



TRABAJO FIN DE GRADO
EN INGENIERÍA INFORMÁTICA

Aplicación móvil usable y accesible de comercio electrónico

Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos



Autor

Alberto Carlos Peinado Santana

Directores

María Luisa Rodríguez Almendros



Escuela Técnica Superior de Ingenierías Informática y de
Telecomunicación

Granada, a 5 de septiembre de 2019

Aplicación móvil usable y accesible de comercio electrónico

Alberto Carlos Peinado Santana

Palabras clave: comercio electrónico, dispositivos móviles, accesibilidad, usabilidad, aplicación móvil, m-commerce.

Resumen

El mercado de los dispositivos móviles está en continuo crecimiento, la utilización de estos dispositivos se ha convertido en algo cotidiano para las personas. Con ello, han surgido nuevas oportunidades para las empresas, como es la venta de productos a través de tiendas online o sitios de comercio electrónico. Es por ello, que la accesibilidad y la usabilidad en dispositivos móviles se han convertido en una de los aspectos imprescindibles para explotar este tipo de mercado, facilitarle el proceso de compra a un usuario puede ser decisivo a la hora de captar clientes. Este trabajo presenta una propuesta de aplicación móvil de comercio electrónico usable y accesible, con una interfaz intuitiva y fácil de aprender para obtener la mejor experiencia de usuario. Para ello se realizaron evaluaciones de accesibilidad y usabilidad a aplicaciones reales del mercado, la evaluación se basó en la comprobación del cumplimiento de una serie de principios y criterios creados por distintas personas y organizaciones con el fin de mejorar la interacción entre las personas y las aplicaciones.

Usable and accessible e-commerce mobile app

Alberto Carlos Peinado Santana

Keywords: e-commerce, mobile devices, accessibility, usability, mobile application, m-commerce.

Abstract

The market for mobile devices is constantly growing, the use of these devices has become a daily occurrence for people. With this, new opportunities have arisen for companies, such as the sale of products through online stores or e-commerce sites. Therefore, accessibility and usability in mobile devices have become one of the essential aspects to exploit this type of market, facilitating the purchase process to a user can be decisive in attracting customers. This work presents a proposal for a usable and accessible mobile e-commerce application, with an intuitive interface and easy to learn to obtain the best user experience. For this purpose, accessibility and usability evaluations were carried out on real market applications. The evaluation was based on the verification of compliance with a series of principles and criteria created by different people and organizations in order to improve the interaction between people and applications.

Yo, Alberto Carlos Peinado Santana, alumno de la titulación de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática y de Telecomunicación de la Universidad de Granada, con DNI 45334383A, autorizo la ubicación de la siguiente copia de mi Trabajo Fin de Grado en la biblioteca del centro para que pueda ser consultada por las personas que lo deseen.

Fdo: Alberto Carlos Peinado Santana

Granada a 5 de Septiembre de 2019

D. **María Luisa Rodríguez Almendros**, Profesora del Área de Software del Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos de la Universidad de Granada

Informa:

Que el presente trabajo, titulado *Aplicación móvil usable y accesible de comercio electrónico*, ha sido realizado bajo su supervisión por **Alberto Carlos Peinado Santana**, y autorizamos la defensa de dicho trabajo ante el tribunal que corresponda.

Y para que conste, expiden y firman el presente informe en Granada a 10 de septiembre de 2019.

Directora:

María Luisa Rodríguez Almendros

Agradecimientos

A mi familia, en especial a mis padres y a mi hermano por estar ahí en todo momento y por confiar siempre en mí. Sin ellos nada de esto hubiera sido posible. Se lo debo todo a ellos.

A mis amigos y compañeros de residencia, que no dudaron de mí en ningún momento y siempre me apoyaron.

A mi pareja, que me ha ayudado a no rendirme y a perseverar durante todo el camino.

A mi tutora, por enseñarme el camino a seguir, mostrándome los fallos y aciertos durante todo el recorrido, y por ayudarme a crecer como estudiante y persona.

