Ventajas	65
	Desventajas	65
	Resumen	65
4.5.3.	Bugsense	66
	Ventajas	66
	Desventajas	66
	Resumen	66
4.5.4.	Google Analytics	67
	Ventajas	67
	Desventajas	67
	Resumen	67
4.5.5.	ACRA	68
	Ventajas	68
	Desventajas	68
	Resumen	68

4.5.6. Resumen General	69
5. Implementación	71
5.1. Implementación de Herramientas de Testing	71
5.2. uiautomatorviewer	71
5.3. Implementación de Herramientas de Distribución	72
5.3.1. HockeyApp	72
5.3.2. UserTesting	73
5.3.3. The Beta Family	73
5.4. Implementación de Herramientas de Reportes de Crashes	73
5.4.1. Crittercism	73
5.4.2. Google Analytics	74
6. Conclusiones y Trabajo Futuro	76
A. Apéndice A	77
A.1. Sección Apéndice	77
Bibliografía	78

Índice de Tablas

4.1. a) Tabla comparativa entre herramientas que se enfocan en el testing funcional en Android.	53
4.2. b) Tabla comparativa entre herramientas que se enfocan en el testing funcional en Android.	53
4.3. a) Tabla comparativa entre herramientas que se enfocan en la Distribución de Versiones en Android.	62
4.4. b) Tabla comparativa entre herramientas que se enfocan en la Distribución de Versiones en Android.	62
4.5. a) Tabla comparativa entre herramientas que se enfocan tanto en Distribución, como Testing de Versiones en Android.	63
4.6. b) Tabla comparativa entre herramientas que se enfocan tanto en Distribución, como Testing de Versiones en Android.	63
4.7. a) Tabla comparativa entre herramientas que se enfocan en los Reportes de Crashes.	69
4.8. b) Tabla comparativa entre herramientas que se enfocan en los Reportes de Crashes.	69

Índice de Figuras

2.1. Arquitectura de Android, compuesta por cuatro capas. [47]	8
2.2. Últimos smartphones y tablets destacadas en el sitio de Android. [9] . .	11
2.3. Versiones de Android. [45]	12
2.4. Estadísticas relativas al número de dispositivos que tiene cada versión de Android en Abril del 2014. [6]	13
2.5. Distribución histórica de versiones de Android.[25]	20
2.6. Gráfico con la distribución de tamaños de pantalla durante el mes de Abril del 2014. [9],	21
2.7. Consecuencias de asignar alto y ancho en pixeles en vez de en densidad de pixeles.[11]	22
2.8. Gráfico con la distribución de densidades de pantalla durante el mes de Abril del 2014.[25]	23
2.9. Fragmentación de dispositivos entregado por OpenSignal el 2013. [40] .	24
2.10. Fragmentación a nivel de fabricantes de dispositivos Android entregado por OpenSignal el 2013. [40]	25
2.11. Fragmentación de pantallas en dispositivos Android entregado por Open- Signal en Julio del 2013. [40]	26
2.12. Fragmentación de pantallas en dispositivos iOS entregado por OpenSig- nal en Julio del 2013. [40]	27
2.13. Concepto de Google sobre como el proceso de reportar crashes hacen al usuario feliz. [5]	28

3.1.	Vista del sistema de versiones alphas y betas provisto por Android.	
	Fuente: Elaboración Propia	38
3.2.	Vista del sistema de reporte de crashes provisto por Android. Fuente:	
	Elaboración Propia	42
3.3.	Vista del sistema de reporte de crashes de Crittercism. Fuente: Elabo-	
	ración Propia	43
3.4.	Vista del sistema de reporte de crashes de Bugsense. Fuente: Elaboración	
	Propia	44
3.5.	Vista del sistema de reporte de crashes de ACRA. [23]	45
5.1.	Vista de la herramienta uiautomatorviewer en una aplicación. Fuente:	
	Elaboración Propia	72

Glosario

SDK	Software Development Kit
API	Application Programming Interface
JVM	Java Virtual Machine
UI	User Interface
IDE	Integrated Development Environment
APK	Android Package
ADB	Android Debug Bridge
RAM	Random Access Memory
ANR	Application Not Responding
SSL	Secure Sockets Layer
SMS	Short Message Service
GPS	Global Positioning System
HTML	HyperText Markup Language
XML	eXtensible Markup Language
SD	Secure Digital

Capítulo 1

Introducción

1.1. Definición del problema

Android es una sistema operativo emergente de código abierto, diseñado especialmente para dispositivos móviles, el cual fue presentado el año 2007. El crecimiento que ha tenido los últimos años ha sido considerable, dominando el mercado ampliamente, existiendo más de mil millones de dispositivos activados en todo el mundo.

El gran problema que ha tenido que enfrentar la gente que desarrolla aplicaciones para Android es la fragmentación. Por un lado está la fragmentación a nivel de hardware generada por los más de 11.000 diferentes tipos de dispositivos [40], sólo considerando smartphones y tablets, ya que también existen notebooks, netbooks y televisores que tienen Android. Esto conlleva dificultades a la hora de diseñar y desarrollar aplicaciones ya que es prácticamente imposible poder testear una aplicación en cada uno de los dispositivos para los cuales estará disponible. Debido a esto, lo más probable es que existan problemas en diferentes áreas, por ejemplo, si la aplicación no está lista para soportar variadas resoluciones de pantalla, la interfaz gráfica no se verá como fue diseñada. Esto es solamente uno de los problemas que puede ocurrir debido a la diversidad de dispositivos, ya que también se debe tener en cuenta que cada uno de los teléfonos y tablets tienen especificaciones distintas de memoria, RAM, procesador,

fabricante, etc. Por otro lado existe la fragmentación a nivel de software, provocada por las ocho versiones de Android que se encuentran vigentes hoy en día [6]. Esto conlleva que, por ejemplo, sea necesario tener un buen sistema de reporte de crashes, ya que muchas veces por más que el código funcione de forma correcta en un dispositivo con Android 4.3, en el mismo dispositivo con Android 4.0.4 se puede comportar de forma distinta. Si bien, estos son sólo algunos de los problemas que se deben enfrentar a causa de la fragmentación, existen muchos más.

Desde su lanzamiento hasta la fecha, Android ha estado acompañado por una activa comunidad de desarrolladores. Ellos son los responsables de que exista una gran cantidad de proyectos de código abierto que buscan dar solución a los problemas mencionados anteriormente. Estas herramientas generalmente se dan a conocer a través de comunidades como Github o Google+, por lo que se encuentran dispersas y normalmente sólo se conoce una parte de las posibles soluciones disponibles. Esto provoca que muchas veces, por desconocimiento o falta de tiempo, el desarrollador tome una decisión apresurada y no use la biblioteca que más beneficie a su proyecto.

Si se revisan estadísticas del sitio AppBrain [16] correspondientes al 3 de Mayo del 2014, se puede ver que de un total de 1.203.555 aplicaciones disponibles para descargar, un 41.4% tienen una calificación promedio menor a 3 estrellas, de un total de 5. Esta calificación es entregada por los mismos usuarios y oscila entre 1 y 5 estrellas. Normalmente, si se desea tener una buena nota por parte del usuario, es necesario que la aplicación sea de utilidad y resuelva un problema real, aunque también es muy importante que la aplicación sea robusta y estable. Además, cada mes se crean entre 10.000 y 80.000 nuevas aplicaciones [16], por lo que es fundamental diferenciarse del resto, entregando un producto de calidad.

1.2. Objetivos

A continuación se presentan la lista de objetivos que se desean abarcar en este trabajo:

1.2.1. Objetivo principal

- Estudiar y comparar herramientas que ayuden a mejorar la calidad de las aplicaciones desarrolladas para Android, de tal manera de proveer a los desarrolladores una guía práctica que les permita tomar mejores decisiones en el transcurso de un proyecto.

1.2.2. Objetivos específicos

- Identificar los distintos problemas existentes durante el desarrollo de aplicaciones Android.
- Estudiar las herramientas que actualmente permiten mejorar la calidad de las aplicaciones, y clasificarlas en base a los distintos problemas que buscan solucionar.
- En base a la clasificación realizada, llevar a cabo un análisis comparativo entre las herramientas estudiadas.
- En base al análisis realizado, implementar las herramientas que puedan ser más útiles en un entorno real de desarrollo.

1.3. Estructura del documento

Esta memoria está organizada de la siguiente manera: El capítulo 2 corresponde al Estado del Arte. En él se realizará una introducción a Android, explicando a grandes rasgos sus inicios, arquitectura, tipos de dispositivos, entre otras cosas. Además se estudiarán los problemas más comunes, inherentes a un sistema operativo tan fragmentado

como Android. En el capítulo 3 se presenta un listado clasificado con las distintas herramientas para mejorar el desarrollo de aplicaciones. Se examinará cada una de éstas, lo que permitirá tener un panorama general de las fortalezas y debilidades que poseen. En el capítulo 4 se realizará un análisis y se compararán algunas herramientas para poder tener claras las diferencias entre cada una y concluir qué se debe usar y para qué casos. En el capítulo 5 se llevará a cabo la implementación de las herramientas más destacadas en un entorno real de desarrollo. Finalmente en el capítulo 6 se presentan las conclusiones obtenidas apartir de los análisis e implementaciones previas.

Capítulo 2

Estado del Arte

En este capítulo se dará a conocer una breve descripción del sistema operativo Android. Se comenzará con una introducción, hablando de sus inicios, su arquitectura y la evolución que ha tenido con el tiempo. Además se hablará sobre los problemas más comunes al momento de comenzar a desarrollar una aplicación para Android.

2.1. Introducción a Android

Android es un sistema operativo basado en Linux, diseñado principalmente para dispositivos móviles táctiles, tales como smartphones y tablets.

2.1.1. Inicios de Android

Android, Inc. fue fundada en Palo Alto, California en Octubre del 2003 por Andy Rubin, Rich Miner, Nick Sears and Chris White. Su objetivo era desarrollar dispositivos móviles más inteligentes, con un mayor foco en la localización del dueño y en su personalización .

Google compró a Android Inc. el 17 de Agosto del 2005 [24]. Poco se sabía sobre esta compañía para ese entonces ya que estuvo funcionando de forma secreta, sin dar a conocer detalles sobre lo que desarrollaban. Muchos asumían que Google estaba planeando entrar al mercado de dispositivos móviles. De ahí en adelante los esfuerzos de

Google se enfocaron en conversaciones con fabricantes y carriers, con la promesa de proveer un sistema flexible y actualizable.

Sin embargo, la aparición del iPhone el 9 de Enero del 2007 [17] tuvo un efecto disruptivo en el desarrollo de Android. Hasta el momento se contaba con un prototipo, el cual se acercaba más a lo que podría ser un teléfono BlackBerry, sin pantalla táctil y con un teclado físico. Por lo que se comenzó inmediatamente un trabajo de reingeniería del sistema operativo y del prototipo para que fuese capaz de competir con el iPhone.

El 6 de Noviembre del 2007 [3] fue fundada la Open Handset Alliance, una alianza comercial liderada por Google con compañías tecnológicas como HTC, Sony y Samsung, operadores de carriers como Nextel y T-Mobile y fabricantes de chips, con el objetivo de desarrollar estándares abiertos para dispositivos móviles. El primer smartphone disponible que funcionaba sobre Android fue el HTC Dream, lanzado el 22 de Octubre del 2008.

2.1.2. Arquitectura

La arquitectura del sistema Android [14], también llamado stack, se puede apreciar en la figura 2.1 y está compuesta por cuatro capas:

- **Kernel de Linux:** La capa más profunda es su núcleo en Linux, un sistema operativo abierto, portable y seguro. Para cada pieza de hardware, como la cámara o el bluetooth, existe un driver dentro del kernel, que permite a la capa superior hacer uso de ella, por lo que funciona como una capa de abstracción. El kernel además se encarga de la gestión de los diversos recursos del dispositivo, como la energía o la memoria, elementos de comunicación, procesos, etc.
- **Bibliotecas:** La segunda capa en el stack contiene bibliotecas nativas, las cuales están escritas en C o C++, y son compiladas para la arquitectura específica

del dispositivo. En la mayoría de los casos el fabricante es quien se encarga de instalarla en su dispositivo. Las bibliotecas incluidas en esta capa son: el motor gráfico OpenGL, el sistema de gestión de base de datos SQLite, cifrado de comunicaciones SSL, motor de manejo de tipos de letra FreeType, entre otras.

El entorno de ejecución de Android también está compuesto por bibliotecas, por lo que no se considera una capa. Debido a las limitaciones de los dispositivos en los que debe funcionar, Google decidió crear la máquina virtual Dalvik, que funciona de forma similar a la máquina virtual de Java. Esta permite crear aplicaciones con un mejor rendimiento y menor consumo de energía, lo que es muy importante en dispositivos móviles. Además en el entorno de ejecución se incluyen la mayoría de las bibliotecas básicas de Java.

- **Marco o Framework de Aplicaciones:** La tercera capa está compuesta por todas las clases y servicios que se utilizan al momento de programar aplicaciones. Los componentes que posee son:

- **Administrado de *Activities* (Activity Manager):** Gestiona la pila de *Activities* de la aplicación, como también su ciclo de vida. En el desarrollo en Android, se llama *Activity* a cada una de las pantallas con las que el usuario interactúa. Por lo que se puede asumir que una aplicación en la mayoría de los casos va a tener varias *Activities*. Estas son uno de los componentes más importantes dentro de una aplicación.
- **Administrador de ventanas (Windows Manager):** Organiza lo que se mostrará en pantalla. Crea las superficies en la pantalla, que posteriormente estarán ocupadas por las *Activities*.
- **Proveedor de contenidos (Content Provider):** Encapsula los datos que pueden ser compartidos por las aplicaciones, facilitando la comunicación entre éstas.

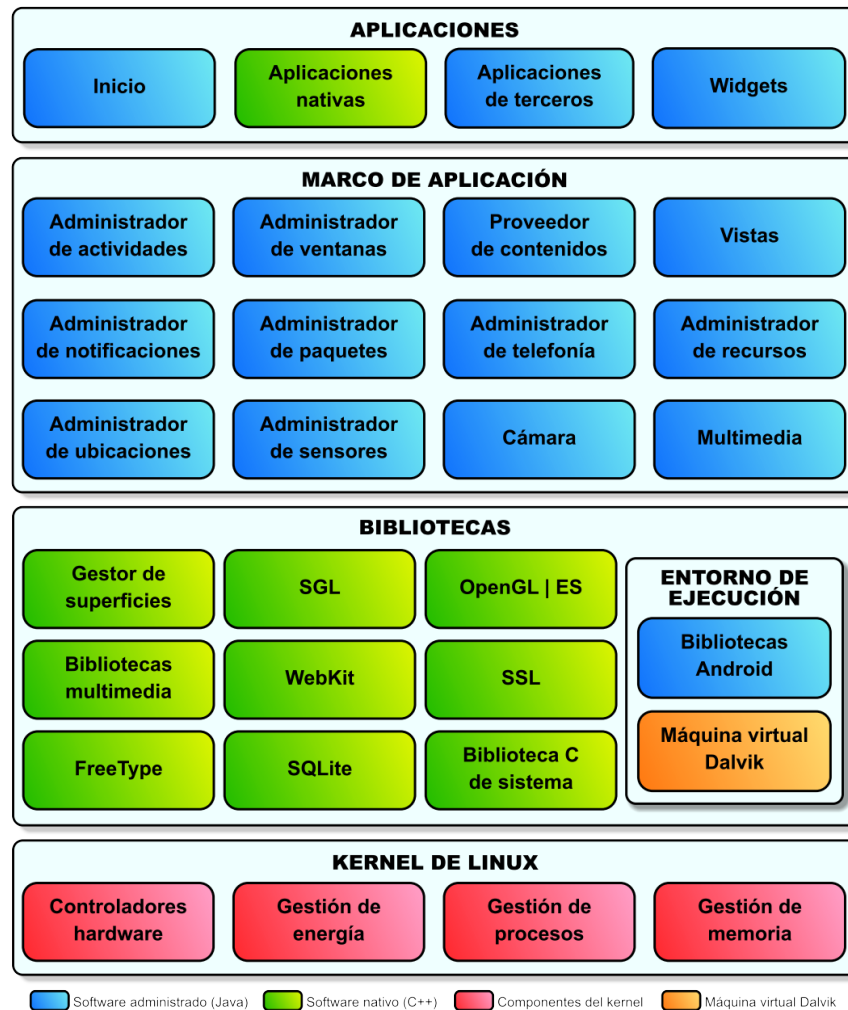


Figura 2.1 – Arquitectura de Android, compuesta por cuatro capas. [47]

- **Vistas (Views):** Son los elementos que permiten construir las interfaces de usuario, como listas, botones, textos, hasta otros elementos más avanzados como visores de mapas.
- **Administrador de notificaciones (Notification Manager):** Provee los servicios que notifican al usuario, mostrando alertas en la barra de estado. También permite activar el vibrado, reproducir alertas de sonido y utilizar las luces del dispositivo.

