



Cómo citar el artículo

Morales Reyes, Y.E.; Gómez Yopasa, J.D. & Camargo Vega, J.J. (2016). Evaluación comparativa de accesibilidad para sistemas Android, iOS y Windows Phone.

Revista Virtual Universidad Católica del Norte, 48, 295-315.

Recuperado de <http://revistavirtual.ucn.edu.co/index.php/RevistaUCN/article/view/774/1300>

Evaluación comparativa de accesibilidad para sistemas Android, iOS y Windows Phone*

Comparative Assessment of Accessibility for Android, iOS and Windows Phone Systems

Evaluation comparative d'accessibilité pour systèmes Android, iOS et Windows Phone

* La investigación pertenece a la línea de investigación de Tecnologías de la Información, del programa de Ingeniería de Sistema de Computación, del grupo de investigación GIMI-TI, de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, sede Tunja. Fecha de inicio: 4 de abril de 2015. Fecha de finalización: 15 de junio de 2015.



Yessica Esperanza Morales Reyes

Estudiante de Ingeniería de Sistemas y Computación
Integrante del grupo de investigación GIMI – TI
yessica.morales@uptc.edu.co

Juan David Gómez Yopasa

Estudiante de Ingeniería de Sistemas y Computación
Integrante del grupo de investigación GIMI – TI
juan.gomezypasa@uptc.edu.co

Juan José Camargo Vega

Ingeniero de Sistemas
Especialista en Diseño de Sistemas de Auditoría
Especialista en Ingeniería del Software
Magíster en Tecnologías de la Información Aplicadas a la Educación
Doctor en Ingeniería Informática
Docente del programa de Ingeniería de Sistemas y Computación
Docente investigador del grupo de investigación GIMI–TI
jjcamargovega@uptc.edu.co

Recibido: 18 de junio de 2016

Evaluado: 27 de abril de 2016

Aprobado: 2 de mayo de 2016

Tipo de artículo: Revisión

Resumen

Este artículo constituye un acercamiento a las principales características de accesibilidad implementadas por un sistema operativo móvil que pretende, mediante un estudio exploratorio, ser base para posteriores investigaciones relacionadas con el tema, exponiendo cada atributo de accesibilidad de los sistemas evaluados que, actualmente, son las plataformas móviles con mayor participación en el mercado.

Para esto, se identificaron los atributos de accesibilidad, categorizados de acuerdo con su orientación (visual, auditiva, de locomoción y

otras); posteriormente, se determinaron las funcionalidades que implementan cada una de las plataformas objeto de estudio, obteniendo en dicha valoración un mejor resultado para Android y iOS.

Finalmente, mediante una evaluación comparativa, se plasma el grado de accesibilidad de cada sistema operativo evaluado, para comprobar cuál es el que ofrece un mayor nivel de accesibilidad frente a las características identificadas, obteniendo que Android es el que implementa un porcentaje mayor de estas con respecto a sus pares.

Palabras clave

Accesibilidad, Android, iOS, Móviles, Windows Phone.

Abstract

This article deals with the main features of accessibility implemented by a mobile operating system, this in order to become the basis for subsequent research related to this subject, showing each attribute of accessibility of the evaluated systems which are currently the mobile platforms most common in the market.

In order to achieve this accessibility attributes were identified and categorized according their orientation (visual, aural, locomotion and other); after this were established the functionalities implemented by each of the analyzed platforms, which resulted in a better result for Android and iOS.

Finally, through a comparative evaluation is showed the degree of accessibility of each of the evaluated operating systems, this in order to verify which of them offer a higher level of accessibility regarding the identified features, the results showed that Android operating system is the one that implements a higher percentage of these features compared to their counterparties.

Keywords

Accessibility, Android OS, Mobile, Windows phone.

Résumé

Cet article aborde les principales caractéristiques d'accessibilité implémentées par un système opératif mobile. L'objectif est d'être une référence pour recherches ultérieures liées à ce sujet, en présentant chaque attribut d'accessibilité des systèmes évalués qui, actuellement, sont les plateformes mobiles avec la plus grande participation sur le marché.

Pour réussir celui, on a identifié les attributs d'accessibilité, catégorisés d'après leur orientation (visuel, auditive, de locomotion et autres) ; après, on a identifié les fonctionnalités qu'implémente chaque plateforme analysé, en trouvant à partir de cette évaluation le meilleur résultat pour Android et iOS.

Finalement, en utilisant une évaluation comparative, on présente le degré d'accessibilité de chaque système opératif évalué, pour vérifier ce qui offre un meilleur niveau d'accessibilité par rapport aux caractéristiques identifiés, en trouvant qu'Android est ce qui implémente un pourcentage plus grand compare avec ses équivalents.

Mots-clés

Accessibilité, Android OS, Mobile, Windows Phone.

Introducción

La accesibilidad es uno de los atributos de calidad que más relevancia han cobrado en la actual sociedad de la información. Las nuevas tendencias de inclusión han motivado a la comunidad tecnológica en la búsqueda de nuevas formas de poner los diferentes avances al alcance de las personas en situación de discapacidad. Las tecnologías móviles no son una excepción, por el contrario, son uno de los medios que más han influido en la inclusión. La gran oferta de smartphone y tabletas y la masificación de su uso en todos los contextos los convierten en una herramienta indispensable en la vida cotidiana actual.

Los sistemas operativos móviles han logrado agrupar una serie de características que los hacen útiles en el campo de la accesibilidad y la inclusión tecnológica; sin embargo, a pesar de los avances que se han realizado en accesibilidad para sistemas operativos móviles y entre tanta variedad de estos entornos, los usuarios con

limitaciones muchas veces no conocen con certeza las características que ofrecen estas plataformas, lo cual conlleva a que, en la mayoría de los casos, realicen elecciones que están poco o nada de acuerdo con sus necesidades. Esto resulta de cierta manera frustrante para el usuario e impide que se integre en las mecánicas propias de la sociedad de la información.