Índice de contenidos

Índice de figuras	17
Índice de tablas	18
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Motivación	1
1.2. Objetivos	1
1.2.1. Objetivo general	1
1.2.2. Objetivos específicos	1
1.3. Planificación	2
2. ESTADO DEL ARTE	3
2.1. Comercio Electrónico	3
2.1.2. <i>M-Commerce</i>	6
2.2. Dispositivos móviles	8
2.2.1. Características de los dispositivos móviles	8
2.3. Accesibilidad	10
2.3.1. Concepto de accesibilidad	10
2.3.2. Accesibilidad en dispositivos móviles	11
2.3.3. Tecnologías de Asistencia	18
2.4. Usabilidad	21
2.4.1. Concepto de usabilidad	21
2.4.2. Atributos de usabilidad	21
2.4.3. Principios de usabilidad	23
2.4.4. Métodos de evaluación de usabilidad de aplicaciones móviles	25
2.4.5. Guías de estilo	27
3. ESTUDIO DE ACCESIBILIDAD Y USABILIDAD EN APLICACIONES MÓVILES DESTINADAS AL COMERCIO ELETRÓNICO	29
3.3. Evaluación de accesibilidad	32
3.3.1. Metodología	32
3.3.2. Evaluación Lidl	34
3.3.3. Evaluación Mediamarkt	44
3.3.4. Conclusión / Resultados	52
3.4. Evaluación de usabilidad	54
3.4.1. Metodología	54
3.4.2. Evaluación Lidl	56
3.4.3. Evaluación Mediamarkt	59
3.4.4. Conclusión / Resultados	62
4. DESARROLLO DE LA APLICACIÓN	64
4.1. Propuesta	64

4.1.1. Accesibilidad	64
4.1.2. Usabilidad.....	65
4.2. Android	66
4.3. Herramientas	66
4.3.1. Android Studio	66
4.3.2. <i>Firebase</i>	66
4.4. Metodología	68
4.4.1. Scrum	68
4.5. Implementación.....	68
4.5.1. Planificación.....	68
5. CONCLUSIÓN	77
BIBLIOGRAFÍA.....	78
Anexo A. Tabla de problemas encontrados	82
Anexo B. Tabla de Verificación.....	83

Índice de figuras

Ilustración 1. Vista principal	34
Ilustración 2. Vista de categorías	35
Ilustración 3. Vista de búsqueda	36
Ilustración 4. Vista de resultados de búsqueda.....	37
Ilustración 5. Vista de producto	38
Ilustración 6. Vista de producto detallada	39
Ilustración 7. Vista de carro de compra.....	40
Ilustración 8. Vista de modificación de carro de compra.....	41
Ilustración 9. Vista principal	44
Ilustración 10. Vista de categorías	45
Ilustración 11. Vista de búsqueda	46
Ilustración 12. Vista de resultados de búsqueda.....	47
Ilustración 13. Vista de producto	48
Ilustración 14. Vista de producto detallada	49
Ilustración 15. Vista de carro de compra.....	50
Ilustración 16. Datos en Firebase Authentication API	66
Ilustración 17. Vista de inicio de sesión.....	72
Ilustración 18. Vista de registro de usuario	72
Ilustración 19. Vista de categorías	73
Ilustración 20. Vista de búsqueda	73
Ilustración 21. Vista de producto	74
Ilustración 22. Vista de la cesta.....	74
Ilustración 23. Vista de proceso de compra	75
Ilustración 24. Vista de información de envío	75
Ilustración 25. Vista de resumen de pedido	76

Índice de tablas

Tabla 1. Tipos de comercio electrónico	4
Tabla 2. Principales similitudes entre el <i>e-commerce</i> y el <i>m-commerce</i> para la compraventa en España en la actualidad.	7
Tabla 3. Atributos de Usabilidad según ISO/IEC 9126.	21
Tabla 4. Atributos de Usabilidad según Jakob Nielsen para dispositivos móviles	22
Tabla 5. Comparativa de métodos de validación	29
Tabla 6. Características del dispositivo	30
Tabla 7. Criterios de éxito	33
Tabla 8. Tabla comparativa de accesibilidad	52
Tabla 9. Severidad y significado de los problemas	55
Tabla 10. Tabla comparativa de usabilidad en función de la severidad	63
Tabla 11. Tabla comparativa de usabilidad en función de la categoría.....	63

1. INTRODUCCIÓN

Introducción al trabajo de fin de grado.

1.1. Motivación

En un mundo cada vez más digitalizado, las tecnologías del futuro no deben suponer ningún tipo de barrera para las personas independientemente de su condición. Es por ello que parte de esta responsabilidad reside en los programadores, que debemos trabajar acorde a unos principios y criterios que permitan un futuro tecnológico sin limitaciones para las personas.