- **Administrador de paquetes (Package Manager):** Gestiona la instalación de nuevos paquetes y además permite obtener información sobre los que ya están instalados.
 - **Administrador de telefonía (Telephony Manager):** Permite realizar llamadas, como también el envío y recepción de SMS.
 - **Administrado de recursos (Resource Manager):** A través de este administrador se podrá acceder a los elementos que no forman parte del código, como imágenes, sonidos, layouts, etc.
 - **Administrado de ubicaciones (Location Manager):** Permite obtener la posición geográfica actual del dispositivo a través de GPS o redes.
 - **Administrado de sensores (Sensor Manager):** Permite la manipulación de distintos sensores del dispositivo, como el acelerómetro, giroscopio, brújula, sensor de proximidad, etc.
 - **Cámara:** Permite el uso de la cámara del dispositivo para la obtención de fotografías o vídeos.
 - **Multimedia:** Permite la visualización y reproducción de imágenes, vídeos y audio.
- **Aplicaciones:** En esta capa se encuentran todas las aplicaciones del dispositivo, tanto las preinstaladas, como aquellas instaladas por el usuario. También está la aplicación principal del sistema, el Inicio o launcher, desde donde se inician todas las aplicaciones.

2.1.3. ¿Cómo las aplicaciones son compiladas?

Al comenzar a desarrollar una aplicación de Android, generalmente se crea un proyecto usando un IDE (Integrated Development Environment) como Eclipse o Android Studio. El proyecto contendrá código fuente en Java y recursos. Cuando se compila el

proyecto [39, p. 14] lo que ocurre es que se generan los Bytecode Java (archivos .class) en base al código fuente Java (archivos .java). Luego se compilan estos archivos .class generándose archivos ejecutables Dalvik (archivos .dex), los cuales pueden ser ejecutados por la máquina virtual Dalvik que está disponible en todos los dispositivos Android.

Al compilar un proyecto se colocan los archivos .dex y el resto de los archivos del proyecto en uno solo llamado APK (Android Package). Este contiene todos los archivos necesarios para ejecutar la aplicación, incluyendo los .dex, recursos compilados, recursos sin compilar, y una versión binaria del Android Manifest.

El *Android Manifest* es un archivo que especifica información esencial que el sistema debe tener antes de ejecutar la aplicación. Toda aplicación debe tener este archivo de forma no binaria en su proyecto.

Por razones de seguridad todas las aplicaciones de Android deben ser firmadas digitalmente con un certificado.

Finalmente el ADB (Android Debug Bridge) permiten que el IDE se comuniquen con un dispositivo físico de Android o un emulador.

2.2. Tipos de dispositivos

En el sitio web de Android [9], se pueden apreciar los dos tipos de dispositivos más populares de la plataforma, los smartphones y las tablets (Figura 2.2). Sin embargo, debido a que el código de Android es de código abierto, éste puede ser personalizado para que funcione con otros tipos de dispositivos electrónicos.

A continuación se listan los otros dispositivos que cuentan con Android:[39, p. 5]

- Lectores de libros.



Figura 2.2 – Últimos smartphones y tablets destacadas en el sitio de Android. [9]

- Cámaras.
- Sistemas en vehículos.
- Casas inteligentes.
- Consolas de videojuegos.
- Televisores inteligentes.
- Relojes inteligentes.

2.3. Versiones

En la figura 2.3 se detallan las distintas versiones que ha tenido Android. La primera versión comercial fue lanzada en Septiembre del 2008. Android está bajo constante desarrollo por parte de Google y de la Open Handset Alliance, contando con un gran número de actualizaciones desde su lanzamiento.

Desde Abril del 2009, los nombres de las versiones de Android han estado relacionados con postres y dulces, y además han seguido un orden alfabético. El orden es Cupcake (1.5), Donut (1.6), Eclair (2.0-2.1), Froyo (2.2-2.2.3), Gingerbread (2.3-2.3.7), Honeycomb (3.0-3.2.5), Ice Cream Sandwich (4.0-4.0.4), Jelly Bean (4.1-4.3), y

KitKat(4.4). El 3 de Septiembre del 2013, Google anunció que existían un billón de dispositivos activos usando el sistema operativo Android en todo el mundo. La actualización más reciente de android fue KitKat 4.4, lanzado para dispositivos comerciales el 22 de Noviembre del 2013.



Figura 2.3 – Versiones de Android. [45]

Al comenzar el desarrollo de una aplicación Android, se debe decidir cuál va a ser la API mínima a la que se dará soporte. Esto tendrá repercusiones al momento de que un usuario desee instalar la aplicación, ya que si su dispositivo cuenta con una versión como Froyo o Eclair, lo más probable es que no pueda instalar prácticamente ninguna de las aplicaciones disponibles en Google Play, la tienda en que se encuentran todas las aplicaciones que suben los desarrolladores.

Android actualiza mes a mes las estadísticas relativas al número de dispositivos que tienen cada versión del sistema operativo [6]. Esto ayuda a tener una guía sobre cuál va a ser la API mínima soportada. En la figura 2.4 se muestran las estadísticas correspondientes al mes de Abril. Esta información es recolectada durante los últimos 7 días de cada mes. Además se ignoran las versiones que tienen menos de un 0.1 %.

Se puede apreciar que el sistema operativo que hoy en día es dominante corresponde a Jelly Bean con más de un 60 %. El nuevo sistema operativo KitKat tiene sólo un 5.3 % debido principalmente a que los operadores y fabricantes aún no tienen listas sus versiones personalizadas de KitKat, en las que pueden incluir nuevas funcionalidades o quitar lo que estimen conveniente.

Version	Codename	API	Distribution
2.2	Froyo	8	1.1%
2.3.3 - 2.3.7	Gingerbread	10	17.8%
3.2	Honeycomb	13	0.1%
4.0.3 - 4.0.4	Ice Cream Sandwich	15	14.3%
4.1.x	Jelly Bean	16	34.4%
4.2.x		17	18.1%
4.3		18	8.9%
4.4		19	5.3%
	KitKat		

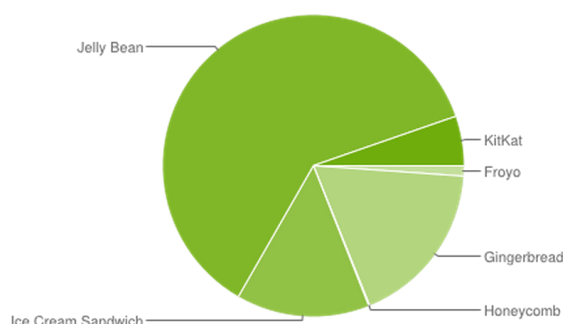


Figura 2.4 – Estadísticas relativas al número de dispositivos que tiene cada versión de Android en Abril del 2014. [6]

2.4. Testing

Con tantos dispositivos y sistemas operativos vigentes, asegurar la calidad de la aplicación a través de testing es un proceso vital y necesario, aunque también puede ser uno de los mayores dolores de cabeza para los desarrolladores. Lo que funciona perfectamente en un dispositivo, en otro puede no resultar como se espera. Es por ello que es absolutamente necesario el uso de herramientas que ayuden a reducir los riesgos inherentes de que una aplicación sea compatible con más de 11.000 dispositivos distintos [40]. A continuación se darán a conocer los tipos de testing más conocidos.

Testing unitario

Un test unitario (unit test) es una pieza de código escrito por un desarrollador que ejecuta una funcionalidad específica en el código que va a ser testeado. Este tipo de test se enfoca en aislar un componente, por ejemplo un método o una clase, para ser capaces de testearlo de forma replicable. Es por esto que los test unitarios y los objetos simulados (mock objects) normalmente se usan en forma conjunta. Estos objetos simulados se usan para poder repetir el test innumerables veces. Por ejemplo, si se quisiera testear el momento en que se borra información desde una base de datos, probablemente no se quiere que los datos realmente se borren y que la próxima vez que se desee testear, éstos ya no se encuentren.

Los test unitarios aseguran que el código funcione como se espera. También son muy útiles para asegurar que el código sigue funcionando correctamente después de hacer cambios en otras partes del proyecto, al momento de arreglar bugs o añadir nuevas funcionalidades.

Testing de User Interface (UI)

Además de testear los componentes individuales que permiten el funcionamiento de la aplicación, como *Activities* y servicios, es muy importante testear el comportamiento de la interfaz de la aplicación cuando está en funcionamiento en un dispositivo. El testing de UI asegura que la aplicación se comportará de forma correcta en respuesta de acciones que realice el usuario en un dispositivo, tales como escribir en el teclado, presionar botones o imágenes, entre otros controles. Se debe tener consideración especial con los test que involucran elementos de UI, ya que únicamente la hebra principal tiene permisos para alterar la UI en Android.

Una estrategia común es testear de forma manual la UI, verificando que la aplicación

se comporta como se espera al realizar una serie de acciones. Sin embargo, este enfoque puede consumir mucho tiempo y ser bastante tedioso, como también, se pueden pasar por alto algunos errores. Un método más eficiente y confiable sería automatizar el testing de la interfaz con algun framework que facilite esta tarea.

Testing de integración

Los test de integración están diseñados para testear el comportamiento que los componentes individuales tienen cuando funcionan de forma conjunta. Esto normalmente se realiza una vez que ya se han aprobado los test unitarios. Además tienden a ser más complejos y lentos que los test unitarios.

Testing funcional o de aceptación

Normalmente estos tipos de test son creados por profesionales del área de negocios y de control de calidad. Además son expresados en un lenguaje de negocios. Estos son test de alto nivel para testear el correcto funcionamiento de los requerimientos o características que debería tener la aplicación. Los testers y desarrolladores también pueden colaborar en la creación de éstos.

Testing de sistema

El sistema es testeado como un todo, y la interacción entre los componentes, software y hardware es testeada. Normalmente, los test de sistema incluyen:

- Smoke test: Es un testing rápido que se lleva a cabo sobre toda la aplicación. Su objetivo no consiste en encontrar bugs, sino que asegurar que las funcionalidades básicas se comportan de manera correcta.
- Test de desempeño: Los test de desempeño miden alguna característica de un componente en una forma replicable. Si se necesitan mejoras en el desempeño de algún componente de la aplicación, el mejor enfoque es medir el desempeño antes

y después de la inclusión de un cambio. De esta forma se entiende claramente el impacto que ha tenido el cambio en el desempeño.

La lista anterior describe los posibles tests que hoy en día existen para asegurar la calidad de las aplicaciones móviles, pero tan importante como saber hacer testing, es saber qué cosas son necesarias testear. A continuación se listan algunas situaciones comunes relacionadas con Android que se deberían tener en cuenta al momento de testear.

Cambios de orientación

Para dispositivos que soportan múltiples orientaciones, Android detecta los cambios de orientación cuando el usuario rota el dispositivo, dejándolo en *landscape* (posición horizontal) en vez de *portrait* (posición vertical).

Cuando ocurre esto, el comportamiento por defecto es destruir y recomenzar la *Activity*. Se deberían tener en cuenta las siguientes preguntas:

- ¿Se dibuja de forma correcta la pantalla?
- ¿La aplicación mantiene el estado? La *Activity* no debería perder nada que el usuario haya ingresado en la UI.

Cambios de configuración

También pueden ocurrir otros cambios más generales en el sistema, como un cambio de idioma. Este tipo de cambios desencadena el comportamiento por defecto de destruir y recomenzar la *Activity*.

Dependencias de fuentes externas

Si la aplicación depende de acceso a internet, o usa GPS, entonces se debería testear qué pasa cuando estos recursos no están disponibles.

Cambios en segundo plano

Si la aplicación está inactiva y ya ha pasado a segundo plano, lo más probable es que el sistema destruya la o las *Activities* de la aplicación para dar memoria a otras aplicaciones que estén corriendo actualmente. Es por ello que es necesario testear el ciclo de vida de la *Activity* para corroborar si se destruye y recomienza de forma exitosa, sin pérdida del estado actual.

Para el caso de testing de clases en aplicaciones Android, es posible que ocurran dos casos: que las clases realicen llamadas a la API de Android o que solamente usen código Java.

Testing de clases en Java [48]

Si las clases que se tienen no hacen llamadas a la API de Android, se puede usar el framework de JUnit sin ninguna restricción.

La ventaja de este método es que se puede usar cualquier framework de testing que sea para Java y la velocidad con que se ejecutan los tests debería ser mucha más rápida comparada con los tests que requieren de un sistema con Android.

Testing de clases en Java que usan la API de Android [48]

Si se quieren hacer tests que usen la API de Android, éstos necesitan llevarse a cabo en un dispositivo con Android. Esto hace que la ejecución de los tests tome más tiempo, principalmente porque el archivo *android.jar* no contiene el código del framework de Android. Este archivo es únicamente usado al momento de compilar una aplicación. Una vez que la aplicación está instalada, se utilizará el *android.jar* que está en el dispositivo.

2.5. Problemas al desarrollar en Android

Ahora que ya se han dado a conocer aspectos básicos sobre Android, se puede profundizar en los problemas más comunes que se enfrentan al desarrollar aplicaciones.

2.5.1. Fragmentación

La Fragmentación es el elemento que más afecta a Android. Debido a los más de 11.000 diferentes tipos de dispositivos [40], como también a las ocho versiones vigentes del sistema operativo [6], es mucho más difícil desarrollar una aplicación robusta y estable, ya que es prácticamente imposible poder probar la aplicación en todas las combinaciones de dispositivos y software existentes. Es posible clasificar la fragmentación en dos categorías, a través de las cuales desembocan la mayoría de los problemas que un desarrollador debe enfrentar: software y hardware.

Fragmentación a nivel de software

Como ya se mencionó anteriormente, existen muchas versiones del sistema operativo Android vigentes hoy en día. Esto priva al desarrollador de métodos útiles al momento de programar su aplicación, ya que se debe establecer una API mínima. En base a las estadísticas que provee Android, la mayoría de los desarrolladores decide dar soporte desde Gingerbread en adelante. Si el desarrollador desea utilizar métodos de una API superior a la de Gingerbread, debe especificar en el código fuente que esa parte sólo tiene que ser ejecutada si el dispositivo del usuario es mayor o igual a la API 11. La siguiente porción de código [8] es un ejemplo de lo que los desarrolladores deben hacer:

```
if (Build.VERSION.SDK_INT > Build.VERSION_CODES.GINGERBREAD_MR1) {  
    // Aquí va código superior a la API 10 de Gingerbread  
}
```

Esto provoca muchas veces que el desarrollador deba programar una funcionalidad más de una vez. Actualmente varios desarrolladores están optando por dar soporte a sus aplicaciones desde Ice Cream Sandwich en adelante, debido principalmente a la gran recepción que ha tenido Jelly Bean y a la caída constante que está teniendo Gingerbread. Si se toma en cuenta que este último sistema operativo fue lanzado el año 2010 [4] y aún cuenta con cerca de un 20 %, se puede apreciar claramente el nivel de fragmentación que existe, principalmente por la rapidez con la que Android ha estado mejorando su sistema operativo, lanzando aproximadamente una nueva versión cada año.

A continuación, en el gráfico de la figura 2.5 se puede ver la distribución histórica de versiones que ha tenido Android con el pasar de los años. Si bien se visualiza que aún existe una gran fragmentación, esto ha ido disminuyendo y Android cada vez se está convirtiendo en un sistema operativo más estable y maduro. Por ejemplo, si se compara el porcentaje que tenía Gingerbread en el año 2013 (39.8 %) con el de este año (17.8 %) se ve que hay una diferencia sustancial, y gran parte de este porcentaje se ha trasladado a Jelly Bean, que el año pasado contaba con un 25 % del mercado y hoy en día cuenta con más del 60 %.