Por otra parte, los desarrolladores de aplicaciones móviles no siempre consideran cuál es la mejor opción para la creación de productos más accesibles, más usables y que sean útiles a un mayor número de usuarios. Esto se refleja en el bajo aprovechamiento de las características únicas y novedosas que ofrecen algunos sistemas operativos.

Por lo anterior, es importante conocer cuál de las opciones ofrece el mayor número de facilidades para los usuarios en condición de discapacidad. Por ello, el propósito de este trabajo es realizar una evaluación comparativa de la accesibilidad en tres sistemas de dispositivos móviles, cuya cuota de mercado los ubica como los más relevantes en la actualidad.

Los sistemas operativos elegidos para este estudio fueron Android de Google, iOS de Apple y Windows Phone 8 de Microsoft. A través de un estudio de tipo exploratorio se pretende identificar las características de accesibilidad de cada uno de ellos mediante la revisión de los manuales de desarrollador. Dichas características se clasifican según la discapacidad a la que están dirigidas y, posteriormente, se realizará una valoración con respecto al cumplimiento de los atributos en cada sistema, para finalmente comprobar o refutar si de los sistemas operativos evaluados el que ofrece mayor nivel de accesibilidad es Android.

298

Accesibilidad en sistemas operativos móviles

Antecedentes

Uno de los atributos que determinan la calidad del software es la accesibilidad, la cual se refiere al grado de facilidad con que un usuario que tiene un tipo de discapacidad puede acceder de forma autónoma a los recursos tecnológicos que se le ofrecen mediante un dispositivo (Irma, 2005). Por ello, estudios como el "Análisis de desarrollo de aplicaciones accesibles sobre sistemas operativos Android", analiza el *framework* de Google, orientado a la implementación de aplicaciones y a la exploración de las herramientas que buscan asegurar un grado de accesibilidad en los proyectos de software (Sáenz Romero, 2013).

En cuanto al proceso de desarrollo, Ríos y García realizan un estudio comparativo de las características de hardware y de software de dispositivos móviles, con el fin de evaluar si estos dispositivos tienen la capacidad de brindar un servicio o producto e-learning (Ríos et al., s.f.).

Por otra parte, sobre la evaluación de la accesibilidad, Serrano, en su estudio, afirma que “Las herramientas de evaluación automática de la accesibilidad Web son un método rápido y oportuno (Serrano Mascaraque, Moratilla Ocaña & Olmeda Martos, 2010); pero para conocer el grado de cumplimiento real de las recomendaciones de diseño es necesario complementarlo con el juicio personal de un experto”. El autor propone una metodología que combina técnicas manuales y automáticas de evaluación. Entre las técnicas de evaluación que se exponen en esta investigación, adquiere particular relevancia el uso de un cuestionario de accesibilidad compuesto por 20 preguntas sobre accesibilidad y usabilidad (Serrano Mascaraque et al., 2010).

El desarrollo de una metodología unificada para evaluar la accesibilidad y usabilidad de aplicaciones móviles se demuestra en Marco Billi (2010). Dicha metodología propone la evaluación de accesibilidad por parte de un grupo selecto de usuarios en primera instancia y de un experto en accesibilidad posteriormente. Una vez corregidos los problemas de accesibilidad de la aplicación, se realiza una evaluación de la usabilidad con la facilidad de poder centrarse exclusivamente en los problemas relacionados con este aspecto.

La Fundación Vodafone España, Technosite Grupo Fundosa y Fundación Once (2012) hacen una clasificación de las necesidades de las personas con limitaciones y exponen un conjunto de requisitos de accesibilidad que deben cumplir el dispositivo móvil, su sistema operativo y las aplicaciones de usuario para satisfacer dichas necesidades. En ese documento se definen cuatro grupos de usuarios de acuerdo con el tipo de limitación (visual, auditiva, física y cognitiva), se identifica un conjunto de barreras (a nivel de hardware y software) y, finalmente, se propone un conjunto de parámetros de diseño que tienen en cuenta las necesidades ergonómicas del usuario final del dispositivo de acuerdo con el perfil de discapacidad. Una clasificación de usuarios similar se encuentra en los planteamientos de Ríos e Hilera (2012). Ellos, adicionalmente, ofrecen una identificación de las características de accesibilidad que proporciona el sistema operativo iOS/iPhone para cada uno de los grupos. Una publicación similar a las anteriores es la “Guía de accesibilidad móvil” (Gobierno de España, 2007). Ella tiene como objetivo fomentar en las personas con discapacidad el uso de celulares y, para lograrlo, realizan el estudio de los diferentes dispositivos con el fin de adaptarlos a las necesidades del usuario. Por otra parte, ITU también realiza un estudio identificando los problemas que pueden presentarse por cada una de las discapacidades y plantea posibles soluciones con el fin de brindar un marco de accesibilidad para ser implementado por las empresas fabricantes de dispositivos móviles (Unión Internacional de Telecomunicaciones, 2012).

Aunado a lo anterior, la fundación SIDAR ha publicado, en su sitio oficial, un conjunto de “Principios del diseño universal” (Consejo de Ministros, 2003), aplicables al desarrollo de soluciones informáticas de tipo web o móvil. El conjunto

está conformado por siete principios, cada uno de los cuales define un conjunto de pautas de diseño.

Finalmente, en cuanto a guías que permitan a los desarrolladores implementar características de accesibilidad hay muchas. Para iOS, encontramos, aparte de las características que implementa (Inc., 2013), una guía dirigida a los programadores (Apple, 2014), la cual es general, y otra dirigida a la implementación para aprender a trabajar con VoiceOver y cómo integrar la accesibilidad en la aplicación (Apple Inc., s.f.). Para Android existe un espacio web donde se presentan las principales herramientas orientadas a accesibilidad que implementa el sistema operativo (Spss & Desktop, 2013) y además se hace una serie de recomendaciones orientadas al diseño de aplicaciones con el fin de que sean de fácil uso para personas con diferentes discapacidades (Google Inc., 2012). Finalmente, en cuanto a características de accesibilidad de Windows Phone se pueden encontrar mediante la documentación de usuario. Allí se detallan cada una de las características que posee este sistema (Es-lam, 2015).