1.2. Objetivos

A continuación, se define el objetivo general y los objetivos específicos.

1.2.1. Objetivo general

Profundizar en los principios de accesibilidad y usabilidad destinados al campo de los dispositivos móviles y aplicar estos principios en la implementación de una aplicación móvil de comercio electrónico.

1.2.2 Objetivos específicos

A continuación, se definen los objetivos específicos del trabajo:

- Analizar características y ventajas del comercio electrónico móvil (m-commerce), así como realizar una comparación entre el comercio electrónico y el *m-commerce*.
- Analizar las principales características y elementos de los dispositivos móviles.
- Analizar los conceptos, principios y criterios de éxito de accesibilidad y usabilidad en dispositivos móviles.
- Realizar una evaluación de accesibilidad y usabilidad de dos aplicaciones destinadas a comercio electrónico, destacando las posibles carencias que puedan tener y como se podrían solventar.
- Diseñar una aplicación de comercio electrónico que posea los principios y criterios de éxitos más importantes de accesibilidad y usabilidad.
- Implementar una aplicación móvil de comercio electrónico en la que se apliquen los principios y criterios más destacados.

1.3. Planificación

Se adjunta un diagrama de Gantt con la planificación del proyecto.

Tareas	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto
Documentación					
Evaluación de aplicaciones					
Diseño e Implementación					
Validación de criterios					

2. ESTADO DEL ARTE

2.1. Comercio Electrónico

En la última década ha surgido un espectacular desarrollo del comercio electrónico y oferta de servicios a través de la red. Según el estudio del Instituto Nacional de Estadística, “el 31,4% de las empresas de 10 o más empleados realizaron compras por comercio electrónico en 2016” [1].

En el mundo actual donde la gran mayoría de las personas tienen un dispositivo con conexión a Internet, el comercio electrónico juega un papel importante para las empresas que quieran vender sus productos a través de la red. Para ellas, el comercio electrónico es una herramienta que les ofrece una vía para crecer, permitiendo reorganizar su estructura para llegar a un mayor número de clientes.

La Organización Mundial del Comercio entiende por "comercio electrónico" la producción, distribución, comercialización, venta y entrega de bienes y servicios por medios electrónicos" [2]. Aun cuando los pedidos de bienes o servicios se reciben o colocan electrónicamente, no es necesario que el pago y la entrega o prestación final de los bienes o servicios se realicen en línea. Las transacciones de comercio electrónico pueden ser transacciones entre empresas, unidades familiares, particulares, gobiernos y otras organizaciones públicas o privadas [3].

Recientemente, el uso de las tecnologías se ha popularizado tanto que las empresas han estandarizado su uso a través de diferentes plataformas. “Eliminar intermediarios y barreras geográficas con el uso del comercio electrónico, es una forma de llegar al cliente sin necesidad de grandes inversiones; lo cual genera nuevas oportunidades para la empresa.” [4]

Ventajas del comercio electrónico [4]:

1. **Disponibilidad:** Fácil acceso a la información en tiempo real.
2. **Comodidad:** Fácil acceso a la información desde un dispositivo con conexión a Internet.
3. **Movilidad:** Los usuarios pueden realizar compras desde sus teléfonos móviles desde cualquier lugar en el que dispongan de Internet.

Sin embargo, las empresas que se dedican al comercio electrónico se encuentran con algunos problemas a la hora de desplegar las infraestructuras necesarias [50], así como los problemas que conciernen a los consumidores acerca de comprar en Internet.

A pesar del crecimiento de las cifras económicas relacionadas con el comercio electrónico en los últimos tiempos, éste no ha cumplido las expectativas. La razón de mayor peso por la que no se han cumplido tales expectativas ha sido la desconfianza e inseguridad que causa en los usuarios la utilización de redes de ordenadores para llevar a cabo transacciones electrónicas a través de Internet, en las que la información que viaja por la red es de carácter personal y susceptible de ser utilizada en contra de los propios usuarios. Esta desconfianza se debe principalmente a la falta de formación tecnológica en

general y al desconocimiento de la existencia y funcionamiento de sistemas de pago seguros que facilitan la compra-venta online en particular [8].