Muchas veces los crashes y errores en los que la aplicación deja de funcionar correctamente, ocurren en un sistema operativo más antiguo y ya fueron arreglados en los sistemas operativos más nuevos. Esto ocasiona que al probar la aplicación en un smartphone como un Nexus 4 o como un Samsung S3, no ocurran problemas que si podrían verse en dispositivos más antiguos. Además, debido a que a veces los operadores o fabricantes no ofrecen actualizaciones al sistema actual, el dispositivo no es actualizado, por lo que estos errores persistirán.

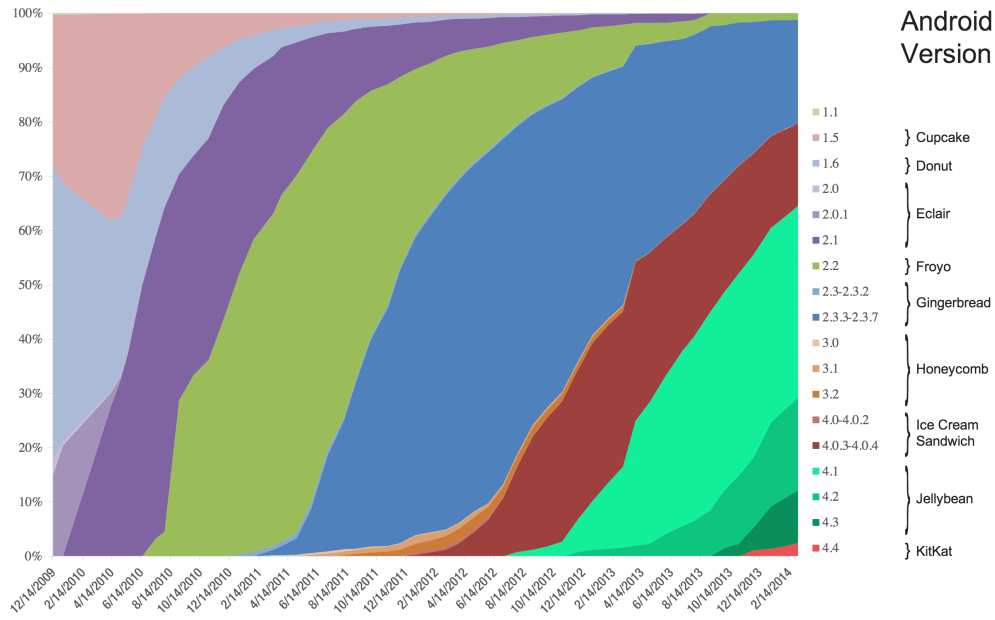


Figura 2.5 – Distribución histórica de versiones de Android.[25]

Fragmentación a nivel de hardware

Este tipo de fragmentación es la que más afecta a los desarrolladores. Por un lado, la gran cantidad de dispositivos es la que ha permitido la rápida evolución de Android, ya que cualquier fabricante puede adaptar el sistema operativo a sus necesidades e incluirlo en su hardware. Para los desarrolladores, este tipo de fragmentación es la que genera más pesadillas, pues cada dispositivo con Android cuenta con diferentes características. A continuación se detallan los problemas derivados por la fragmentación de hardware.

Fragmentación en los tamaños de pantalla

Existen cuatro tamaños generales de pantallas [6]: pequeña (small), normal, grande (large) y extra grande (xlarge). Para optimizar la experiencia del usuario, muchas veces se debe implementar una interfaz distinta para un tipo específico de pantalla. Esto se lleva a cabo a través de un archivo llamado layout, escrito en XML que define los elementos presentes en la interfaz.

Si se desea usar el mismo layout para todas las pantallas simplemente se deben ir guardando estos archivos en la carpeta de recursos del proyecto, *res/layout*. En caso que se quiera agregar un layout distinto para un tipo de pantalla, además de tener un archivo en la ruta antes mencionada, se debe crear una nueva carpeta de layouts, añadiendo el sufijo que corresponda a cada tamaño de pantalla.

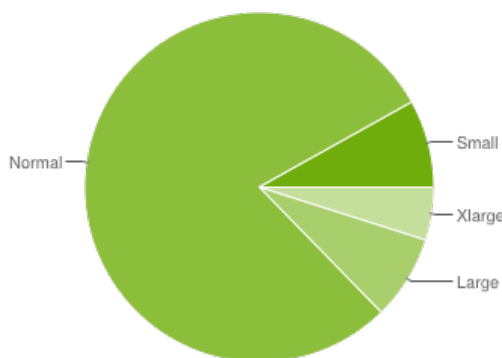


Figura 2.6 – Gráfico con la distribución de tamaños de pantalla durante el mes de Abril del 2014. [9],

Por ejemplo, si se quisiera agregar un layout distinto para pantallas grandes (large), se debe añadir un archivo de layout a la carpeta *res/layout-large*, por lo que existirán dos versiones de este archivo, uno en la carpeta antes señalada, mientras que el otro estará en la carpeta general de layouts, *res/layout*.

En el sitio web de Android [9], se entregan estadísticas mensuales sobre el porcentaje de dispositivos que tiene cada tamaño de pantalla. En el gráfico de la figura 2.6 se muestra la distribución de tamaños de pantalla durante el mes de Abril del 2014.

Fragmentación en las resoluciones de pantalla

Android categoriza las resoluciones de cada pantalla en base a la densidad de pixeles que poseen. Existen cinco tipos de densidades [6]: baja (ldpi), media (mdpi), alta

(hdpi), extra-alta (xhdpi) y extra-extra-alta (xxhdpi). Además existe otro tipo de densidad, la cual es usada principalmente para televisores (tvdpi).

Muchas veces es necesario agregar diferentes versiones del mismo recurso gráfico. Por ejemplo, si sólo se agrega un recurso gráfico en la resolución más alta (xxhdpi), este probablemente se verá bien en resoluciones altas como xxhdpi y xhdpi, pero para las más bajas, como hdpi o mdpi, la imagen será redimensionada y se perderá mucha calidad.

Al agregar elementos de UI como botones, textos, tablas, entre otros, también se debe considerar la densidad de pixeles, ya que si el ancho y alto se asignan en pixeles, va a ocurrir lo que se muestra en la figura 2.7. Por ello, es muy importante asignar valores que estén en la escala de densidad de pixeles.

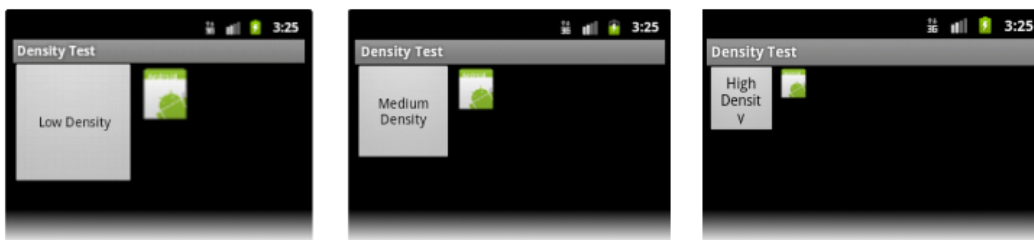


Figura 2.7 – Consecuencias de asignar alto y ancho en pixeles en vez de en densidad de pixeles.[11]

Aún con estas precauciones, es muy difícil saber cuáles son los valores de alto y ancho adecuados que deben ser asignados. Esto se debe a que existe una gran diferencia entre cada tipo de resolución, ya que si por ejemplo se asignara a un elemento un ancho de 350dp, no existirán problemas en una pantalla con una resolución alta como un Nexus 4 (xhdpi), pues el elemento tomaría un espacio de 700px, pero para un dispositivo con resolución más baja como un Samsung Galaxy Young (ldpi) si existirían, ya que el elemento tomaría 262.5px y el ancho de la pantalla de este dispositivo es de

240px. A través del siguiente sitio [34], se puede saber cuál es la densidad de pixeles de prácticamente todos los dispositivos más populares de Android.

En el gráfico de la figura 2.8 se puede apreciar la información que entrega Google sobre la distribución de densidad existente durante el mes de Abril del 2014 [9].

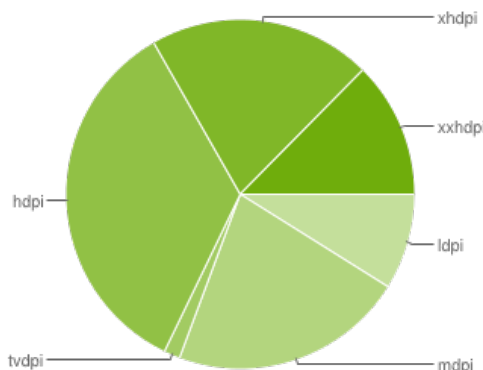


Figura 2.8 – Gráfico con la distribución de densidades de pantalla durante el mes de Abril del 2014.[25]

Fragmentación en otras características

Además de los tamaños de pantalla y sus resoluciones, existen otras características muy importantes que los desarrolladores deben tener en cuenta. Una de las principales es la RAM con la que cuenta el dispositivo, ya que es allí donde se cargan las instrucciones que ejecuta el procesador. También es muy importante el procesador y la cantidad de núcleos con los que cuenta. Aunque la mayoría de los dispositivos tiene cámara, también se debe tener en cuenta que algunos no la tiene. Por último, muchas veces los fabricantes como Samsung, hacen cambios en el sistema operativo, cambiando cosas nativas, lo cual produce diferentes experiencias en cada dispositivo, y muchas veces genera errores que el desarrollador no se espera.

Reporte sobre Fragmentación

La compañía *OpenSignal* ha entregado dos reportes sobre la fragmentación en Android en los años 2012 [41] y 2013 [40]. En su último reporte de Julio del 2013 se

Similar a las estadísticas de dispositivos, la gráfica de la figura 2.10 muestra el porcentaje de mercado que maneja cada uno de los fabricantes. Se puede ver a Samsung claramente sobre el resto, con un 47.5 % del mercado. Sony se encuentra en la segunda posición con un 6.5 %, menos de un séptimo de lo que tiene Samsung. Algunas otras marcas que se encuentra en esta gráfica, pero que tienen porcentajes muy bajos son Motorola, HTC, Huawei, LG y Google.

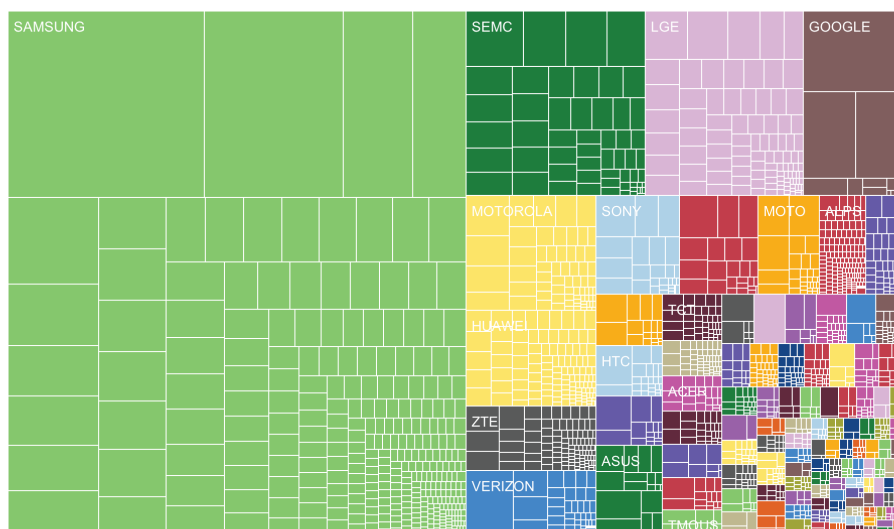


Figura 2.10 – Fragmentación a nivel de fabricantes de dispositivos Android entregado por OpenSignal el 2013. [40]

Con respecto a los tamaños de pantallas, se menciona que la clave del éxito para cualquier aplicación es tener una buena interfaz, y en este aspecto Android presenta dos desafíos para los desarrolladores. Primero, los fabricantes tienden a producir sus propias variantes en la interfaz del usuario, cambiando el aspecto de varios elementos nativos de Android, como botones, switches, listas, entre otros, por lo que no se puede entregar la misma experiencia a todos los usuarios a menos que se hagan cambios profundos para personalizar la interfaz. El otro desafío tiene relación con los tamaños de pantalla, ningún otro sistema operativo móvil tiene tanta diversidad. En las figuras (2.11 y 2.12) se incluye una comparación entre los tamaños de pantalla de los dispositivos Android en contraste con los de iOS. Las líneas más oscuras representan la frecuencia de estas

pantallas. Se hace énfasis en que en la gráfica lo que se muestra son los tamaños de pantalla física, no los tamaños en píxeles.

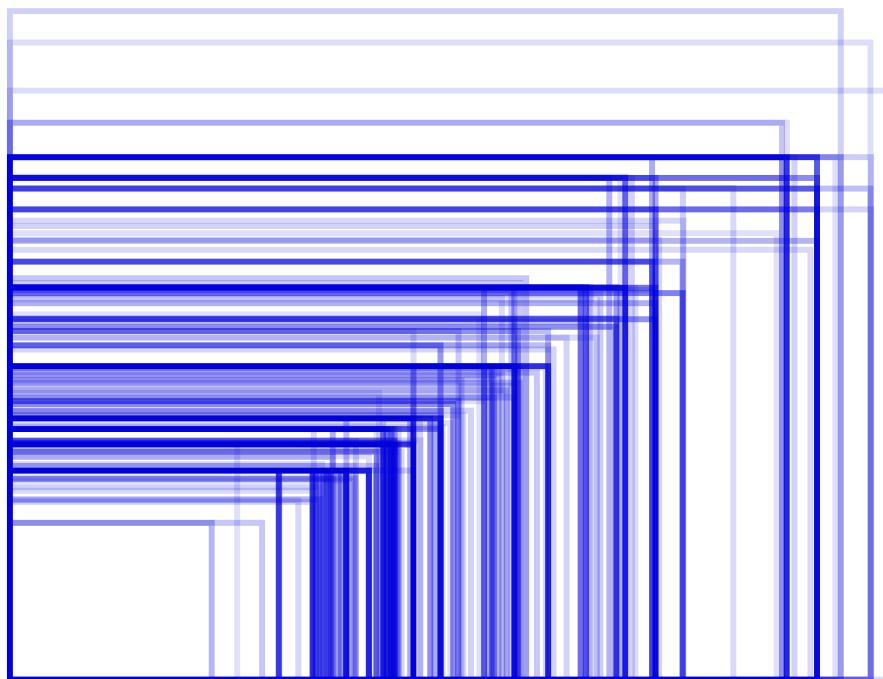


Figura 2.11 – Fragmentación de pantallas en dispositivos Android entregado por Open-Signal en Julio del 2013. [40]

2.5.2. Distribución de versiones Alpha y Beta

Durante el proceso de desarrollo de una aplicación, normalmente se compilan versiones Alpha y Beta, las cuales son versiones que no son las finales, por lo que se necesita una forma de distribuirlas para que sean testeadas, antes de su publicación oficial. Este proceso no solamente se lleva a cabo antes de la primera publicación oficial, sino que es un proceso constante, que se realiza en cada iteración, y antes de cada actualización.

Generalmente, la distribución se realiza con un reducido grupo de usuarios de prueba, escogidos por los desarrolladores. Esto permite corroborar que todas las características de la aplicación están funcionando correctamente antes de subir una actualización.