Características de accesibilidad de cada sistema

La recolección de datos se hace por medio de la revisión de los manuales de desarrollador de cada uno de los sistemas operativos, identificando las características de accesibilidad ofrecidas por ellos (Android, iOS y Windows Phone) y organizando la información obtenida mediante una tabla de las características encontradas en cada uno (ver tablas 1, 2 y 3).

Tabla 1. Características de accesibilidad de Android

Categoría	Característica	Descripción
Visión	TalkBack	Lee el contenido de la pantalla de aplicación actual.
	Google Now	Google Now es un asistente de voz, que recibe e interpreta un amplio número de comandos para realizar un variado conjunto de tareas.
	Dictado	Permite al usuario realizar entrada de texto a través de voz.
	Zoom	Funciona de manera similar a una lupa, permite ampliar el contenido de la pantalla a través de gestos táctiles.
	Escalado de fuente	Permite ajustar el tamaño del texto a las necesidades visuales del usuario.
	Alto contraste	Activa un modo en el que la pantalla utiliza colores de alto contraste.
	Corrección de color	Permite compensar el daltonismo.

	Colores Invertidos	Permite invertir los colores (como en el caso de un negativo fotográfico) de la pantalla.
	BrailleBack	Permite utilizar pantallas Braille que le dan al usuario una respuesta basada en dicho código.
Audición	Subtítulos	Permite agregar y visualizar pistas de subtítulos en contenidos multimedia.
	Alertas visibles y vibratorias	Permite al usuario estar pendiente de alertas y mensajes a través de luces de notificación y vibración.
Locomoción	Switch Access	Permite navegar a través de las pantallas de los botones físicos del teléfono.
Otros	API de Accesibilidad	Proporciona un conjunto de librerías para que los desarrolladores creen aplicaciones que aprovechen las características de accesibilidad del teléfono.

Fuente: elaboración propia

Tabla 2. Características de accesibilidad de iOS

Categoría	Característica	Descripción
Visión	VoiceOver	Permite, a través de respuesta hablada, saber lo que está en el área de toque.
	SpeakScreen	Lee el contenido de la pantalla de aplicación actual.
	Siri	Siri es un asistente de voz, que recibe e interpreta un amplio número de comandos para realizar un variado conjunto de tareas.
	Dictado	Permite al usuario realizar entrada de texto a través de voz.
	Zoom	Funciona de manera similar a una lupa, permite ampliar el contenido de la pantalla a través de gestos táctiles.
	Escalado de fuente	Permite ajustar el tamaño del texto a las necesidades visuales del usuario.
	Alto contraste	Activa un modo en el que la pantalla utiliza colores de alto contraste.
	Colores invertidos	Permite invertir los colores (como en el caso de un negativo fotográfico) de la pantalla.
	Soporte pantallas Braille	Permite utilizar pantallas Braille que le dan al usuario una respuesta basada en dicho código.

Audición	Subtítulos	Permite agregar y visualizar pistas de subtítulos en contenidos multimedia.
	Alertas visibles y vibratorias	Permite al usuario estar al pendiente de alertas y mensajes a través de luces de notificación y vibración.
Locomoción	AssistiveTouch	Permite configurar múltiples gestos multi-toque, según las necesidades del usuario.
	Switch Control	Permite navegar a través de las pantallas, por medio de los botones físicos del teléfono.
Otros	Diccionario	Muestra definiciones de términos que aparecen en la pantalla y son desconocidos para el usuario.
	API de Accesibilidad	Proporciona un conjunto de librerías para que los desarrolladores creen aplicaciones que aprovechen las características de accesibilidad del teléfono.

Fuente: elaboración propia

Tabla 3. Características de accesibilidad de Android Windows Phone

Categoría	Característica	Descripción
Visión	Narrador	Lee el contenido de la pantalla de aplicación actual.
	Cortana	Cortana es un asistente de voz, que recibe e interpreta un amplio número de comandos para realizar un variado conjunto de tareas.
	Zoom	Funciona de manera similar a una lupa, permite ampliar el contenido de la pantalla a través de gestos táctiles.
	Escalado de fuente	Permite ajustar el tamaño del texto a las necesidades visuales del usuario.
	Alto contraste	Activa un modo en el que la pantalla utiliza colores de alto contraste.
Audición	Alertas visibles y vibratorias	Permite al usuario estar al pendiente de alertas y mensajes a través de luces de notificación y vibración.

Fuente: elaboración propia

Evaluación comparativa

Se realiza una comparación de los sistemas operativos móviles seleccionados, con respecto a las características identificadas en la recolección de datos, clasificadas según el tipo de discapacidad a la que van orientadas.

Características orientadas a la discapacidad visual. A partir de la comparación de los sistemas operativos seleccionados, se obtienen los siguientes resultados (ver tabla 4):

Tabla 4. Características de accesibilidad de Android, iOS y Windows Phone, orientadas a discapacidad visual

Categoría	Característica	Android	iOS	Windows Phone
Visión	Lectura de pantalla	✓ (Talkback)	✓ (VoiceOver y SpeakScreen)	✓ (Narrador)
	Asistente por voz	✓ (Google Now)	✓ (Siri)	✓ (Cortana)
	Dictado	✓	✓	x
	Zoom	✓	✓	✓
	Escalado de fuente	✓	✓	✓
	Alto contraste	✓	✓	✓
	Corrección de color	✓	x	x
	Colores invertidos	✓	✓	x
	BrailleBack	✓	✓	x
	Password hablado	✓	x	x

Fuente: elaboración propia

Según la tabla anterior (tabla 4), en cuanto al sistema operativo Android, se evidencia que de las diez (10) características evaluadas, Android cumple con la totalidad de ellas (figura 1).