Con todo lo visto anteriormente, ya podemos tener una pequeña idea sobre lo que es el comercio electrónico, quedando definido bajo mi punto de vista como toda compra realizada a través de Internet habiéndose realizado los pagos de forma electrónica. Sin embargo, es una idea muy general sobre todo lo que engloba este tipo de comercio. Por ello, vamos a profundizar en los tipos que existen y que diferencias existen entre ellos.

En función de la labor que jueguen los consumidores, negocios y gobiernos en la transacción, tenemos varios tipos de comercio electrónico. En la siguiente tabla clasificamos los distintos tipos:

Tabla 1. Tipos de comercio electrónico

Tipo	Relación	Descripción
B2C	Negocio a Consumidor	Consiste en la venta de productos y / o servicios que se realiza entre una organización y un consumidor individual.
B2B	Negocio a Negocio	Consiste en la venta de productos y / o servicios que se realiza entre dos empresas.
C2C	Consumidor a Consumidor	Consiste en la venta de productos y/o servicios que se realiza entre dos consumidores individuales.
G2C	Gobierno a Consumidor	Consiste en el pago de servicios que se realiza entre el gobierno y un consumidor.
M-Commerce	Comercio móvil	Consiste en la venta de productos y/o servicios a través de dispositivos móviles

Fuente: Comercio electrónico (UVEG).

La accesibilidad permite que cualquier persona pueda utilizar una aplicación móvil en igualdad de condiciones. Se abre la posibilidad de que pueda ser accedido y usado por el mayor número posible de personas, indiferentemente de las limitaciones propias [51] [52].

La usabilidad permite que la interacción del usuario con la aplicación sea eficiente, es decir, que requiera de menos tiempo para realizar la tarea a llevar a cabo, que sea intuitiva y por lo tanto fácil de aprender a utilizar, y que la experiencia del usuario al utilizar la aplicación sea satisfactoria [53], incitando al usuario a volver a utilizar la aplicación en un futuro.

Este proyecto estará centrado en el *m-commerce*, mi pretensión es la de desarrollar una aplicación móvil usable y accesible que sirva como plataforma para la venta de

productos. Para conseguir esto la aplicación poseerá principios y estándares de accesibilidad y usabilidad de distintas organizaciones importantes como la *World Wide Web Consortium*, organización internacional que trabaja en el desarrollo de estándares para la Web, que se revisarán en los siguientes capítulos de este documento.

2.1.2. *M-Commerce*

En España, el *m-commerce* se encuentra aún en crecimiento, a pesar de ser uno de los países con mayor penetración en el mercado de dispositivos móviles, sólo un 7% de los consumidores nacionales compra a través del móvil, por lo menos, una vez a la semana, frente al 12% de la media global, por debajo de Reino Unido, Alemania, Italia y Francia [5].

Es innegable la penetración de la telefonía móvil a nivel mundial, el incremento constante del número de usuarios móviles en todo el mundo y con grandes previsiones de crecimiento [9]. La reciente popularización de los dispositivos móviles ha aumentado y con ella el número de descargas de aplicaciones móviles. Este nuevo campo de actuación presenta una serie tanto de ventajas como de limitaciones.

La característica inalámbrica del medio de acceso del usuario plantea una serie de retos adicionales al comercio móvil con respecto al tradicional comercio electrónico, entre estos podemos establecer los de: estandarización, regulación, seguridad y autenticación y los sistemas de pago móvil [6]. Una de las mayores preocupaciones para los consumidores del comercio electrónico es la seguridad, tanto en los métodos de pago como en la utilización de sus datos personales.

En el futuro, el contenido Web necesitará ser accesible desde cualquier lugar, es por ello que el World Wide Web Consortium (W3C) ha desarrollado varias recomendaciones para ampliar los estándares de Internet existentes de modo que los dispositivos inalámbricos puedan acceder completamente a la Web y su información base [7].

El *e-commerce* y el *m-commerce* presentan bastantes similitudes, sin embargo, la principal particularidad de las transacciones a través del dispositivo móvil es la facilidad de las transacciones sin importar el lugar o el tiempo, lo que deriva en una libertad para los usuarios en términos de movilidad.

El *m-commerce* comparte algunas características con el *e-commerce*, sin embargo, posee algunas que son exclusivas del comercio móvil [10]:

Ubicuidad, información accesible en tiempo real desde cualquier lugar, eliminando la obligatoriedad de acudir a un lugar físico.