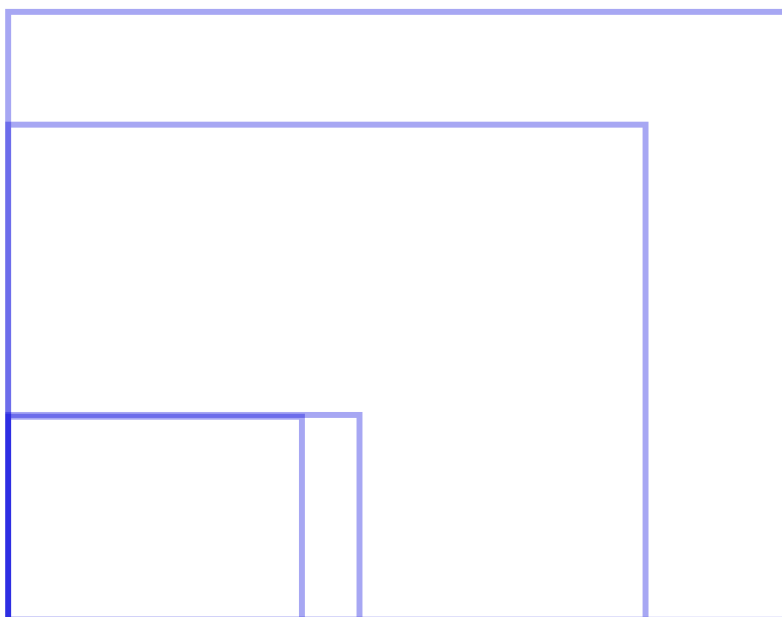


Figura 2.12 – Fragmentación de pantallas en dispositivos iOS entregado por OpenSignal en Julio del 2013. [40]

Además ayuda a encontrar y corregir posibles problemas a través de la retroalimentación obtenida por parte de los testers.

Al ser un proceso cíclico, normalmente los usuarios de prueba tienen que recibir versiones semanales de la aplicación, por lo que es importante mantener el contacto con ellos y contar con vías de comunicación siempre disponibles.

Por otro lado, también existen desarrolladores que quieren dejar disponibles sus versiones Alphas y Betas a todo el mundo, ya que mientras más usuarios las usen, más posible es que se encuentren errores que se puedan haber pasado por alto.

2.5.3. Crashes

Los crashes se entienden como la condición en la que una aplicación deja de funcionar de forma esperada, en el caso de Android, cuando una aplicación se congela o deja

de responder. Una vez que la aplicación ya está publicada y disponible de forma oficial, es posible ver los reportes de crashes que envían los usuarios. Esto fue implementado por parte de Google el año 2010 [5], a través de la versión de Android 2.2 (Froyo). Si bien esto es bastante útil, la mayoría de las veces no es suficiente, ya que cuando aplicación deja de funcionar, se le pregunta al usuario si desea enviar este crash al desarrollador y son pocos los usuarios que realizan esta acción.

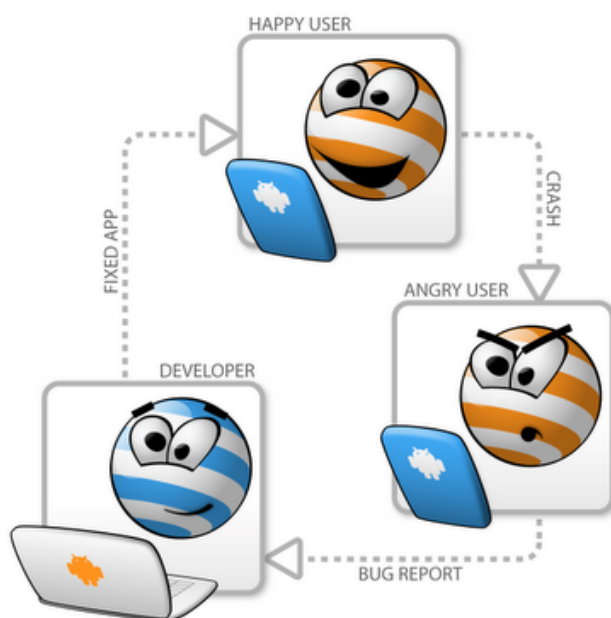


Figura 2.13 – Concepto de Google sobre como el proceso de reportar crashes hacen al usuario feliz. [5]

Este proceso es fundamental para el desarrollo y mantenimiento de una aplicación, pues gracias a los reportes de crashes es posible saber en qué casos es necesario realizar mejoras en el código para dar más estabilidad a la aplicación y que los errores pasados no se vuelvan a cometer. Como se puede ver en la figura 2.13, la idea básica es recibir feedback del usuario para reparar la aplicación y que éste tenga una mejor experiencia la próxima vez.

Capítulo 3

Herramientas Actuales

En este capítulo se detallarán las herramientas más utilizadas para combatir los diversos problemas durante el proceso de desarrollo de aplicaciones Android.

3.1. Herramientas de Testing

Ahora que ya se conoce lo básico sobre testing y se han visto las herramientas que entrega el framework de testing de Android, se comenzaran a ver el resto de herramientas que se encuentran disponibles.

3.1.1. Herramientas de testing provistas por Android

Android provee un buen framework de testing [12] para hacer pruebas en varios aspectos de la aplicación. Los elementos claves son:

- Los *test suites* (conjuntos de prueba) de Android están basados en JUnit. Se puede usar JUnit puro para testear una clase que no hace llamadas a la API de Android, o las extensiones de JUnit para Android si se desea testear componentes de Android.
- Las extensiones de JUnit proveen clases con tests específicos para componentes. Estas clases entregan métodos para crear *mocking objects* (objetos simulados) y métodos que ayudan a controlar el ciclo de vida de los componentes.

- El SDK (Software Development Kit) de Android también provee herramientas para realizar testing a la UI, como monkeyrunner.

A continuación se revisará en detalle cada una de las herramientas relacionadas a testing del SDK:

JUnit [36]

El testing en Android se basa en JUnit. Actualmente la API de testing soporta JUnit 3. Este requiere que las clases de test hereden de la clase *junit.framework.TestCase*. Además, en JUnit 3 los métodos de testing deben comenzar con el prefijo *test*. También se debe llamar al método *setUp()* para configurar el test y al método *tearDown()* para finalizar el test.

Es una buena práctica, al realizar testing en Android, tener un método llamado *testPreconditions()* que se encargue de corroborar las precondiciones para cada uno de los test. Si este método falla, se sabe inmediatamente que las suposiciones para los otros test no se han cumplido.

Se puede usar la clase *TestCase* de JUnit para hacer testing unitario en una clase que no haga llamadas a la API de Android. *TestCase* es también la clase base para *AndroidTestCase*, que puede ser usada para testear objetos que dependen de Android.

La clase *Assert* de JUnit es usada para mostrar los resultados de los test. Los métodos *assert* comparan los valores que se esperan de un test con los valores reales y se lanza una excepción si la comparación falla. Android también provee una clase para *assertions* que extiende los posibles tipos de comparaciones, y otra clase de *assertions* para testear la UI.

Instrumentation [12]

La API de testing de Android provee interacciones entre los componentes de Android y el ciclo de vida de la aplicación. Estas interacciones son realizadas a través de la API Instrumentation, que permite a los tests controlar el ciclo de vida y los eventos de interacción del usuario.

Normalmente, un componente de Android se ejecuta en un ciclo de vida determinado por el sistema. Por ejemplo, el ciclo de vida de un objeto *Activity* comienza cuando este es iniciado por un *Intent*. El método *onCreate()* es llamado, seguido del método *onResume()*. Cuando el usuario abre otra aplicación, el método *onPause()* es llamado. Si la *Activity* llama al método *finish()*, entonces el método *onDestroy()* también es llamado. La API de Android no provee una forma de llamar estos métodos directamente, pero se puede hacer a través de Instrumentation.

Únicamente una clase de test basada en *Instrumentation* permite enviar eventos de teclado o toques de pantalla a la aplicación bajo test. Por ejemplo, se puede testear una llamada al método *getActivity()*, el cuál comienza una *Activity* y retorna la *Activity* que está siendo testeada. Después se puede llamar al método *finish()*, seguido por un método *getActivity()* nuevamente, y así poder testear si la aplicación restaura su estado de forma correcta.

El sistema ejecuta todos los componentes de una aplicación en el mismo proceso. Se puede permitir a algunos componentes, tales como *Content Providers*, ejecutarse en un proceso separado, pero no se puede forzar a una aplicación a ejecutarse en el mismo proceso en el que otra aplicación está ejecutándose.

Simulando objetos (Mock objects) [12]

Android entrega clases para crear objetos llamados *mock objects*, que son objetos de sistema simulados como *Context*, *ContentProvider*, *ContentResolver* y *Service*. Algunos tests también proveen objetos simulados de *Intent*. Se pueden usar estos *mocks* para aislar los tests del resto del sistema y facilitar la inyección de dependencias. Estas clases se encuentran en los paquetes *android.test* y *android.test.mock*.

Por ejemplo se puede usar *MockContext* en vez de *Context*. La clase *RenamingDelegatingContext* entrega las llamadas a un contexto dado y ayuda a la base de datos y a las operaciones con archivos agregando un prefijo a todos los nombres de los archivos. De esta forma se pueden testear componentes sin afectar la base de datos del sistema de archivos de un dispositivo Android.

uiautomator [48]

El SDK de Android contiene la biblioteca uiautomator para testear y ejecutar tests a la interfaz gráfica. Esto fue implementado a partir de la API 16.

Los proyectos de test de uiautomator son proyectos en Java, en donde la biblioteca de JUnit 3, junto con los archivos *uiautomator.jar* y *android.jar* son agregados a la compilación.

Además esta biblioteca provee la clase *UiDevice* que permite la comunicación con el dispositivo, la clase *UiSelector* para buscar elementos en la pantalla y la clase *UiObject* que presenta los elementos de la interfaz. La clase *UiCollection* permite seleccionar un número de elementos de la interfaz gráfica al igual que la clase *UiScrollable* permite hacer scroll en una vista para encontrar un elemento.

uiautomatorviewer [48]

Android también provee la herramienta uiautomatorviewer, que permite analizar la interfaz gráfica de una aplicación. Esta herramienta puede ser usada para encontrar los id, texto o atributos de los elementos de la interfaz.

Esta herramienta permite a la gente que no programa, analizar una aplicación y desarrollar test a través de la biblioteca uiautomator.

Monkey [13]

Monkey es un herramienta de línea de comando que envia eventos aleatorios a un dispositivo. Se puede restringir a Monkey para que se ejecute únicamente en ciertos paquetes, por lo que se le pueden dar instrucciones para testear únicamente una aplicación.

Por ejemplo, el siguiente comando enviará 2000 eventos aleatorios a la aplicación con el nombre de paquete co.seahorse.android:

```
adb shell monkey -p co.seahorse.android -v 2000
```

monkeyrunner [10]

La herramienta monkeyrunner provee una API en Python para escribir programas que controlen un dispositivo Android o un emulador, fuera del código fuente que hayamos escrito.

A través de monkeyrunner se puede hacer un script para realizar un test. Este se ejecuta a través del *adb debug bridge* y permite instalar programas, iniciarlos, controlar los flujos y tomar screenshots.

Para usar monkeyrunner se debe tener instalado Python en el computador.

Las siguientes clases son las principales:

- **MonkeyRunner**: permite conectarse con los dispositivos.

- MonkeyDevice: permite instalar y desinstalar aplicaciones, como también enviar eventos de teclado y toques en la pantalla a una aplicación.
- MonkeyImage: Permite crear, comparar y guardar screenshots.

3.1.2. Herramientas de testing de terceros

EasyMock [50]

EasyMock es un framework para mocking, es decir, para crear objeto simulados. Este puede ser usado en conjunto con JUnit. A continuación se muestra como es la instanciación de un objeto basado en una clase.

```
import static org.easymock.EasyMock.createNiceMock;
....

// ICalcMethod es el objeto que es simulado
ICalcMethod calcMethod = createNiceMock(ICalcMethod.class);
```

El método *createNiceMock()* crea un mock que retorna los valores por defecto para métodos que no están sobreescritos. Además tiene varios métodos que pueden ser usados para configurar el objeto mock. El método *expect()* le dice a Easymock que simule un método con ciertos argumentos. El método *andReturn()* define lo que va a retornar este método. El método *times()* define que tan seguido el objeto va a ser llamado.

Mockito [51]

Mockito es un framework bastante popular que puede ser usado en conjunto con JUnit. Este permite crear y configurar objetos simulados. Además, desde la versión 1.9.5 puede ser usado directamente con los test de Android.

Mockito soporta la creación de objetos simulados con el método estático *mock()*. Este también soporta la creación de objetos basados en la anotación *@Mock*. Si se usan anotaciones, se debe inicializar el objeto simulado con una llamada al método

MockitoAnnotations.initMocks(this).

Robolectric [52]

Robolectric es un framework que simula parte del framework de Android contenido en el archivo *android.jar*. Está diseñado para permitir testear aplicaciones de Android en la JVM (Java Virtual Machine). Esto permite ejecutar los test de Android en un entorno de integración continua, sin necesidad de configuraciones extras. Está basado en JUnit 4.

Robolectric reemplaza todas las clases de Android por los llamados *shadow objects*. Si un método es implementado por Robolectric, este dirige estas llamadas al *shadow object*, que se comporta de forma similar a los objetos del SDK de Android. Si un método no es implementado por el *shadow object*, este simplemente retorna un valor por defecto, como null o 0.

Robolectric soporta el manejo de recursos, como inflar vistas. También puede usarse el *findViewById()* para buscar una vista.

Robotium [49]

Robotium es una extensión del framework de test de android y fue creado para hacer más fácil los test de interfaz gráfica para las aplicaciones de Android. Robotium hereda de *ActivityInstrumentationTestCase2* y permite definir casos de test a través de las *Activities* de Android.

Los test con Robotium interactúan con la aplicación como test de caja negra, esto quiere decir que únicamente se interactúa con la interfaz y no a través del código interno de la aplicación. La clase principal para testear con Robotium se llama *Solo*. Esta es inicializada en la primera *Activity* que se desea testear.

Espresso [29]

Google lanzó el framework Espresso para testing en Octubre del 2013. Esta es una API para realizar tests de interfaz gráfica, localizando elementos de la UI e interactuando con ellos. A continuación se presentan los componentes principales de Espresso:

- Espresso: Punto de entrada para interactuar con las vistas, a través de los métodos *onView()* y *onData()*. También permite la interacción con métodos que no necesariamente están atados a una vista, como por ejemplo el método *pressBack()*.
- ViewMatchers: Una colección de objetos que implementan la interfaz *Matcher<? super View>*. Se puede pasar uno o más de estos objetos al método *onView()* para localizar una vista que actualmente esté dentro de la jerarquía de vistas.
- ViewActions: Una colección de *ViewActions* que pueden pasarse al método *ViewInteraction.perform*, por ejemplo un click.
- ViewAssertions: Una colección de *ViewAssertions* que pueden pasarse al método *ViewInteraction.perform*.

Spoon [44]

Spoon es una herramienta de código abierto para test automatizados que permite ejecutar los test escritos en java en varios dispositivos al mismo tiempo. Este fue desarrollado por la compañía Square.

La aplicación se ejecuta en base a los test que hayamos definido en las pruebas de instrumentación. Spoon genera un informe con los resultados a través de un HTML. Cada dispositivo testeado tiene una ficha con los resultados de cada uno de los test.

Además, Spoon permite obtener screenshot de cada estado que se haya definido en la ejecución de los test, los cuales pueden verse en las distintas resoluciones de cada

dispositivo en los que se realizaron las pruebas. En el siguiente código se obtienen dos screenshots, uno al inicio y otro después de realizar los respectivos test:

```
Spoon.screenshot(activity, "initial_state");  
/* aqui va un codigo de test... */  
Spoon.screenshot(activity, "after_login");
```

3.2. Herramientas de Distribución de Versiones

Antes de la publicación de una aplicación, es necesario distribuir usuarios para corroborar que no existen problemas de usabilidad, errores de interfaz o que la aplicación deja de responder ante alguna acción del usuario. Para ello existen herramientas que permiten distribuir de manera segura versiones alpha y beta, para posteriormente poder recibir feedback que permita corregir posibles problemas, o simplemente recibir retroalimentación por parte de testers.

3.2.1. Herramienta de Distribución de Versiones provista por Android

Durante la Conferencia Google I/O de Mayo del año 2013 [37], se llevó a cabo el anuncio de una actualización a la *Google Play Developer Console* [32], que corresponde al lugar en donde el desarrollador sube y administra la versión oficial de su aplicación. Las mejoras consistieron en añadir un servicio de traducción para las aplicaciones, estadísticas relacionadas con ganancias, consejos de optimización, seguimiento de referidos y finalmente la opción de subir versiones alphas y betas, ya que antes de este evento, no existía una forma nativa de realizar esta distribución.