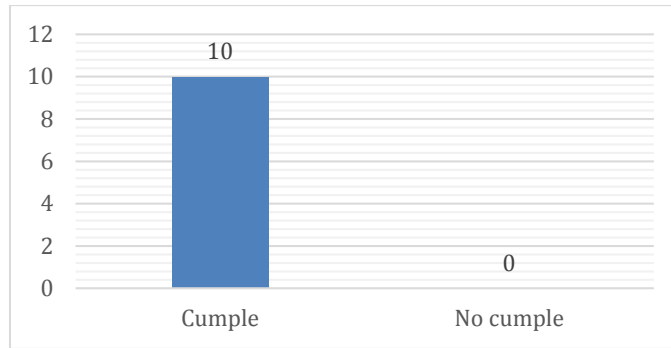


Figura 1. Cumplimiento de características enfocadas a discapacidad visual en Android

Fuente: elaboración propia

Por otra parte, el sistema operativo iOS obtuvo un 80 % de cumplimiento con respecto a las 10 características evaluadas (figura 2).

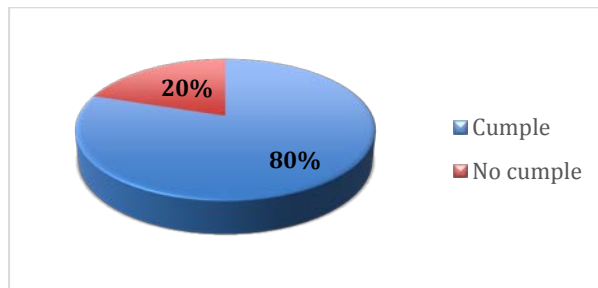


Figura 2. Cumplimiento de características enfocadas a discapacidad visual en iOS

Fuente: elaboración propia

Finalmente, en cuanto al sistema operativo Windows Phone, se obtuvo un 50 % de cumplimiento con respecto a las características evaluadas, las cuales están orientadas a discapacidad visual (figura 3).

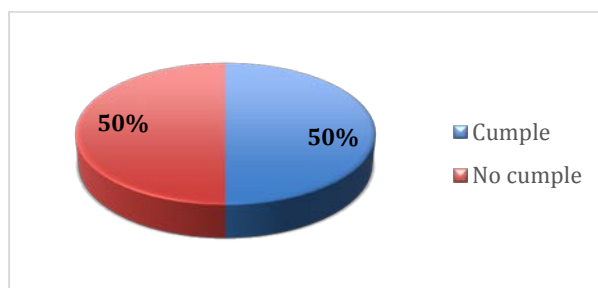


Figura 3. Cumplimiento de características enfocadas a discapacidad visual en Windows Phone

Fuente: elaboración propia

En cuanto a los resultados obtenidos en esta categoría, se puede evidenciar que el sistema operativo con mayor nivel de cumplimiento, con respecto a las diez (10) características visuales, es Android, con un 100 %, siguiéndole iOS con un 80% y, finalmente, Windows Phone con un 50 % (figura 4).

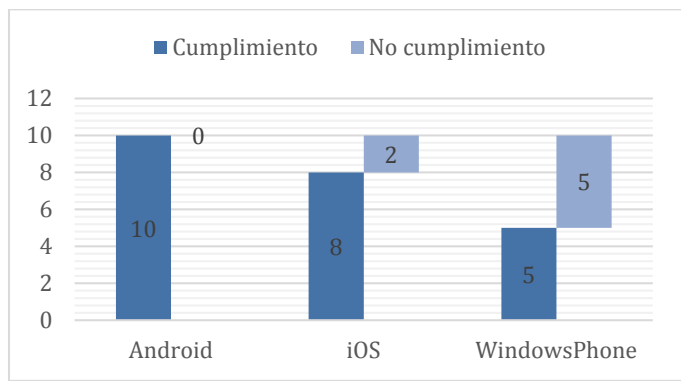


Figura 4. Comparación de cumplimiento entre Android, iOS y Windows Phone

Fuente: elaboración propia

Características orientadas a la discapacidad auditiva. En cuanto a la discapacidad auditiva, se realizó una evaluación de dos características, las cuales se plasmaron en la tabla 5.

Tabla 5. Características de accesibilidad de Android, iOS y Windows Phone, orientadas a discapacidad auditiva

Categoría	Característica	Android	iOS	Windows Phone
Audición	Subtítulos	✓	✓	×
	Alertas visibles y vibratorias	✓	✓	✓

Fuente: elaboración propia

Según la tabla anterior (tabla 5), en cuanto al sistema operativo Android se evidencia que de las dos características evaluadas, cumple con la totalidad de ellas (figura 5).

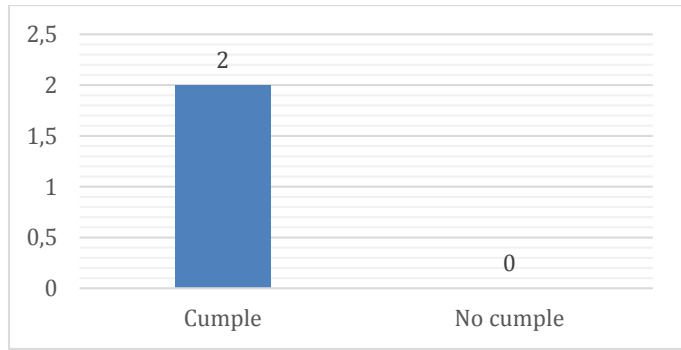


Figura 5. Cumplimiento de características enfocadas a discapacidad auditiva en Android

Fuente: elaboración propia

Por otra parte, el sistema operativo iOS obtuvo un 100 % de cumplimiento con respecto a las dos características evaluadas (figura 6).