Comodidad, fácil acceso a la información desde un dispositivo móvil.

Accesibilidad, posibilidad de acceder a los bienes y/o servicios acordes a las limitaciones horarias de las personas y no de los comercios.

Personalización, la información se muestra de forma personalizada para los usuarios en función de sus preferencias.

Localización, los comercios conocen la localización de los usuarios por lo que los comercios pueden ofrecer servicios relacionados con la localización de los usuarios.

En la Tabla 2 se resumen las principales diferencias el *e-commerce* y el *m-commerce* para la compraventa en España en la actualidad.

Tabla 2. Principales similitudes entre el *e-commerce* y el *m-commerce* para la compraventa en España en la actualidad.

Relación entre ambos	Son complementarios y los conocimientos en la utilización de uno ayudan para la utilización del otro
Ventajas para el consumidor	Comodidad, amplio horario, rapidez, acceso por personas con discapacidad, variedad y amplitud del surtido, ahorro de costes por ausencia de desplazamientos y más fácil comparación de la oferta, bajos precios, amplio horario de compra, gratificación rápida, interactividad.
Ventajas para la empresa	Personalización o adaptación al público objetivo, más fácil segmentación del mercado, fidelidad de clientes, menores costes que en la venta física, mayor notoriedad de marca, menor competencia, acceso a un público mundial, venta cruzada de productos.
Inconvenientes para el consumidor	Dificultad para evaluar la calidad de los productos (imposibilidad de ver, tocar y probar productos), preferencia por la compra en una tienda física, falta de asesoramiento del vendedor, precio de las conexiones, cobertura, desconfianza en el pago, problemas de seguridad y transmisión de datos personales, spam, <i>phishing</i> , exceso de publicidad, idioma, problemas logísticos (tiempo de entrega, coste de envío).
Inconvenientes para la empresa	Dificultad de complementar con una estrategia de venta off-line, la ausencia de contacto directo y personal con el comprador genera desconfianza, el perfil del comprador no coincide exactamente con el comprador de productos de gran consumo.
Perfil de compradores potenciales	Jóvenes, propensos a las nuevas tecnologías y a las innovaciones, nivel de estudios medio-alto
Retos	Legales (ej. a quién se imputa el IVA o impuesto del producto: ¿en función de dónde se compra o del origen de la empresa vendedora o del país donde se realiza la compra?), tecnológicos (ej. mejora de cobertura, conexiones, lograr mayor penetración en hogares), comerciales (ej. incertidumbre sobre el diseño de la estrategia más exitosa y su complementariedad con la estrategia de venta off-line, en su caso)

Fuente: Posibilidades de la compraventa B2C por teléfono móvil en comparación con Internet (2010) [9]

2.2. Dispositivos móviles

Los dispositivos móviles se han convertido en una herramienta para las personas en la vida cotidiana, estando cada vez más extendidos dentro de la sociedad. Las evoluciones de estos dispositivos han permitido disminuir su tamaño y peso, y aumentar las prestaciones.

La computación móvil se puede definir como un entorno de cómputo con movilidad física [49]. El usuario de un entorno de computación móvil será capaz de acceder a datos, información u otros objetos lógicos desde cualquier dispositivo en cualquier red mientras está en movimiento.

La creciente demanda de software específico para estos dispositivos ha generado nuevos desafíos para los desarrolladores, ya que este tipo de aplicaciones tiene sus características propias, restricciones y necesidades únicas, lo que difiere del desarrollo de software tradicional [11].

Estos dispositivos tienen características físicas distintivas, entre las cuales se destacan su tamaño, peso, tamaño de pantalla, su mecanismo de ingreso de datos y su capacidad de expansión. Además, los aspectos técnicos, incluyendo el poder de procesamiento, espacio de memoria, autonomía de batería, sistema operativo, entre otros, tienen un rol esencial. Todas estas características deben ser cuidadosamente consideradas en el desarrollo de aplicaciones [12].