Tal como se ve en la figura 3.1, además de la versión de producción, que corresponde a la versión oficial de una aplicación, existen dos secciones más, una para versiones alpha y otra para versiones beta. El desarrollador tiene la opción de elegir que usuarios quiere que reciban las versiones experimentales de su aplicación. Esto se realiza creando un grupo en *Google Groups* [31] o una comunidad en *Google+ Communities*[33]. Una

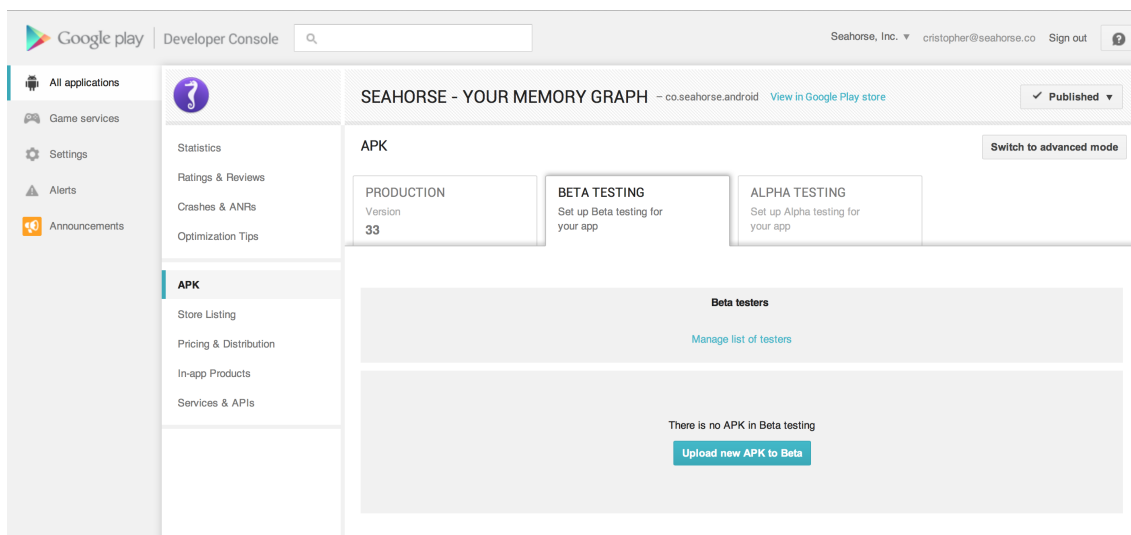


Figura 3.1 – Vista del sistema de versiones alphas y betas provisto por Android. Fuente: Elaboración Propia

vez que el grupo ha sido creado, es responsabilidad del desarrollador agregar o quitar usuarios que recibirán las versiones aún experimentales de la aplicación. Es posible dejar la opción de unirse a estos grupos de forma abierta, para que cualquier usuario que desee tener versiones alpha y beta, puedan obtener una.

3.2.2. Herramienta de Distribución de Versiones de terceros

Debido a que antes de Mayo del 2013 no existía una forma provista por Google de distribuir aplicaciones de prueba, hay varias herramientas que suplían esta necesidad y que aún siguen haciéndolo. La gran diferencia con la opción que entrega Google es que todas terminan siendo de pago después de algún tiempo o después de una determinada cantidad de usuarios. Además ofrecen otras herramientas complementarias a la distribución de versiones, para entregar mayor valor y diferenciación a sus productos.

HockeyApp [35]

HockeyApp es una plataforma que permite la distribución de versiones beta a múltiples plataformas, entre las que se encuentran Android, iOS, Windows Phone y Mac OS.

Esto se complementa con la recolección de reportes de crashes, retroalimentación por parte de los usuarios y estadísticas sobre los testers que están usando la aplicación, como el dispositivo e idioma que tienen.

Para la distribución solamente es necesario subir el APK de la aplicación e invitar a los usuarios a través del correo electrónico del tester. Cada vez que se sube una nueva versión es posible enviar un correo notificando a los testers que existe una actualización. Los testers pueden descargar la aplicación accediendo desde el sitio web de HockeyApp [35], como también a través de la aplicación oficial, la cual también puede ser descargada desde su sitio web, en la sección de aplicaciones.

Si se desean implementar las otras características que ofrece Hockeyapp, es necesario agregar el SDK de ellos a la aplicación. Esto permitirá tener los reportes de crashes de los testers, y otras estadísticas acerca de ellos.

AppBlade [15]

AppBlade es una plataforma que soporta la distribución de versiones beta a Android, iOS y BlackBerry. También cuenta con un sistema de reporte de crashes que notifica al desarrollador de estos errores.

Para la distribución también es necesario subir el APK y comenzar a invitar testers. Luego, los testers deben hacerse una cuenta y descargar la aplicación desde el sitio web de AppBlade [15].

Además existe un SDK para obtener reportes de crashes, obtener feedback por parte de los usuarios y obtener estadísticas.

El servicio permite tener 25 usuarios de forma gratuita. Al sobrepasar este límite existen distintos tipos de planes, cuyos precios varían dependiendo de la calidad del plan, la cantidad de usuarios y la cantidad de meses durante los cuales se tendrá el plan.

Por último AppBlade permite la integración con servicios externos como GitHub

[28], Pivotal Tracker [38], HipChat [18], entre otros.

The Beta Family [26]

The Beta Family es una plataforma que permite la distribución de versiones de aplicaciones Android y iOS a testers. A diferencia de las plataformas anteriores, el desarrollador puede pagar para que un grupo de usuarios de prueba usen su aplicación y reportes los posibles problemas que puedan encontrar.

El servicio también cuenta con una opción gratuita en que 5 testers, de poca reputación dentro de la plataforma, pueden testear una aplicación. Dependiendo de la reputación de los testers, el valor del servicio va variando.

Para el uso de la plataforma es necesario subir el APK y rellenar un par de datos básicos sobre la aplicación, así como también preguntas básicas enfocadas en lo que el desarrollador desee.

UserTesting [46]

UserTesting es una plataforma que permite distribuir versiones de aplicaciones Android y iOS a testers. Similar a como funciona The Beta Family, el desarrollador compra una cantidad de créditos, y cada uno de estos le permite hacer un test distinto.

La gran ventaja con la que cuenta esta plataforma es que el tester debe grabar la pantalla de la aplicación mientras va desarrollando el test, por lo que se pueden observar directamente las reacciones o los posibles problemas que pueda tener el tester al usar la aplicación.

Para el uso de esta plataforma es necesario subir el APK y añadir información que detalle lo que el desarrollador desea que el tester realice. También se pueden agregar preguntas tales como:

- ¿Qué fue lo más frustrante de la aplicación?
- ¿Usarías la aplicación?

- ¿Que nota le pondrías de 1 a 10?

3.3. Herramientas de Reporte de Crashes

Una vez publicada una aplicación, comienza el proceso de correcciones de errores y mejoras. Esto se puede realizar gracias a los reportes de crashes que se reciben cuando la aplicación deja de funcionar correctamente. Es muy importante corregir todos estos errores para dar mayor estabilidad a la aplicación y para ofrecer un mejor producto al usuario. Android cuenta con un sistema de reporte de crashes desde el año 2010[5]. A continuación se revisarán las características con las que cuenta:

3.3.1. Herramienta de Reporte de Crashes provista por Android

Cuando la aplicación ya esta publicada, es posible acceder a una sección dentro de la *Google Play Developer Console* [32], titulada *CRASHES & ANRS*. En este sitio es posible ver los reportes de los últimos 6 meses. Tal como se muestra en la figura 3.2, es posible aplicar distintos filtros para obtener información más detallada sobre estos reportes. Por ejemplo, se puede filtrar por versiones de sistema operativo o el número de versión de la aplicación.

Tal como se mencionó anteriormente, estos reportes son los que envía el usuario cuando la aplicación deja de funcionar correctamente. En ese momento, el sistema le pregunta al usuario si desea enviar el reporte del crash al desarrollador. Además, el usuario tiene la opción de enviar algún mensaje adicional que pueda ser útil para el desarrollador, como por ejemplo, que al momento del crash se estaba usando la cámara.

Al presionar en el reporte de crash para ver más detalles, se puede ver la hora y el día en el que ocurrió el crash, cuantas veces ha ocurrido y el dispositivo que estaba usando el usuario. También se pueden ver algunas líneas del stack trace del usuario al momento del error. El stack trace es un reporte de todas las acciones que se realizan

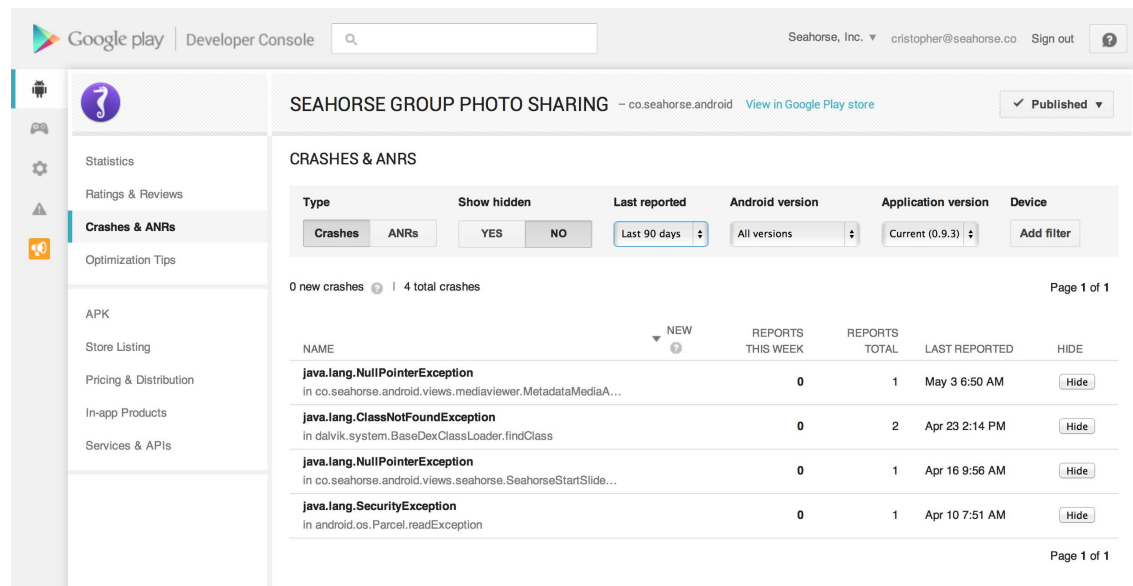


Figura 3.2 – Vista del sistema de reporte de crashes provisto por Android. Fuente: Elaboración Propia

en cierto punto, durante la ejecución de una aplicación. Esto es muy útil para los desarrolladores ya que la mayoría de las veces se puede ver en que línea del código la aplicación dejó de responder correctamente y que tipo de error ocurrió. Con esta información es posible comenzar a revisar el código y ver que problema existe.

3.3.2. Herramientas de Reporte de Crashes de terceros

Existen varias herramientas que entregan reportes de crashes mucho más completos que los que entrega Google de forma nativa. La mayoría de estas entregan una versión gratuita con restricciones y es posible pagar para acceder a la versión premium, la cual cuenta con características más especializadas. Además, todos los reportes de crashes son enviados, ya que al momento de instalar la aplicación se piden los permisos necesarios para ello, por lo que el usuario afectado no debe hacer nada. A continuación se listan las más populares:

Crittercism [22]

Crittercism es un sistema muy completo que cuenta con monitoreo, manejo de excepciones, como también reportes de crashes y performance. Actualmente soporta múltiples plataformas, entre las que se encuentran: Android, Android NDK, iOS, Windows Phone 8 y HTML5.

Como se puede ver en la figura 3.3, se tienen opciones parecidas al reporte de crashes de Google. La gran diferencia está en el detalle de la información, ya que al revisar un crash, se puede ver información muy específica como: nivel de batería, espacio en el disco, espacio en la tarjeta SD, uso de RAM, estabilidad de la red, orientación del dispositivo, idioma del dispositivo, *Activities* que estaban ejecutandose, entre muchos otros puntos.

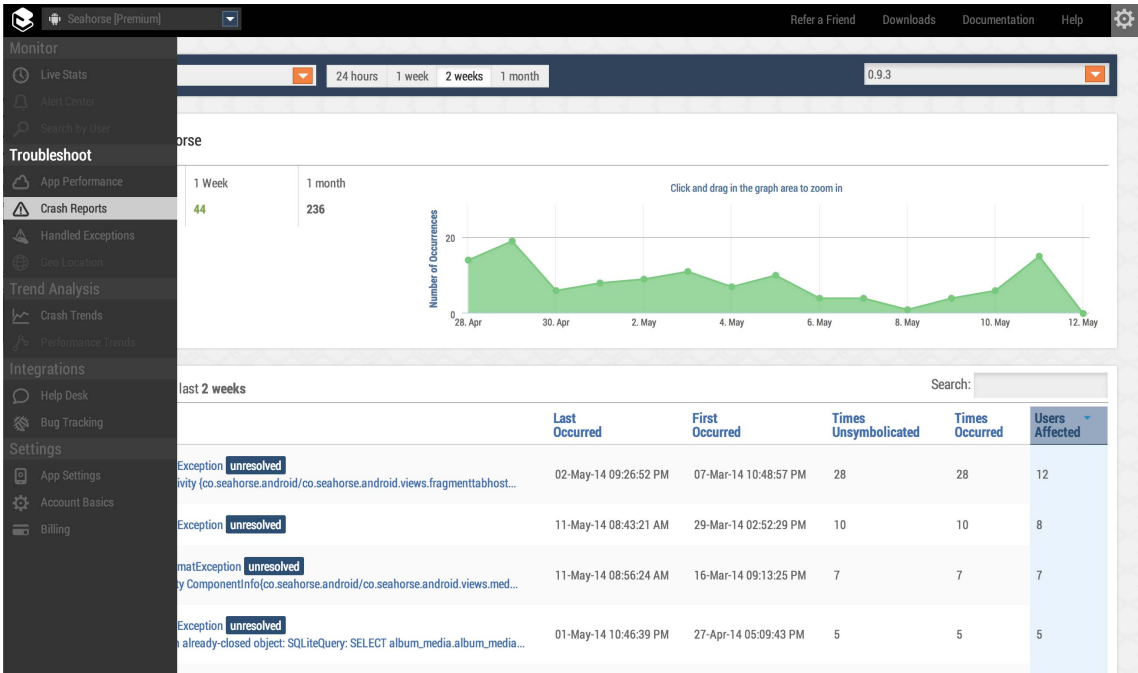


Figura 3.3 – Vista del sistema de reporte de crashes de Crittercism. Fuente: Elaboración Propia

Bugsense [19]

Bugsense también es un sistema bastante completo. Cuenta con monitoreo, reportes de crashes, manejo de excepciones, tendencias de crashes e integración con ACRA. Soporta múltiples plataformas, entre las que se encuentran: Android, iOS, Windows Phone 8 y HTML5.

En la figura 3.4 se puede ver como es el panel con estadísticas que ofrece Bugsense. Similar a lo ofrecido por Crittercism, es posible filtrar los crashes por versión de la aplicación, como también por versión del sistema operativo.