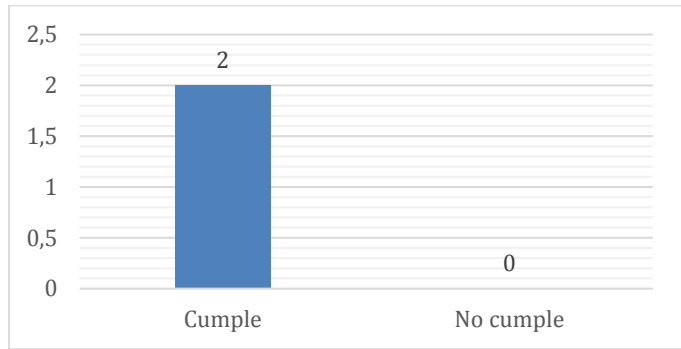


Figura 6. Cumplimiento de características enfocadas a discapacidad auditiva en iOS

Fuente: elaboración propia

Finalmente, en cuanto al sistema operativo Windows Phone se obtuvo un 50 % de cumplimiento, con respecto a las características evaluadas, las cuales están orientadas a discapacidad auditiva (figura 7).

Windows Phone

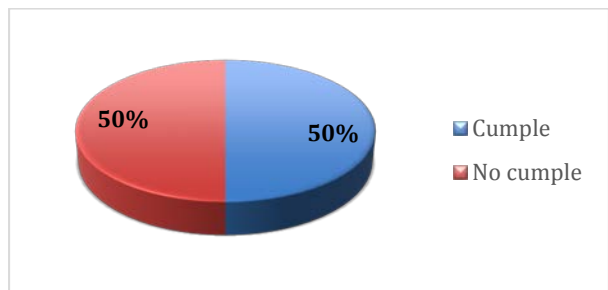


Figura 7. Cumplimiento de características enfocadas a discapacidad auditiva en

Fuente: elaboración propia

En cuanto a los resultados obtenidos en esta categoría, se puede evidenciar que los sistemas operativos Android y iOS poseen el mismo nivel de cumplimiento con respecto a las dos (2) características auditivas evaluadas, el cual corresponde a un 100 %, siguiéndole Windows Phone con un 50 % (ver figura 8).

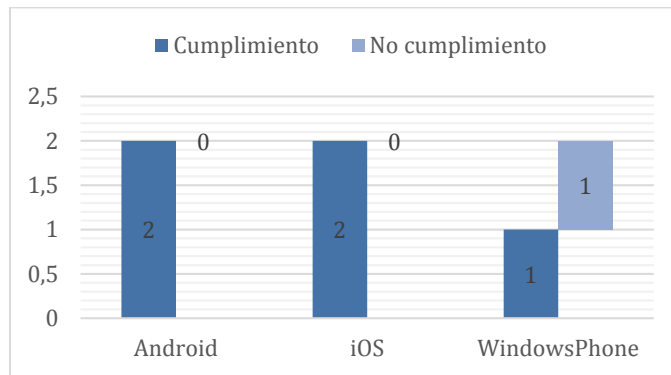


Figura 8. Comparación de cumplimiento entre Android, iOS y Windows Phone

Fuente: elaboración propia

Características orientadas a la locomoción

En cuanto a las características orientadas a la locomoción, se identificaron dos, las cuales se plasman en la tabla 6.

Tabla 6. Características de accesibilidad de Android, iOS y Windows Phone, orientadas a locomoción

Categoría	Característica	Android	iOS	Windows Phone
Locomoción	Navegación con botones físicos	✓ (Switch Access)	✓ (Switch Control)	x
	Personalización del toque	✓ (Touch and Hold)	✓ (AssistiveTouch)	x

Fuente: elaboración propia

Según la tabla anterior (tabla 6), en cuanto al sistema operativo Android se evidencia que de las dos características evaluadas, cumple con la totalidad de ellas (figura 9).

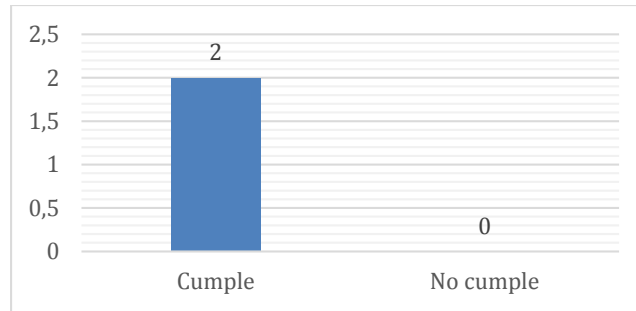


Figura 9. Cumplimiento de características enfocadas a locomoción en Android

Fuente: elaboración propia

Por otra parte el sistema operativo iOS obtuvo un 100 % de cumplimiento con respecto a las dos características evaluadas (figura 10).

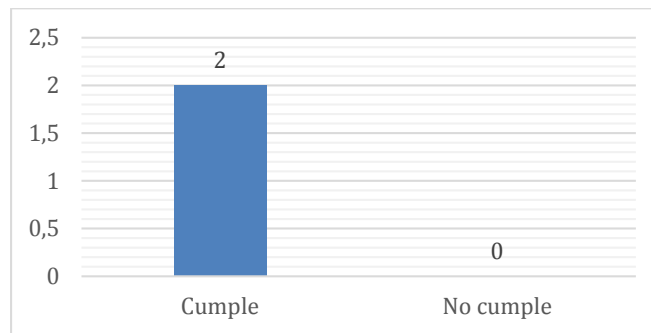


Figura 10. Cumplimiento de características enfocadas a locomoción en iOS

Fuente: elaboración propia

Finalmente en cuanto al sistema operativo Windows Phone se obtuvo un 0% de cumplimiento, con respecto a las características evaluadas, las cuales están orientadas a locomoción (figura 11).

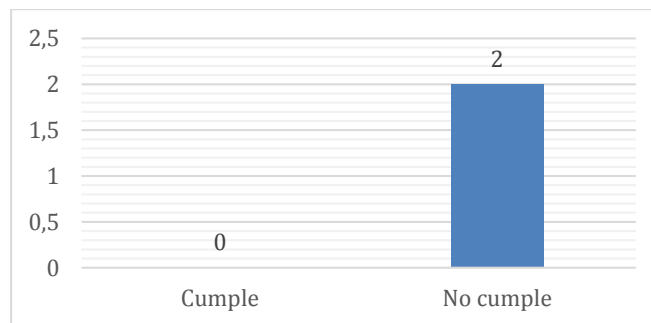


Figura 11. Cumplimiento de características enfocadas a locomoción en Windows Phone

Fuente: elaboración propia

En cuanto a los resultados obtenidos en esta categoría, se puede evidenciar que los sistemas operativos Android y iOS poseen un 100 % de cumplimiento, con respecto a las dos características de locomoción evaluadas. Finalmente, Windows Phone no cumple con ninguna característica en esta categoría, por lo que su porcentaje de cumplimiento es de un 0% (figura 12).