2.2.1. Características de los dispositivos móviles

Debido a la heterogeneidad de los dispositivos móviles se requiere que el desarrollador lleve a cabo una cuidadosa planificación y diseño antes de la implementación de la aplicación [12]. Ejecutar una aplicación en un dispositivo móvil introduce una serie de consideraciones que un desarrollador/programador debe conocer:

Entorno móvil: Se puede definir como cualquier información que caracteriza una situación relacionada con la interacción entre usuarios, aplicaciones y sus alrededores. Esto incluye la ubicación, las identidades de las personas cercanas, objetos, elementos del entorno que pueden distraer la atención del usuario, etc. Este puede estar cambiando continuamente.

Conectividad: El ancho de banda limitado y la baja confiabilidad de las conexiones son características comunes en la conectividad de estos tipos de dispositivos. Este problema afecta principalmente a los tiempos de descarga de datos y la calidad de la transmisión de audio y video. La intensidad de la señal y la velocidad de transferencia de la red pueden variar en diferentes momentos y lugares, agravadas también por la movilidad del usuario.

Capacidad de procesamiento: El poder computacional y la capacidad de memoria de los dispositivos móviles son reducidos con respecto a dispositivos considerados de escritorio.

Tamaño de la pantalla: Las limitaciones físicas propias de los dispositivos móviles, como el tamaño pequeño de las pantallas afectan la usabilidad de una aplicación.

Pantallas con diferentes resoluciones: La baja resolución de la pantalla puede degradar la calidad de la información multimedia mostrada. Como resultado, diferentes resoluciones de pantalla pueden causar diferentes grados de usabilidad.

Método de entrada de datos: El ingreso de datos en estos dispositivos no es una tarea sencilla. Diminutos botones y etiquetas limitan la eficacia y eficiencia de los usuarios en la introducción de datos, esto reduce la velocidad de entrada y aumenta los errores. En general no es eficiente y nada amigable.

Batería: Los dispositivos móviles disponen de una batería limitada para funcionar de forma autónoma, es una de las características más importantes de un dispositivo. Es la que permite que los dispositivos sean móviles.

Sistema Operativo: Es el software básico que proveerá de interfaz al dispositivo, además, es el encargado de gestionar los recursos. Un buen sistema operativo debe gestionar los recursos de forma eficiente para aumentar la autonomía del dispositivo.

Un buen programador ha de tener en cuentas todas estas premisas para conseguir que los usuarios a los que va destinada la aplicación puedan sacar el máximo partido de ella, puesto que en parte de ello dependerá el éxito de la aplicación.

2.3. Accesibilidad

2.3.1. Concepto de accesibilidad

En las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), la accesibilidad se define como «el arte de garantizar que cualquier recurso, a través de cualquier medio, esté disponible para todas las personas, tengan o no algún tipo de discapacidad» [13].

Uno de los organismos internacionales precursores en la estandarización de criterios es la World Wide Web Consortium (W3C), consorcio que define los protocolos, normas y estándares internacionales de la web accesible. Ellos mismos se definen como “una comunidad internacional que desarrolla estándares que aseguran el crecimiento de la Web a largo plazo.” [23] La principal función de este organismo es poner a disposición de los desarrolladores un conjunto de herramientas y procedimientos que les permitan la creación de aplicaciones web y aplicaciones móviles.

Para generar una aplicación móvil accesible, es imprescindible que se consideren los principios y conceptos relativos a la accesibilidad tanto durante el diseño de dicha aplicación como en el momento de acometer el desarrollo del software final. Para lograrlo se requieren conocimientos técnicos concretos para el cumplimiento de todos los requisitos involucrados y la consideración de diferentes procesos y herramientas, útiles para acometer evaluaciones de accesibilidad en los momentos clave del ciclo de vida de la aplicación móvil. [14]

Para las empresas la accesibilidad de un sitio de comercio electrónico es muy importante ya que las oportunidades de ingresos dependen en gran medida de las acciones que se realizan en el sitio. El mayor beneficio en el tratamiento de los problemas de accesibilidad es ayudar a las personas con discapacidad [15].