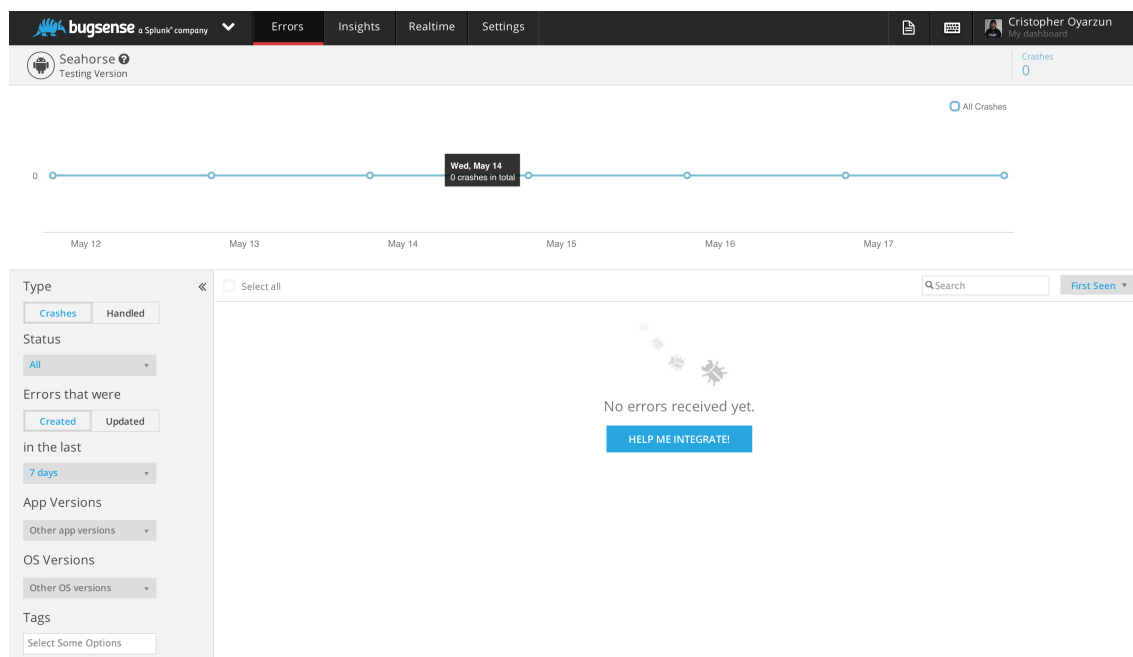


Figura 3.4 – Vista del sistema de reporte de crashes de Bugsense. Fuente: Elaboración Propia

Google Analytics [30]

Google Analytics es otra herramienta que cuenta con reportes de crashes. Si bien, la especialidad de Google Analytics es ofrecer estadísticas y hacer tracking de distintos eventos, también es posible recibir reportes de crashes y excepciones. El gran problema es que los reportes no llegan en tiempo real, ya que la información se actualiza con un

día de retraso.

Google Analytics ofrece filtrar los reportes de crashes por versión de la aplicación, versión del sistema operativo, marca del dispositivo y tamaños de pantalla.

ACRA [2]

ACRA es una biblioteca gratuita y de código abierto disponible en Github [1]. Desde la última actualización de Google Forms, el uso de Google Docs como almacenamiento para los reportes que entregaba ACRA está obsoleto. Ahora es necesario implementar una aplicación web para poder ver los reportes, aunque también es posible asociarlo a otras plataformas como Bugsense o HockeyApp.

En la figura 3.5 se muestra una vista del sistema de reportes integrado con Acralyzer [23], ofreciendo filtrar los reportes por versión de Android y versión de la aplicación:

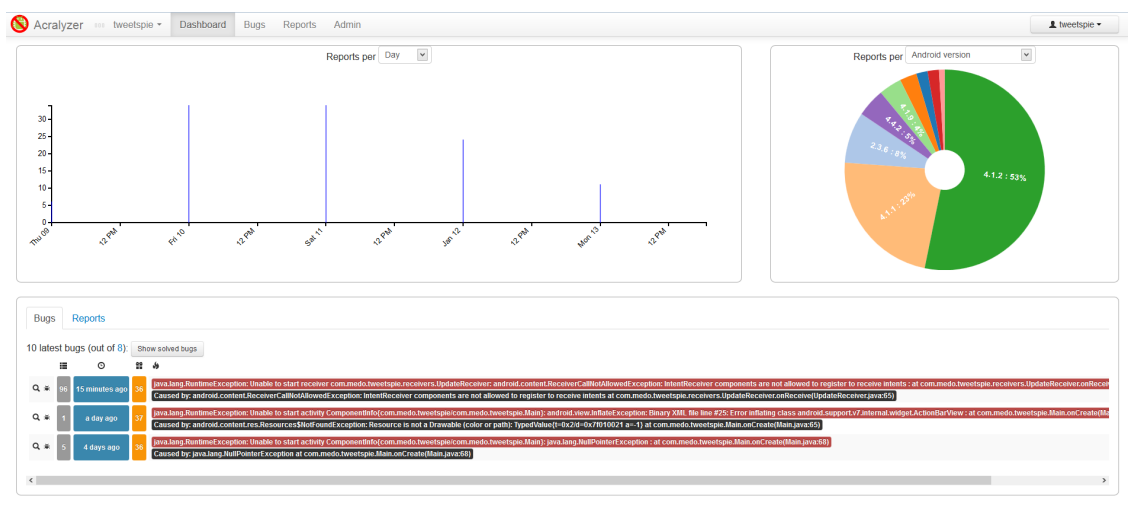


Figura 3.5 – Vista del sistema de reporte de crashes de ACRA. [23]

Capítulo 4

Análisis Comparativo

Para llevar a cabo estos análisis comparativos, las herramientas se han subdividido en más categorías. De esta forma es posible realizar comparaciones que arrojen resultados más relevantes y útiles. Las ventajas y desventajas de cada herramienta ayudarán a determinar cuál se ajusta más a las necesidades del desarrollador.

En cada sección se agregará un resumen general, el cuál incluirá una tabla comparativa y conclusiones que actuarán como guía para los desarrolladores.

En el siguiente capítulo se llevará a cabo la implementación de las herramientas más destacadas en una aplicación que se encuentra disponible en la tienda oficial de Google.

4.1. Análisis Comparativo entre las Herramientas de Testing Unitario

4.1.1. Framework de Testing de Android

Ventajas

- Acceso al Framework de Android.

Desventajas

- Los test son lentos ya que se ejecuten en un dispositivo real o un emulador con la máquina virtual Dalvik.

- Usa JUnit 3, en vez del más reciente JUnit 4.

Resumen

El Framework de testing de Android es el método oficial que ofrece Google para realizar testing unitario. Primero se carga la aplicación en un dispositivo, y luego los tests basados en JUnit se ejecutan. Debido a que se ejecutan en un dispositivo que cuenta con el sistema operativo Android, se pueden usar todos los métodos que ofrece el framework de Android, por lo que los test son lo más cercano a la realidad. Aunque esto también le juega en contra, ya que compilar la aplicación, subir la aplicación a un dispositivo o emulador, y luego ejecutar los test es un proceso muy lento.

4.1.2. Robolectric

Ventajas

- Gratuito y de código abierto.
- Los test son rápidos ya que se ejecutan en la máquina virtual de Java, por lo que no se necesita tener un dispositivo conectado.
- Comunidad que realiza mejoras de forma activa, con más de 4 años de desarrollo.

Desventajas

- Existe documentación, pero falta actualizarla.
- No todo puede realizarse con los *mocks* ofrecidos en Robolectric.

Resumen

Robolectric es un proyecto de código abierto que unifica la velocidad del testing unitario con la posibilidad de acceder al framework de Android. Esto se hace implementando todos los *stubs* con *mocks* clases. Es extremadamente rápido en comparación con lo que ofrece Android de forma nativa, ya que los test se ejecutan en una máquina

virtual de Java, no siendo necesario compilar todo el proyecto y cargar la aplicación en un dispositivo. Sin embargo, debido al rápido y constante desarrollo que ha tenido Robolectric, en las últimas versiones ha cambiado bastante, dejando obsoleta mucha de la documentación existente.

4.1.3. EasyMock

Ventajas

- Gratuito y de código abierto.
- lalalala
- lalalala

Desventajas

- lalalla
- lalalala

Resumen

lalalalala la al al al al al a

4.1.4. Mockito

Ventajas

- Gratuito y de código abierto.
- lalalala
- lalalala

Desventajas

- lalalla
- lalalala

Resumen

lalalalala la al al al al al a

4.2. Análisis Comparativo entre las Herramientas de Testing Funcional

4.2.1. uiautomator

Ventajas

- Gratuito y desarrollado por Google.
- Los test son independientes del proceso en el que la aplicación testeada funciona. Esto permite que realizar tests en que se llamen otras *Activities*, como por ejemplo la cámara.

Desventajas

- No tiene compatibilidad con las versiones más antiguas, ya que funciona desde la API 16 en adelante (Jelly Bean).
- Las instancias de los objetos de la UI se pueden obtener a través de los ID's solamente desde la API 18 en adelante. En el resto de los casos, se obtienen a través del texto que poseen, por lo que si estos textos cambian, los test necesitarán una refactorización.
- No se puede obtener la *Activity* actual.
- Falta de documentación.

Resumen

Una de las principales ventajas con las que cuenta uiautomator, es que los test se ejecutan en un proceso independiente de la aplicación, por lo que se pueden realizar acciones que no son permitidas en otros frameworks, por ejemplo es posible ejecutar iniciar la cámara, o desactivar el WIFI, o activar el GPS. Si bien, esta herramienta fue lanzada el 14 de Noviembre del 2012 [7], el nivel de documentación con la que cuenta es muy bajo.

4.2.2. Robotium

Ventajas

- Gratuito y de código abierto.
- Fácil uso.
- Más de 4 años de desarrollo, por lo que es una biblioteca estable que cuenta con una comunidad activa.
- Cuenta con Robotium Recorder, para capturar videos de los test.

Desventajas

- No se sincroniza con el *thread* de la UI, por lo que en algunos casos es necesario agregar mecanismos para esperar a este *thread*, por ejemplo un sleep de 100 milisegundos.

Resumen

Robotium ha sido la herramienta más popular de testing funcional en Android, ya que lleva más de 4 años de desarrollo, con actualizaciones prácticamente de forma mensual. Existe una gran comunidad y variados ejemplos [42] que facilitan la tarea a los desarrolladores que se están iniciando en el testing, lo cual no ocurre con otras herramientas. Por último, en Enero de este año [43], el fundador de Robotium lanzó una herramienta complementaria llamada Robotium Recorder, la cual permite grabar los tests que se realizan, aunque esta tiene un costo de 295 dólares por una licencia anual.

4.2.3. Espresso

Ventajas

- Creado por Google basándose en Robotium.
- Fácil uso.
- Se sincroniza con el *thread* de la UI.
- Los tests corren más rápido que en otras herramientas.

Desventajas

- Falta más documentación debido a que lleva sólo un año desde que se presentó en la conferencia Google I/O del 2013.

Resumen

Es la última herramienta de testing que ha lanzado Google. Surgió por una necesidad dentro del equipo de Google de mejorar la forma en que se realizaba el testing funcional, ya que hasta ese momento ellos usaban Robotium. El desarrollo de Espresso fue influenciado en gran medida por Robotium, con la diferencia fundamental de que los tests se ejecutan sincronizados con el *thread* de la UI, lo que le da una mayor estabilidad. Además, basándonos en los *benchmarks* que lo comparan con Robotium [27], Espresso es tres veces más rápido.

4.2.4. Resumen General

Las tres herramientas mencionadas anteriormente son excelentes y cada una de ellas cuenta con ventajas sobre el resto. Por un lado está uiautomator, que es la única que permite interactuar con otras aplicaciones ya que los tests no están ligados a una *Activity*. Mientras que Robotium y Espresso opacan a uiautomator en prácticamente todo el resto de características, en especial, en el fácil uso. Aunque todo depende de para que se deseen usar estas herramientas ya que todas son excelentes para realizar tests de caja negra, en donde no se tiene acceso o simplemente no se revisa el código fuente de la aplicación a la cuál se quieren realizar las pruebas. Por último cabe mencionar que Espresso es la más rápida de la tres, y que Robotium cuenta con la mejor documentación. A continuación se presenta una tabla que muestra más claramente las ventajas y desventajas de cada una:

Herramienta	Gratuito	Código Abierto	Madurez	Rápidez
uiautomator	Si	No	Media	Baja
Robotium	Si	Si	Alta	Media
Espresso	Si	Si	Media	Alta

Tabla 4.1 – a) Tabla comparativa entre herramientas que se enfocan en el testing funcional en Android.

Herramienta	Documentación	Fácil Uso	Sincronizado con <i>UI thread</i>
uiautomator	Escasa	No	No
Robotium	Abundante	Si	No
Espresso	Escasa	Si	Si

Tabla 4.2 – b) Tabla comparativa entre herramientas que se enfocan en el testing funcional en Android.

4.3. Otras Herramientas de Testing

4.3.1. Monkey

Ventajas

- Gratuito y de código abierto.
- Permite realizar tests, tanto de caja negra, como blanca.
- Actualización de versiones automática.
- Es posible llegar a mucha más gente, ya que se puede dejar abierta la opción de recibir versiones betas.

Desventajas

- Los usuarios testers deben ser miembros de un grupo en *Google Groups* [31] o una comunidad en *Google+ Communities*[33].
- Al ser una herramienta nativa de Android, no es multiplataforma.
- El feedback de los usuarios es a través del grupo o comunidad a la que se tuvo que unir.

Resumen

Esta es una excelente herramienta para cualquier desarrollador.

4.3.2. monkeyrunner

Ventajas

- Gratuito y de código abierto.
- Permite realizar tests, tanto de caja negra, como blanca.
- Actualización de versiones automática.

- Es posible llegar a mucha más gente, ya que se puede dejar abierta la opción de recibir versiones betas.

Desventajas

- Los usuarios testers deben ser miembros de un grupo en *Google Groups* [31] o una comunidad en *Google+ Communities*[33].
- Al ser una herramienta nativa de Android, no es multiplataforma.
- El feedback de los usuarios es a través del grupo o comunidad a la que se tuvo que unir.

Resumen

Esta es una excelente herramienta para cualquier desarrollador.

4.3.3. Spoon

Ventajas

- Gratuito y de código abierto.
- Permite realizar tests, tanto de caja negra, como blanca.
- Actualización de versiones automática.
- Es posible llegar a mucha más gente, ya que se puede dejar abierta la opción de recibir versiones betas.

Desventajas

- Los usuarios testers deben ser miembros de un grupo en *Google Groups* [31] o una comunidad en *Google+ Communities*[33].
- Al ser una herramienta nativa de Android, no es multiplataforma.

- El feedback de los usuarios es a través del grupo o comunidad a la que se tuvo que unir.

Resumen

Esta es una excelente herramienta para cualquier desarrollador.

4.4. Análisis Comparativo entre las Herramientas de Distribución de Versiones

4.4.1. Google Play Console

Ventajas

- Gratuito.
- Permite utilizar la misma tienda oficial de aplicaciones de Google para distribuir versiones betas
- Actualización de versiones automática.
- Es posible llegar a mucha más gente, ya que se puede dejar abierta la opción de recibir versiones betas.

Desventajas

- Los usuarios testers deben ser miembros de un grupo en *Google Groups* [31] o una comunidad en *Google+ Communities*[33].
- Al ser una herramienta nativa de Android, no es multiplataforma.
- El feedback de los usuarios es a través del grupo o comunidad a la que se tuvo que unir.

Resumen

Esta es una excelente herramienta para cualquier desarrollador. Al utilizar la tienda oficial de Google, genera mucha más confianza a los usuarios testers. Además, al ser gratuita, es una de las mejores opciones con las que se cuenta, ya que es mucho más fácil llegar a más usuarios y tener un costo 0. Si se cuenta con una aplicación que es multiplataforma, tal vez se quiera tener a todos los usuarios de prueba en un mismo servicio por lo que eso podría ser un problema. Por último, la comunicación con los

usuarios testers no es tan directa como en otros servicios ya que deben hacer llegar sus inquietudes a través del grupo o comunidad a la que tuvieron que unirse.

4.4.2. HockeyApp

Ventajas

- Soporte para Android, iOS, Windows Phone y Mac OS.
- Usuarios pueden enviar feedback sobre la versión de forma más directa.
- Se puede implementar el SDK para recibir reportes de crashes.
- Enfocado en grupos pequeños de testers.

Desventajas

- De pago, 30 días de prueba.
- Los usuarios testers deben crearse una cuenta en el sitio de HockeyApp [35].

Resumen

Es una muy buena herramienta para una aplicación que es multiplataforma. De esta forma, es posible tener a todos los usuarios de Android, iOS, Windows Phone y Mac registrados en el mismo servicio. Especial para grupos pequeños de testers, con los cuáles se pueden tener una comunicación directa a través de la plataforma. Los precios de los planes van desde los 10 dólares mensuales, en que se permite tener hasta 5 aplicaciones, hasta los 120 dólares, en que se permiten 120 aplicaciones. Además cuenta con un SDK que incluye un servicio para la recepción de crashes, aunque a este le falta madurez en comparación con las herramientas especializadas en ello.