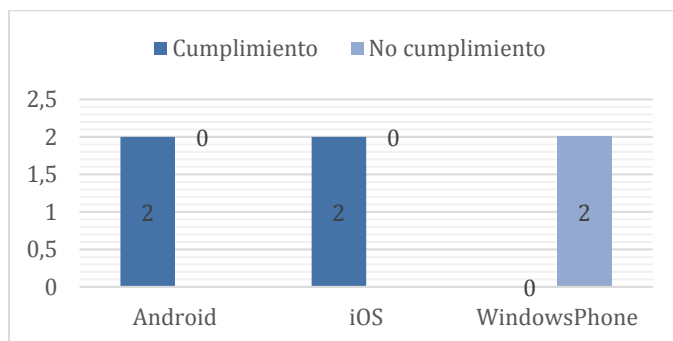


Figura 12. Comparación de cumplimiento entre Android, iOS y Windows Phone

Fuente: elaboración propia

Otras características

Aunado a las características anteriores, se evaluaron dos atributos más, clasificándolos en la categoría de otros, por no estar directamente relacionadas por las discapacidades identificadas (tabla 7).

Tabla 7. Otras características de accesibilidad de Android, iOS y Windows Phone

Categoría	Característica	Android	iOS	Windows Phone
Otros	Diccionario	x	✓	x
	API de Accesibilidad	✓	✓	x

Fuente: elaboración propia

Según la tabla anterior (tabla 7), en cuanto al sistema operativo Android se evidencia que de las dos características evaluadas, cumple con solo una de ellas (figura 13).

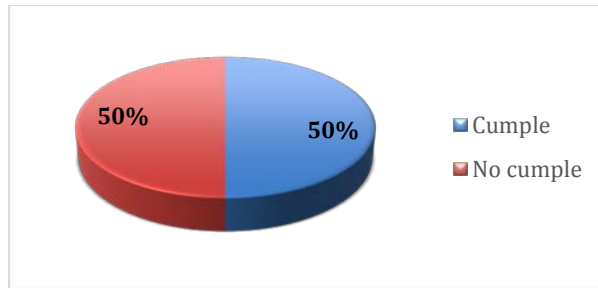


Figura 13. Cumplimiento de características enfocadas a otros aspectos en Android

Fuente: elaboración propia

Por otra parte el sistema operativo iOS obtuvo un 100 % de cumplimiento con respecto a las dos características evaluadas (figura 14).

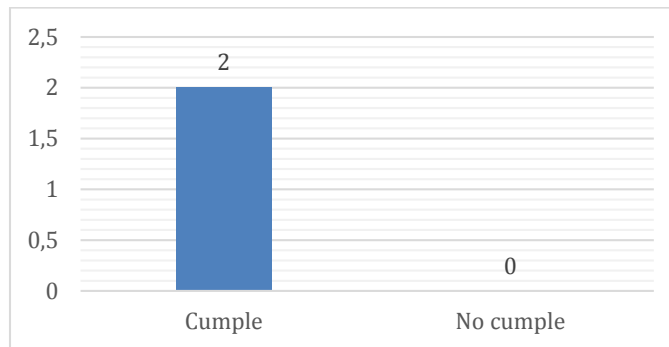


Figura 14. Cumplimiento de características enfocadas a otros aspectos en iOS

Fuente: elaboración propia

Finalmente, en cuanto al sistema operativo Windows Phone se obtuvo un 0% de cumplimiento, con respecto a las características evaluadas, las cuales están orientadas a otros aspectos (figura 15).

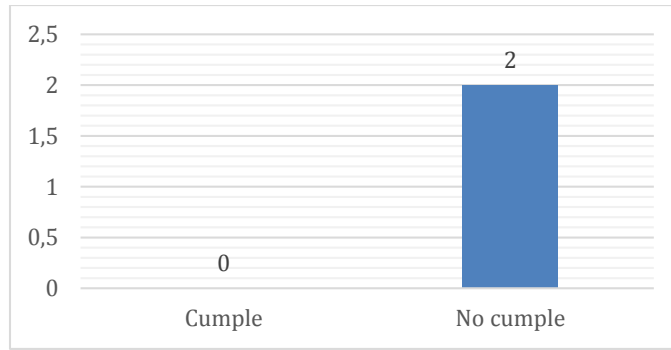


Figura 15. Cumplimiento de características enfocadas a otros aspectos en Windows Phone

Fuente: elaboración propia

En cuanto a los resultados obtenidos en esta categoría, se puede evidenciar que el sistema operativo iOS obtiene un nivel de cumplimiento de 100% con respecto a las dos características evaluadas, siguiéndole Android con un 50 % y, finalmente, Windows Phone con un 0% (figura 16).

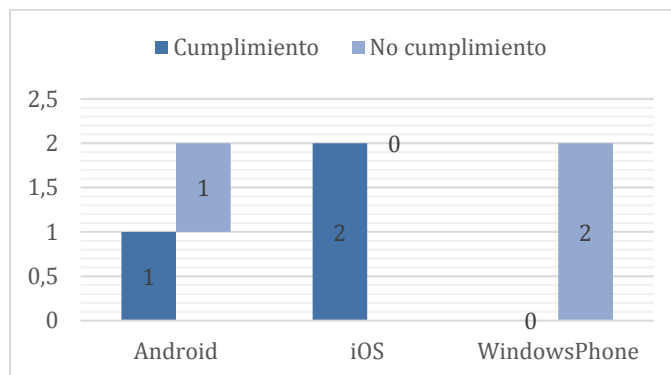


Figura 16. Comparación de cumplimiento entre Android, iOS y Windows Phone

Fuente: elaboración propia

Resultados generales

Mediante la comparación descrita en cada uno de los aspectos evaluados, se puede observar que los sistemas operativos que poseen un mayor número de características de accesibilidad son Android en primer lugar, con un 94 % de cumplimiento con respecto al total de las características evaluadas, donde el 62 %

corresponde a características orientadas a la parte visual, el 13 % a la parte auditiva, el 13 % orientadas a la parte de locomoción y el 6 % a otras características (figura 17).