2.3.2. Accesibilidad en dispositivos móviles

Principios de desarrollo de aplicaciones móviles accesibles

Bajo cada uno de los principios hay pautas y criterios de éxito que ayudan a abordar estos principios para personas con discapacidades. Las pautas desarrolladas por el Consorcio se recogen en el documento de Visión General de Accesibilidad al Contenido en la Web (Web Content Accessibility Guidelines, WCAG). Las directrices y criterios de éxito están organizados alrededor de los siguientes cuatro principios [16] [25]:

1. Perceptible

Se refiere que tanto los contenidos como la interfaz de un sitio web debe poder ser percibida por todos sus usuarios. Para que la información sea perceptible hay que tener en cuenta una serie de consideraciones:

1.1 Tamaño de pantalla pequeño

El tamaño pequeño de la pantalla es una de las características más comunes de los dispositivos móviles. Algunas de las prácticas para ayudar a los usuarios a aprovechar al máximo las pantallas pequeñas incluyen:

Minimizar el contenido mostrado en la pantalla, el contenido de la página tiene que ajustarse de forma adecuada para que los elementos visuales sean perfectamente identificables.

1.2 Alternativas visuales o sonoras para los elementos de la página.

La información mostrada en la pantalla debe tener alternativas para personas con discapacidad visuales y sonoras. Para ello, los botones, las imágenes, los videos y cualquier otro elemento con el que el usuario pueda interactuar deben tener una descripción.

1.3 Zoom/Ampliación

Unas variedades de métodos permiten al usuario controlar el tamaño del contenido en dispositivos móviles con pantallas pequeñas. Estos métodos están disponibles como funciones de accesibilidad para atender a personas con discapacidades visuales o cognitivas. Se requiere que el texto sea redimensionable sin tecnología de asistencia hasta un 200 por ciento.

1.4 Contraste

Esta pauta engloba la importancia del uso de un buen contraste al mostrar la información en la pantalla, de lo contrario, mostrar información por pantalla sin un contraste adecuado puede dificultar los desafíos que los usuarios con baja visión tienen para acceder a contenido con un contraste pobre en dispositivos móviles. Estas situaciones se pueden ver agravadas en distintos escenarios.

2. Operable

Los componentes de la interfaz de usuario y la navegación deben ser operables.

2.1 Control de teclado para dispositivos de pantalla táctil

Una pauta importante es que los dispositivos maximicen el área de la pantalla táctil y muestran un teclado en pantalla solo cuando el usuario ha seleccionado un control de interfaz de usuario que acepta el ingreso de texto.

2.2 Tamaño de los elementos y espaciado

El gran tamaño de las pantallas de los dispositivos móviles permite que se puedan mostrar muchos elementos interactivos se pueden mostrar juntos en una misma pantalla. Estos elementos deben ser lo suficientemente grandes y deben estar lo suficientemente separados entre sí para que los usuarios puedan interactuar de manera segura al tocarlos.

2.3 Gestos de la pantalla táctil

Muchos dispositivos móviles están diseñados para funcionar principalmente mediante gestos realizados en una pantalla táctil. Algunos (pero no todos) los sistemas operativos móviles brindan funciones alternativas que permiten al usuario simular gestos complejos con otros más simples mediante un menú en pantalla.

2.4 Gestos de manipulación del dispositivo

Además de los gestos de la pantalla táctil, muchos sistemas operativos móviles brindan a los desarrolladores opciones de control que se activan al manipular físicamente el dispositivo, como, por ejemplo, agitar o inclinar el dispositivo.

2.5 Colocación de botones donde sean de fácil acceso

Los botones y elementos interactivos en lugares en los que a los que se pueda acceder fácilmente cuando el dispositivo se mantiene en diferentes posiciones.

3. Comprensible

Una aplicación es comprensible cuando los textos y las formas son legibles para todos los usuarios.

3.1 Cambio de la orientación de la pantalla

Los desarrolladores deben tratar que la aplicación sea visible en cualquier orientación.

3.2 Diseño coherente

Los elementos y componentes de navegación que se repitan en varias páginas deben presentarse con un diseño coherente para el usuario, de este modo se logra que los usuarios eviten confusiones con los distintos elementos en una misma página.

3.3 Posicionamiento de elementos importantes en la pantalla principal

El pequeño tamaño de la pantalla en muchos dispositivos móviles limita la cantidad de contenido que se puede mostrar sin desplazarse. Posicionar información importante de la página para que sea visible sin necesidad de desplazamiento puede ayudar a los usuarios con baja visión y los usuarios con discapacidades cognitivas.

3.4 Agrupación de elementos operables que realizan la misma acción.

La agrupación de elementos que realizan la misma acción o una acción similar permite aumentar el tamaño del objetivo táctil para todos los usuarios y beneficia a las personas con discapacidades de destreza.