4.4.3. AppBlade

Ventajas

- Soporte para Android, iOS y Blackberry.

- Usuarios pueden enviar feedback sobre la versión.
- Se puede implementar el SDK para recibir reportes de crashes.
- Enfocado en grupos pequeños de testers.
- Integración con servicios externos como GitHub [28], Pivotal Tracker [38], Hip-Chat [18], entre otros.

Desventajas

- De pago después de incluir a 25 usuarios.
- Los usuarios testers deben crearse una cuenta en el sitio de AppBlade [15].
- Herramienta aún poco madura.

Resumen

Si bien, ofrece prácticamente las mismas características que HockeyApp, le falta aún madurez. La interfaz del sitio web no genera la misma confianza y los correos con invitaciones muchas veces llegan con retraso. Las ventajas que tiene es que es multiplataforma, incluyendo a Blackberry entre sus opciones. También está enfocado en grupos pequeños de testers, con los cuales se pueda tener una comunicación más directa, y mientras sean menos de 25 usuarios, el servicio es gratuito. Se ve como una plataforma prometedora.

4.4.4. The Beta Family

Ventajas

- Soporte para Android y iOS.
- Combinan la distribución de versiones beta con test para usuarios.
- Enfocado en grupos pequeños de testers.

- Algunos usuarios reciben dinero por los test que realizan, por lo que el feedback que se entrega es más confiable.

Desventajas

- De pago, se ofrece una opción gratuita, pero es necesario anexar una tarjeta de crédito y los testers son usuarios de poca o nula reputación.
- Cuenta con un SDK sólo para iOS que permite grabar la pantalla del usuario y al usuario.

Resumen

Esta plataforma no sólo se enfoca en la distribución de versiones beta, sino que también busca realizar tests con los usuarios, incentivándolos con pagos. Estos tests constan de una serie de tareas que debe desarrollar el usuario, para corroborar que la aplicación está funcionando correctamente y que no hay problemas de usabilidad. Una vez desarrolladas estas tareas, el usuario debe responder algunas preguntas. Además, si se implementa su SDK, es posible grabar la pantalla del usuario y al usuario mientras realiza las pruebas, el problema de esta característica es que sólo esta disponible para iOS. Por último, los desarrolladores pueden optar por la opción gratuita, en la que pueden crear test, pero estos no tendrán recompensas en dinero para los testers, por lo que se deduce que estos no estarán tan interesados en el producto. En la versión de pago, con la que se tiene acceso a testers de más confianza, se pagan 16.15 dólares mensuales, de los cuales 10 dólares van destinados al tester.

4.4.5. UserTesting

Ventajas

- Soporte para Android, iOS y sitios web.
- Combinan la distribución de versiones beta con test para usuarios.

- Enfocado en grupos pequeños de testers.
- Todos los usuarios reciben dinero por los test que realizan, por lo que el feedback es muy confiable.
- Todos los usuarios que realizan los tests, suben un video en el que graban la pantalla de su dispositivo.
- Servicio de mucha reputación, grandes empresas como Google, Apple, Microsoft, Facebook, Twitter, Dell, entre otras, lo usan.

Desventajas

- De pago, aunque es posible solicitar un free trial.

Resumen

Al igual que The Beta Family esta plataforma se enfoca en la distribución de versiones beta y en tests con los usuarios. Estos tests constan de una serie de tareas que debe desarrollar el usuario, mientras graba la pantalla del dispositivo, para corroborar que la aplicación está funcionando correctamente, que no hay problemas de usabilidad y escuchar las distintas reacciones del tester al cumplir con las tareas encomendadas. Al finalizar, el usuario debe responder algunas preguntas realizadas con la experiencia realizada. En esta plataforma todos los tests realizados son grabados por los usuarios y normalmente el tiempo que transcurre entre que el desarrollador crea un nuevo test, y los usuarios lo realizan no superan una hora. Debido a la alta reputación del servicio, el precio es uno de los posibles frenos dependiendo del presupuesto con el que se cuenta, ya que por cada usuario se pagan 50 dólares mensuales, por lo que es necesario enfocar bien los test que se desean realizar, y entender bien lo que se quiere medir con cada proceso.

4.4.6. Resumen General

Es necesario hacer una distinción clara entre las herramientas que se enfocan en distribución y en las que además ofrecen la opción de realizar tests no automatizados, con usuarios reales, es por ello que la comparación se divide en dos tablas distintas. El concepto de madurez se refiere al nivel de desarrollo con el que cuenta la plataforma. Esto es muy importante al momento de elegir un servicio, ya que si este no es maduro, robusto y de calidad, es muy probable que genere una frustración entre los usuarios, antes que estos puedan usar la aplicación, lo cual puede influenciar la percepción que tendrán al momento de entregar feedback o de realizar los testing. A continuación se presenta la tabla de las herramientas que se enfocan en distribución, la cual intenta sintetizar y presentar de forma más clara las ventajas y desventajas de cada una:

Herramienta	Precio	Madurez	Multiplataforma
Google Play Console	0 USD	Alta	No
HockeyApp	10 USD *	Alta	Si
AppBlade	1 USD por usuario **	Baja	Si

Tabla 4.3 – a) Tabla comparativa entre herramientas que se enfocan en la Distribución de Versiones en Android.

Herramienta	Feedback	Distribución
Google Play Console	No	Masiva
HockeyApp	Si	Limitada
AppBlade	Si	Limitada

Tabla 4.4 – b) Tabla comparativa entre herramientas que se enfocan en la Distribución de Versiones en Android.

* Este es el plan más barato que ofrece HockeyApp. El pago de 10 USD es mensual y permite tener infinitos usuarios invitados, en hasta 5 aplicaciones. [35]

** Este es el plan más barato que ofrece AppBlade. Si el desarrollador tiene menos de 25 usuarios, el valor es gratuito. Después de pasar los 25 usuarios se debe pagar 1 USD por usuario, de forma mensual. [15]

La inclusión de un video en el proceso de testing es muy útil para poder ver las reacciones del usuario y la interacción que tienen con la aplicación. Además, como en Android existen muchos dispositivos, lo que el usuario ve puede variar dependiendo del tamaño de la pantalla, el sistema operativo que tiene y el fabricante del dispositivo, por lo que visualizar la aplicación en otros dispositivos es fundamental para entregar una buena experiencia a la mayor cantidad de usuarios posibles. A continuación se presenta la tabla correspondiente a las herramientas que combinan la distribución y el testing:

Herramienta	Precio	Madurez	Multiplataforma
The Beta Family	16.15 USD *	Baja	Si
UserTesting	50 USD **	Alta	Si

Tabla 4.5 – a) Tabla comparativa entre herramientas que se enfocan tanto en Distribución, como Testing de Versiones en Android.

Herramienta	Testing incluye video	Distribución
The Beta Family	No	Limitada
UserTesting	Si	Limitada

Tabla 4.6 – b) Tabla comparativa entre herramientas que se enfocan tanto en Distribución, como Testing de Versiones en Android.

* The Beta Family también ofrece un plan gratuito, aunque la reputación que tienen esos usuarios en la plataforma es muy baja. El plan que sigue ofrece usuarios con una reputación alta y el pago por usuario es de 16.15 USD, de forma mensual.[26]

** UserTesting ofrece la venta de créditos. Un crédito tiene un costo de 20 USD y permite realizar un testing con un usuario. [46]

4.5. Análisis Comparativo entre las Herramientas de Reporte de Crashes

4.5.1. Google Play Console

Ventajas

- Gratuito.
- Permite utilizar la misma tienda oficial de aplicaciones de Google para recepción de crashes sin necesidad de implementaciones adicionales.
- Se reciben los ANRs (*Application Not Responding*).
- Los reportes de crashes vienen con un mensaje por parte del usuario.

Desventajas

- Muy pocos usuarios mandan reportes de crashes.
- No es posible recibir reportes de las excepciones

Resumen

Al utilizar la tienda oficial de Google y no necesitar de implementaciones adicionales, esta herramienta actúa como apoyo a otros servicios, ya que para asegurar la calidad de un producto, es completamente necesario recibir los reportes de crashes de cada uno de los usuarios. Es bastante útil que los usuarios puedan incluir un mensaje en sus reportes, aunque la gran desventaja sigue siendo que depende del usuario si desea enviar el reporte al momento que la aplicación deja de funcionar correctamente. Para ejemplificar esto, es posible que a través de Google Play Console se reciba sólo un reporte de crash de un usuario, pero que a través de otras herramientas se vean más de 100 reportes distintos ya que 99 usuarios no quisieron enviar sus reportes.

4.5.2. Crittercism

Ventajas

- Se reciben todos los crashes de los usuarios.
- Se recibe información muy detallada en cada reporte de crash como: nivel de batería, espacio en el disco, espacio en la tarjeta SD, uso de RAM, estabilidad de la red, orientación del dispositivo, idioma del dispositivo, entre otros.
- Es posible recibir las excepciones que el desarrollador desee.
- Es posible recibir notificaciones al correo sobre los crashes.
- Se puede integrar con otros servicios como GitHub [28], Pivotal Tracker [38], entre otros.
- Soporte para Android, Android NDK, iOS, Windows Phone 8, HTML5.

Desventajas

- De pago.

Resumen

Crittercism es una de las plataformas más consolidadas y con mayor reputación, ya que no sólo se enfocan en los reportes de crashes, sino que también funciona como un servicio de monitoreo de distintas métricas que ayudan a construir una mejor aplicación. La gran ventaja que comparte junto al resto de las plataformas es que la decisión de enviar o no enviar un reporte no depende del usuario, ya que todos y cada uno de los reportes quedan a disposición del desarrollador. Además permite la integración con otros servicios que permiten asignar estos crashes a un desarrollador para que los resuelva y no vuelvan a ocurrir. El nivel de detalle en cada uno de los reportes de crashes es muy útil para que el desarrollador tenga más indicios que lo

ayuden a resolver el problema. Además, es posible recibir correos con los reportes de crashes, siendo estos agrupados de forma inteligente para no generar SPAM en el correo del desarrollador. Por último, no sólo se enfoca en los reportes de crashes, también en la performance general de la aplicación, ya que también se puede medir la latencia y la tasa de error que tiene la aplicación al comunicarse con los servidores que le entregan información.

4.5.3. Bugsense

Ventajas

- Se reciben todos los crashes de los usuarios.
- Se recibe información útil en cada reporte de crash.
- Es posible recibir las excepciones que el desarrollador desee.
- Es posible recibir notificaciones al correo sobre los crashes.
- Se puede integrar con otros servicios como GitHub [28], Pivotal Tracker [38], entre otros.
- Integración con ACRA.
- Soporte para Android, iOS, Windows Phone 7-8, Windows 8, HTML5.

Desventajas

- De pago.

Resumen

Bugsense es una plataforma que al igual que Crittercism, cuenta con una buena reputación. La gran diferencia es la cantidad de detalle en cada uno de los reportes. Si bien Bugsense entrega información útil como la versión de la aplicación, modelo del

teléfono, versión del sistema operativo, esto no se acerca a lo ofrecido por Crittercism. Cabe mencionar que Bugsense ha presentado en Marzo de este año varias mejoras en su servicio [20], tales como la tasa de crashes que se han recibido los últimos 7 días y la página que muestra los crashes en tiempo real. Una de las características únicas es que se puede integrar con ACRA, una biblioteca de código abierto que también permite enviar los reportes de crashes de los usuarios.

4.5.4. Google Analytics

Ventajas

- Gratuito.
- Se reciben todos los crashes de los usuarios.
- Se recibe información útil en cada reporte de crash.
- Es posible recibir las excepciones que el desarrollador desee.
- Excelente en métricas y estadísticas.
- Soporte para Android, iOS, Web.

Desventajas

- Los reportes de crashes se muestran en la plataforma con un día de retraso.

Resumen

Google Analytics es una herramienta gratuita que está más ligada al tracking de eventos, estadísticas y flujos entre las pantallas, pero también cuenta con un sistema de reporte de crashes. Por ejemplo, es posible medir tiempos de respuesta, para saber exactamente cuánto tiempo le toma a la aplicación mostrar una vista en específico. Esto ayuda a encontrar problemas de rendimiento dentro de la aplicación. Además se puede estudiar el comportamiento de los usuarios, analizando cuales son las pantallas que los

usuarios más usan dentro de la aplicación. La gran desventaja es que la información relacionada a los reportes de crashes se actualiza en la plataforma con un día de retraso, por lo que muchas veces el desarrollador se puede sentir a ciegas después de lanzar una nueva versión de su aplicación, ya que no sabe lo que está pasando hasta después de un día.

4.5.5. ACRA

Ventajas

- Gratuito y de código abierto.
- Se reciben todos los crashes de los usuarios.
- El desarrollador decide que información quiere recibir en cada reporte de crash.
- Es posible recibir las excepciones que el desarrollador desee.

Desventajas

- Es necesario implementar una aplicación web para poder ver los reportes de crashes.

Resumen

La gran ventaja que ofrece ACRA sobre el resto es que es una biblioteca de código abierto, por lo que si no nos gusta algo podemos cambiarlo, o podemos agregar otras funcionalidades. Esto le juega a favor y en contra ya que también es necesario que el desarrollador implemente una aplicación web para la visualización de los reportes. Antes, el almacenamiento de los reportes de crashes se realizaba a través de Google Docs, pero desde la última actualización de Google Forms, el uso de Google Docs como almacenamiento para los reportes que entregaba ACRA quedó obsoleto.

4.5.6. Resumen General

Google Play Console es una buena herramienta de inicio, pero es absolutamente necesaria la implementación de una herramienta que asegure la recepción de todos los reportes de crashes. Crittercism y Bugsense son dos plataformas excepcionales, que permiten realizar esta tarea, aunque son de pago. ACRA cuenta con la ventaja de ser de código abierto, pero el simple hecho de que el desarrollador deba implementar el servicio web para la visualización de los crashes es un paso adicional y la descarta como una alternativa de fácil integración. Por otro lado, Google Analytics ofrece variadas estadísticas e información extremadamente útil, que puede servir para mejorar problemas de performance y usabilidad, pero su fuerte no son los reportes de crashes, ya que tener un día de retraso significa estar un día completo sin saber que está pasando con la aplicación. A continuación se presenta una tabla que intenta simplificar las ventajas y desventajas que posee cada herramienta:

Herramienta	Gratuita	Precio	Multiplataforma
Google Play Console	Si	0 USD	No
Crittercism	No	24 USD *	Si
Bugsense	No	19 USD **	Si
Google Analytics	Si	0 USD	Si
ACRA	Si	0 USD	No

Tabla 4.7 – a) Tabla comparativa entre herramientas que se enfocan en los Reportes de Crashes.

Herramienta	Madurez	Integración	Detalle de reportes
Google Play Console	Alta	Ya Implementada	Medio
Crittercism	Alta	Simple	Alto
Bugsense	Alta	Simple	Medio
Google Analytics	Alta	Simple	Medio
ACRA	Media	Compleja	Medio

Tabla 4.8 – b) Tabla comparativa entre herramientas que se enfocan en los Reportes de Crashes.

* Crittercism ofrece un plan gratuito, aunque con algunas limitaciones. Si se quieren tener algunas de

las características más avanzadas se deben pagar 24 USD de forma mensual para tener el plan básico.

[22]

** Bugsense ofrece un plan gratuito, aunque con algunas limitaciones. Si se quieren tener algunas de las características más avanzadas se deben pagar 19 USD de forma mensual para tener el plan básico.

[19]

Capítulo 5

Implementación

En este capítulo se llevará a cabo la implementación de las herramientas más destacadas en base a los análisis previos. La integración de estas herramientas se llevarán a cabo en un entorno real de desarrollo, específicamente en la aplicación Seahorse. Esta aplicación está enfocada en la creación colaborativa y privada de álbumes de fotos y vídeos. Puede ser descargada a través de la tienda oficial de Google, en el siguiente enlace:

<https://play.google.com/store/apps/details?id=co.seahorse.android&hl=es>

5.1. Implementación de Herramientas de Testing

5.2. uiautomatorviewer

En la figura 5.1 se puede apreciar que a la izquierda se tiene una screenshot de la aplicación, y al lado derecho se muestra el árbol jerárquico de vistas de la aplicación. Además el desarrollador puede presionar sobre los elementos del screenshot y obtener información sobre esa vista, tales como la clase, si la vista tiene habilitado el scroll, si la vista se le puede hacer click, entre otras cosas.