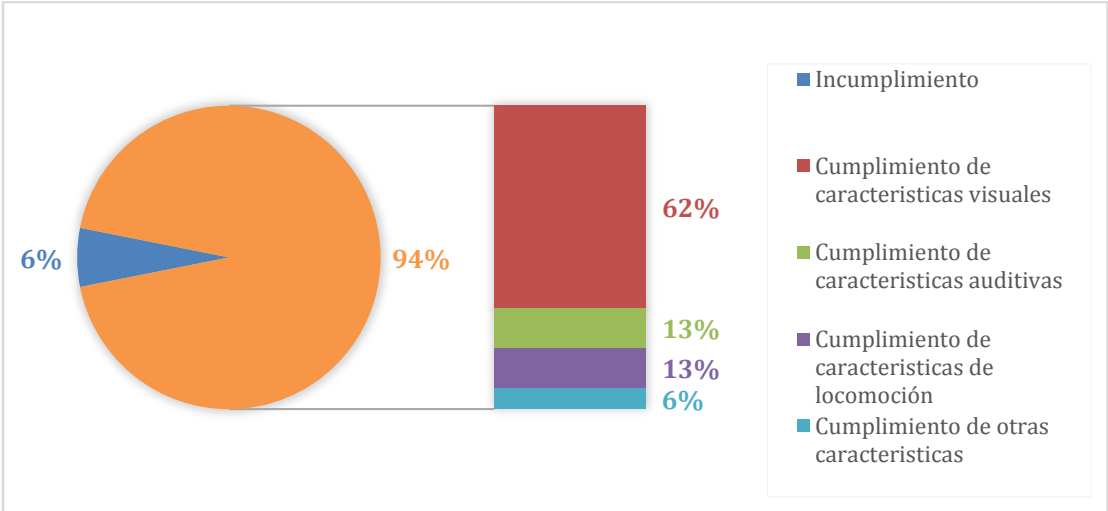


Figura 17. Evaluación de características en Android

Fuente: elaboración propia

Por su parte, iOS se encuentra en segundo lugar con un 88 % de cumplimiento de las características evaluadas, teniendo en cuenta que los anteriores resultados poseen un solo atributo de diferencia con respecto a los cumplidos por Android (que cumple 15), lo que hace que la diferencia de cumplimiento entre estos dos sistemas sea de un 6 %, teniendo como base las 16 características evaluadas, donde el 50 % corresponde a características orientadas a la parte visual, el 12 % a la parte auditiva, el 13 % orientadas a la parte de locomoción y el 13% otras características (figura 18).

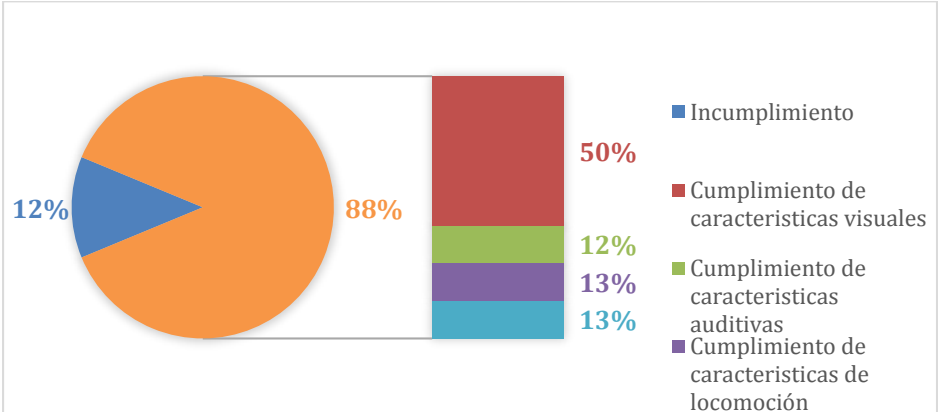


Figura 18. Evaluación de características en iOS

Fuente: elaboración propia

Por otra parte, la evaluación de accesibilidad del sistema operativo Windows Phone, obtiene un 38 % de cumplimiento con relación a las características evaluadas, con lo cual se demuestra un bajo nivel de accesibilidad de la plataforma, con respecto a sus pares evaluados. En términos de porcentaje, Windows Phone se encuentra por debajo de iOS con un 50 % y de Android con un 56 % (figura 18), donde el 50 % corresponde a características orientadas a la parte visual, el 12 % a la parte auditiva, el 13 % orientadas a la parte de locomoción y el 13 % a otras características (figura 19).