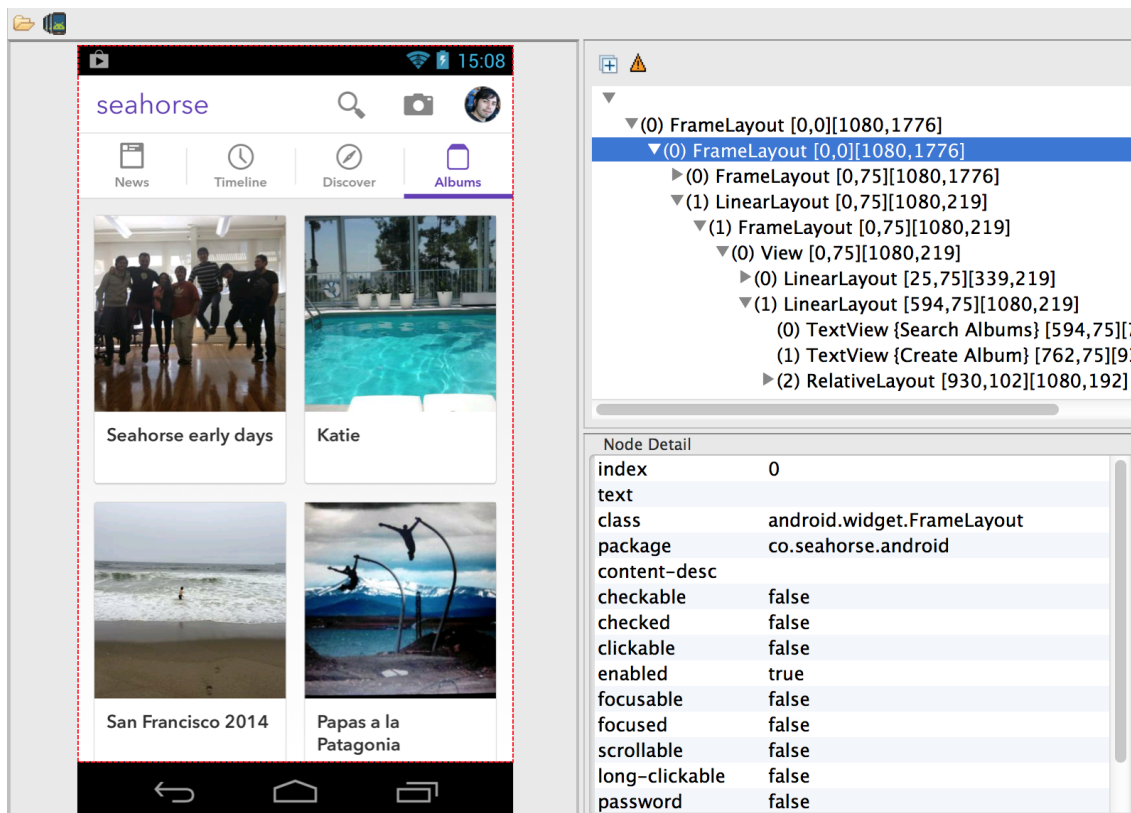


Figura 5.1 – Vista de la herramienta uiautomatorviewer en una aplicación. Fuente: Elaboración Propia

5.3. Implementación de Herramientas de Distribución

5.3.1. HockeyApp

Antes de HockeyApp, dentro de la empresa se usaba TestFlight (colocar cita), pero ésta dejó de dar soporte a Android en Marzo de este año (colocar cita), por lo que fue necesario migrar a otro servicio. HockeyApp cumplía con prácticamente todas las necesidades que suplía TestFlight, siendo multiplataforma, por lo que se podía tener la aplicación de Android y iOS en la misma plataforma. Se paga XXX por el servicio, de forma mensual.

Para su implementación es necesario crearse una cuenta dentro del sitiocrear la app, subir apk, invitar gente al apk, dps de cada actualizacion aparece la lista de

personas para notificarla, en la misma plataforma se puede ver el feedback que dan los usuarios.

5.3.2. UserTesting

5.3.3. The Beta Family

5.4. Implementación de Herramientas de Reportes de Crashes

5.4.1. Crittercism

Crittercism a sido la plataforma escogida para la recepción de crashes, principalmente por el nivel de detalle presente en sus reportes. Además el valor que se paga mensualmente es bastante accesible para cualquier empresa del rubro. Actualmente dentro de Seahorse, se pagan 24 dólares por este servicio, lo que da acceso a

Crittercism ha permitido disminuir la tasa de crashes de X % a Y %. Aunque después del lanzamiento de cada actualización aparecen nuevos crashes, lo cuál es inherente al proceso de desarrollo de software, con esta herramienta es posible contar con información muy detallada, facilitando en gran medida la tarea de los desarrolladores.

La instalación es bastante simple [21]. Se debe descargar el SDK de Crittercism para Android e incluirlo al proyecto. Luego se deben agregar los siguientes permisos en el archivo Android Manifest del proyecto:

```
<uses-permission android:name="android.permission.INTERNET"/>
<uses-permission android:name="android.permission.READ_LOGS"/>
<uses-permission android:name="android.permission.ACCESS_NETWORK_STATE"/>
<uses-permission android:name="android.permission.GET_TASKS"/>
```

El primer permiso es necesario para poder acceder a Internet y poder enviar los reportes. El segundo es necesario para poder obtener la información de los stack trace del usuario, y ahí saber en que línea de código ha ocurrido el error. El tercero es para

obtener información sobre el estado de la red, por ejemplo, para saber si el usuario está conectado a Wi-Fi o a través de un carrier. El último permiso sirve para acceder a la información de las últimas dos *Activities* ejecutadas, lo que permite saber en que pantalla ocurrió el crash.

Una vez que los permisos ya están entregados, se debe inicializar Crittercism. Esto se hace únicamente una vez por aplicación, por lo que se debe hacer en la primera *Activity* que se ejecuta dentro de la aplicación. Para iniciar Crittercism se escribe la siguiente línea en el onCreate:

```
Crittercism.initialize(getApplicationContext(), "CRITTERCISM_APP_ID");
```

Ahora ya están implementadas las características básicas, y comenzarán a llegar los reportes al sitio de Crittercism. También es posible agregar a otros desarrolladores al servicio, para que tengan acceso a la misma información y que todo el equipo reciba los reportes de crashes al correo.

5.4.2. Google Analytics

Google Analytics ha sido implementada, aunque no por sus reportes de crashes, sino que para el tracking de eventos y performance. Para su implementación es necesario descarga desde el sitio de Google Analytics [30] la versión 3 de su SDK. Una vez descargado el SDK, es necesario incluirlo al proyecto y dar los siguientes permisos en el archivo Android Manifest:

```
<uses-permission android:name="android.permission.INTERNET"/>
<uses-permission android:name="android.permission.ACCESS_NETWORK_STATE"/>
```

Para implementarlo a través de código es necesario agregar estas líneas en cada una de las *Activities* de las cuáles se desee obtener información:

```
@Override
public void onStart() {
    super.onStart();
    ... // El resto del código de onStart()
```

```
    EasyTracker.getInstance(this).activityStart(this); // Agregar este método
}

@Override
public void onStop() {
    super.onStop();
    ... // El resto del código de onStop()
    EasyTracker.getInstance(this).activityStop(this); // Agregar este método
}
```

Capítulo 6

Conclusiones y Trabajo Futuro

Apéndice A

Apéndice A

A.1. Sección Apéndice

Bibliografía

- [1] ACRA. Acra - application crash reports for android [en línea]. <<https://github.com/ACRA/acra/>>. [Consulta: 17 de Mayo].
- [2] ACRA. Acra [en línea]. <<http://acra.ch/>>. [Consulta: 17 de Mayo].
- [3] Open Handset Alliance. Industry leaders announce open platform for mobile devices [en línea]. <http://www.openhandsetalliance.com/press_110507.html>. [Consulta: 4 de Mayo].
- [4] Android. Android 2.3 platform and updated sdk tools [en línea]. <<http://android-developers.blogspot.com/2010/12/android-23-platform-and-updated-sdk.html>>. [Consulta: 4 de Mayo].
- [5] Android. Android application error reports [en línea]. <<http://android-developers.blogspot.com/2010/05/google-feedback-for-android.html>>. [Consulta: 4 de Mayo].
- [6] Android. Android dashboards [en línea]. <<http://developer.android.com/about/dashboards>>. [Consulta: 20 de Abril].
- [7] Android. Android developers blog: Android sdk tools, revision 21.[en línea]. <<http://android-developers.blogspot.com.es/2012/11/android-sdk-tools-revision-21.html>>. [Consulta: 23 de Junio].
- [8] Android. Check system version at runtime [en línea]. <<https://developer.android.com/training/basics/supporting-devices/platforms.html>>. [Consulta: 4 de Mayo].
- [9] Android. Great devices with the best of android [en línea]. <<http://www.android.com/phones-and-tablets>>. [Consulta: 20 de Abril].
- [10] Android. monkeyrunner [en línea]. <http://developer.android.com/tools/help/monkeyrunner_concepts.html>. [Consulta: 21 de Junio].
- [11] Android. Supporting multiple screens [en línea]. <https://developer.android.com/guide/practices/screens_support.html>. [Consulta: 4 de Mayo].

- [12] Android. Testing fundamentals [en línea]. <http://developer.android.com/tools/testing/testing_android.html>. [Consulta: 4 de Mayo].
- [13] Android. Ui/application exerciser monkey [en línea]. <<http://developer.android.com/tools/help/monkey.html>>. [Consulta: 4 de Mayo].
- [14] Androideity. Arquitectura de android [en línea]. <<http://androideity.com/2011/07/04/arquitectura-de-android/>>. [Consulta: 4 de Mayo].
- [15] AppBlade. Appblade [en línea]. <<https://appblade.com/>>. [Consulta: 01 de Junio].
- [16] AppBrain. Ratings of apps on google play [en línea]. <<http://www.appbrain.com/stats/android-app-ratings>>. [Consulta: 3 de Mayo].
- [17] The Atlantic. The day google had to start over on android [en línea]. <<http://www.theatlantic.com/technology/archive/2013/12/the-day-google-had-to-start-over-on-android/282479/>>. [Consulta: 4 de Mayo].
- [18] Atlassian. Hipchat [en línea]. <<https://www.hipchat.com/>>. [Consulta: 02 de Junio].
- [19] Bugsense. Bugsense android [en línea]. <<https://www.bugsense.com/docs/android/>>. [Consulta: 11 de Mayo].
- [20] Bugsense. Bugsense: New insight boxes & real time goodness [en línea]. <<http://blog.bugsense.com/post/79366063424/new-insight-boxes-real-time-goodness/>>. [Consulta: 14 de Junio].
- [21] Crittercism. Crittercism - android sdk documentation[en línea]. <<http://docs.crittercism.com/android/android.html>>. [Consulta: 11 de Mayo].
- [22] Crittercism. Crittercism [en línea]. <<http://www.crittercism.com/>>. [Consulta: 11 de Mayo].
- [23] Ivan Dimoski. Automated android crash reports with acra and cloudant[en línea]. <<http://www.toptal.com/android/automated-android-crash-reports-with-acra-and-cloudant/>>. [Consulta: 17 de Mayo].
- [24] Ben Elgin. Google buys android for its mobile arsenal. bloomberg businessweek. bloomberg[en línea]. <<http://www.businessweek.com/stories/2005-08-16/google-buys-android-for-its-mobile-arsenal>>. [Consulta: 4 de Mayo].

- [25] Erikrespo. Historical android version distribution according to android market/play store usage. from december 2009 to february 2014. [en línea]. <http://en.wikipedia.org/wiki/File:Android_historical_version_distribution_-_vector.svg>. [Consulta: 4 de Mayo].
- [26] The Beta Family. The beta family [en línea]. <<https://thebetafamily.com//>>. [Consulta: 21 de Junio].
- [27] Steven Mark Ford. Android espresso vs robotium - benchmarks.[en línea]. <<http://www.stevenmarkford.com/android-espresso-vs-robotium-benchmarks/>>. [Consulta: 23 de Junio].
- [28] GitHub. Github [en línea]. <<https://github.com//>>. [Consulta: 02 de Junio].
- [29] Google. Esspressostartguide on android-test-kit [en línea]. <<https://code.google.com/p/android-test-kit/wiki/EspressoStartGuide/>>. [Consulta: 4 de Mayo].
- [30] Google. Google analytics android [en línea]. <<https://developers.google.com/analytics/devguides/collection/android/v3//>>. [Consulta: 17 de Mayo].
- [31] Google. Google groups [en línea]. <<https://groups.google.com//>>. [Consulta: 01 de Junio].
- [32] Google. Google play developer console [en línea]. <<https://play.google.com/apps/publish//>>. [Consulta: 11 de Mayo].
- [33] Google. Google plus communities [en línea]. <<https://plus.google.com/communities/>>. [Consulta: 01 de Junio].
- [34] Emir Hasanbegovic. Android device screen sizes [en línea]. <<http://www.emirweb.com/ScreenDeviceStatistics.php>>. [Consulta: 25 de Abril].
- [35] HockeyApp. Hockeyapp [en línea]. <<http://hockeyapp.net//>>. [Consulta: 01 de Junio].
- [36] JUnit. Junit, a programmeroriented testing framework for java.[en línea]. <<http://junit.org//>>. [Consulta: 21 de Junio].
- [37] Scott Knaster. Google i/o 2013: For the developers [en línea]. <<http://googledevelopers.blogspot.com/2013/05/google-io-2013-for-developers.html/>>. [Consulta: 01 de Junio].
- [38] Pivotal Labs. Pivotal tracker [en línea]. <<https://www.pivotaltracker.com/>>. [Consulta: 02 de Junio].
- [39] Joel Murach. *Murach's Android Programming*. Mike Murach & Associates, 2013.

- [40] OpenSignal. Android fragmentation visualized (july 2013) [en línea]. <<http://opensignal.com/reports/fragmentation-2013>>. [Consulta: 25 de Abril].
- [41] OpenSignal. The many faces of a little green robot (august 2012) [en línea]. <<http://opensignal.com/reports/fragmentation.php>>. [Consulta: 25 de Abril].
- [42] Robotium. Robotium, the world's leading android test automation framework.[en línea]. <<https://code.google.com/p/robotium/>>. [Consulta: 23 de Junio].
- [43] SDTimes. Robotium tech launches test-case recorder integrated with android framework .[en línea]. <<http://sdt.bz/content/article.aspx?ArticleID=67598&page=1/>>. [Consulta: 23 de Junio].
- [44] Square. Spoon - distributing instrumentation tests to all your androids [en línea]. <<http://square.github.io/spoon/>>. [Consulta: 4 de Mayo].
- [45] staffcreativa. Los curiosos nombres de las diferentes versiones de android [en línea]. <<http://blog.staffcreativa.pe/android-google/>>. [Consulta: 4 de Mayo].
- [46] UserTesting. Ustesting [en línea]. <<https://www.usertesting.com/>>. [Consulta: 21 de Junio].
- [47] Ángel J. Vico. Arquitectura de android [en línea]. <<http://columna80.wordpress.com/2011/02/17/arquitectura-de-android/>>. [Consulta: 4 de Mayo].
- [48] Lars Vogel. Android application testing with the android test framework - tutorial [en línea]. <<http://www.vogella.com/tutorials/AndroidTesting/article.html/>>. [Consulta: 4 de Mayo].
- [49] Lars Vogel. Android user interface testing with robotium - tutorial [en línea]. <<http://www.vogella.com/tutorials/Robotium/article.html/>>. [Consulta: 4 de Mayo].
- [50] Lars Vogel. Testing with easymock - tutorial [en línea]. <<http://www.vogella.com/tutorials/EasyMock/article.html/>>. [Consulta: 4 de Mayo].
- [51] Lars Vogel. Unit tests with mockito - tutorial [en línea]. <<http://www.vogella.com/tutorials/Mockito/article.html/>>. [Consulta: 4 de Mayo].
- [52] Lars Vogel. Using roboelectric for android testing - tutorial [en línea]. <<http://www.vogella.com/tutorials/Robolectric/article.html/>>. [Consulta: 4 de Mayo].