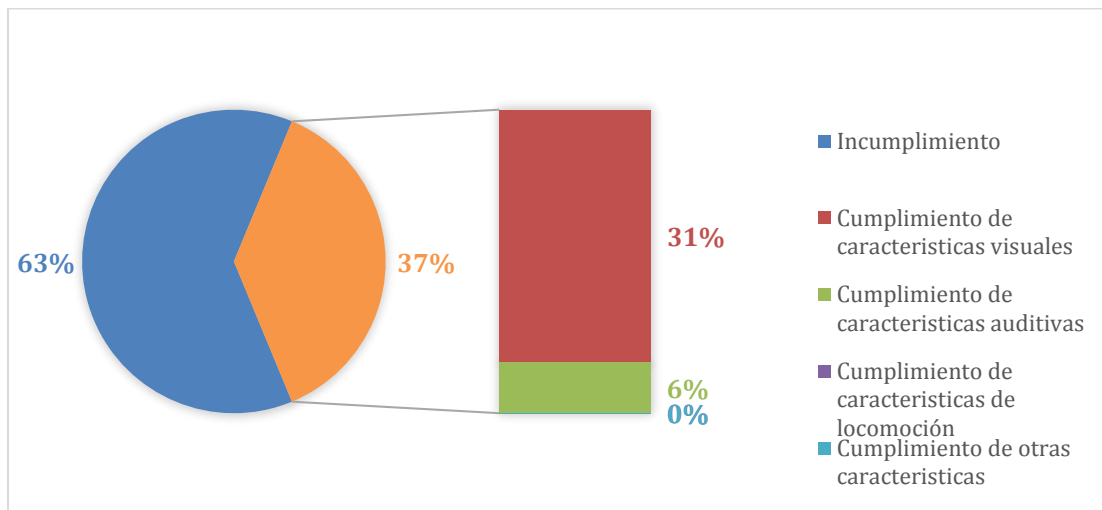


Figura 19. Evaluación de características en Windows Phone

Fuente: elaboración propia

Conclusiones

Durante el estudio de las plataformas seleccionadas se pudieron identificar dieciséis características de accesibilidad, las cuales fueron divididas en cuatro categorías, obteniendo la siguiente distribución para dichos atributos: diez visuales, dos auditivos, dos de locomoción y dos generales, que fueron clasificados como otros. De lo mencionado se puede resaltar que la mayoría de las características se centran en discapacidades visuales, obteniendo para esta categoría el mayor número de atributos que superan a los demás en un 80 %.

Una vez se realizó la evaluación de cada sistema operativo con respecto a los atributos de accesibilidad, se pudo observar que Android obtuvo la ventaja en cuanto a la evaluación de las características visuales, obteniendo el 100 % de las diez de

esta categoría; por otra parte, en cuanto al nivel de cumplimiento de los dos atributos auditivos y de locomoción, se obtuvo el mismo resultado para Android y para iOS, con un 100 % de cumplimiento. Finalmente, en cuanto a la categoría denominada "otros", se obtuvo que iOS cumplía con un 100 % de las dos características evaluadas.

En cuanto a la evaluación de los sistemas operativos Android, iOS y Windows Phone, con respecto a los atributos de accesibilidad, se puede determinar que el que ofrece un mayor nivel de accesibilidad es Android, lo anterior sustentado en la comparación de cumplimiento respecto a los dieciséis atributos identificados, donde Android obtiene un 94 % de cumplimiento, iOS un 88 % y Windows Phone un 37 %; comprobando con esto la hipótesis de la investigación.

Referencias

- Apple. (2014). App Programming Guide for iOS. Recuperado de <https://developer.apple.com/library/ios/#documentation/UserExperience/Conceptual/iPhoneAccessibility/Introduction/Introduction.html>
- Apple Inc. (s. f.). Introduction to Swift - WWDC 2014 - Videos - Apple Developer. Recuperado de <https://developer.apple.com/videos/play/wwdc2014/402/>
- Consejo de Ministros. (2003). I Plan Nacional de Accesibilidad 2004-2012, (Acceplan 4), 1-207. Recuperado de http://www.sidar.org/recur/direc/legis/ipna2004_2012.pdf
- Es-lam, E. (2015). Manual del usuario Lumia con Windows Phone 8.1. Actualización.
- Fundación Vodafone España, Technosite Grupo Fundosa & Fundación Once. (2012). *Libro blanco para el diseño de tecnología móvil accesible y fácil de usar*.
- Gobierno de España. (2007). *Guía de accesibilidad en telefonía móvil*. Salamanca. Recuperado de http://www.anobium.es/docs/gc_fichas/doc/05KRYfjknx.pdf
- Google Inc. (2012). Accessibility | Android Developers. Recuperado de <http://developer.android.com/guide/topics/ui/accessibility/>
- Google Inc. (2013). *Android. Guía de inicio rápido* (1.11 ed., Vol. 4). Recuperado de https://static.googleusercontent.com/media/www.google.com/es//help/hc/images/android/android_ug_42/es_Kitkat-1.11.pdf
- Inc., A. (2013). iPhone Manual del usuario. Recuperado de https://www.ccti.ull.es/info/servicios/guias/iphone/iphone_manual_del_usuario.pdf
- Irma, T. (2005). *Los requisitos de accesibilidad en un proyecto software . Implicaciones de usuarios discapacitados en el proceso software*. Universidad Politécnica de Madrid.
- Marco Billi, L. B. (2010). A unified methodology for the evaluation of accessibility and usability of mobile applications. *Springer*. Recuperado de <http://doi.org/10.1007/s10209-009-0180-1>
- Ríos, R.; García, E.; García-cabot, A.; Oton, S.; Barchino, R. & Bar-magen, J. (s. f.). Accesibilidad en smartphones para el acceso a contenidos e-learning, 55-62.
- Ríos, R. & Hilera, J. R. (2012). Red social accesible para dispositivos móviles. *Actas del IV Congreso*

Internacional ATICA 2012 - Loja (Ecuador), 192-199. Recuperado de http://www.esvial.org/wp-content/files/Atica2012_pp193-200.pdf

Sáenz Romero, S. (2013). *Análisis del desarrollo de aplicaciones accesibles sobre el sistema operativo Android. Implementación de un sistema de barrido*. Universidad del País Vasco. Recuperado de https://addi.ehu.es/bitstream/10810/10661/1/pfc_sergio_saenz_romero.pdf

Serrano Mascaraque, E.; Moratilla Ocaña, A. & Olmeda Martos, I. (2010). Métrica para la evaluación de la accesibilidad en Internet: propuesta y testeo. *Revista española de documentación científica*, 33, 378-396. Recuperado de <http://doi.org/10.3989/redc.2010.3.719>

Unión Internacional de Telecomunicaciones. (2012). *Accesibilidad de los teléfonos y servicios móviles para las personas con discapacidad*. Suiza.