3.5 Indicación clara de los elementos que son accionables

Los elementos accionables deben destacar lo suficiente para que el usuario sepa cuales son aquellos que al presionarlos realizan una acción y cuales son simplemente para mostrar información.

4. Robusto

Hace referencia a que el contenido de la aplicación debe poder ser interpretado por una amplia variedad de dispositivos, incluidas las tecnologías de asistencia.

4.1 Proporcionar métodos fáciles para la entrada de datos

Los usuarios deben poder ingresar información en los dispositivos móviles de varias maneras, como por ejemplo el teclado en pantalla, el teclado Bluetooth, el tacto y el habla.

4.2 Aprovechar las características de la plataforma.

Los dispositivos móviles poseen herramientas para ayudar a los usuarios con discapacidades. En función del dispositivo y del sistema operativo se puede contar con las siguientes herramientas: zoom, aumentar tamaño de texto o lector de textos.

Criterios de éxito

Tras los 4 principios anteriores se han definido los criterios de éxito que se encuentra tanto en la norma EN 301-549 como en la Web Content Accessibility Guidelines 2.1 (WCAG) [300]:

11.2.1.1 Contenido no textual (compatible con los lectores de pantalla)

Todo contenido no textual que se presenta al usuario tiene una alternativa textual que cumple el mismo propósito.

11.2.1.2 Solo audio y solo vídeo (grabado)

Para los contenidos que son solo audio grabado y solo vídeo grabado, se cumple lo siguiente, excepto cuando el audio o el vídeo es un contenido multimedia alternativo al texto y está claramente identificado como tal:

- Solo audio grabado. Se proporciona una alternativa para el contenido multimedia tempodependiente que presenta información equivalente para el contenido de solo audio grabado.
- Solo vídeo grabado. Se proporciona una alternativa para el contenido tempodependiente o se proporciona una pista sonora que presenta información equivalente al contenido de solo vídeo grabado.

11.2.1.3 Subtítulos (grabados)

Se proporcionan subtítulos para el contenido de audio grabado dentro de un contenido multimedia sincronizado, excepto cuando la presentación es un contenido multimedia alternativo al texto y está claramente identificado como tal.

11.2.1.4 Audiodescripción o contenido multimedia alternativo (grabado)

Se proporciona una alternativa para el contenido multimedia tempodependiente o una audiodescripción para el contenido de vídeo grabado dentro del contenido multimedia sincronizado, excepto cuando ese contenido es un contenido multimedia alternativo al texto y está claramente identificado como tal.

11.2.1.5 Subtítulos (en directo)

Se proporcionan subtítulos para todo el contenido de audio en directo dentro del contenido multimedia sincronizado.

11.2.1.6 Audiodescripción (grabado)

Se proporciona una audiodescripción para todo el contenido de vídeo grabado dentro del contenido multimedia sincronizado.

11.2.1.7 Información y relaciones

La información, la estructura y las relaciones comunicadas a través de la presentación pueden ser determinadas por software o están disponibles como texto.

11.2.1.8 Secuencia significativa

Cuando la secuencia en que se presenta el contenido afecta a su significado, se puede determinar por software la secuencia correcta de lectura.

11.2.1.9 Características sensoriales

Las instrucciones proporcionadas para entender el contenido y operar con él no dependen exclusivamente de las características sensoriales de los componentes, como su forma, tamaño, ubicación visual, orientación o sonido.

11.2.1.10 Uso del color

El color no se usa como único medio visual para transmitir información, indicar una acción, solicitar una respuesta o distinguir un elemento visual.

11.2.1.11 Control del audio

Si el audio de un software suena automáticamente durante más de tres segundos, se proporciona un mecanismo, bien para pausar o detener el audio, o bien para controlar el volumen del sonido que es independiente del nivel de volumen global del sistema.

11.2.1.12 Contraste (mínimo)

La presentación visual de texto e imágenes de texto tiene una relación de contraste de, al menos, 4.5:1, excepto en los siguientes casos:

- Textos grandes. Los textos de gran tamaño y las imágenes de texto de gran tamaño tienen una relación de contraste de, al menos, 3:1.
- Texto incidental. Los textos o imágenes de texto que forman parte de un componente inactivo de la interfaz de usuario, que son simple decoración, que no resultan visibles para nadie o que forman parte de una imagen que contiene otros elementos visuales significativos, no tienen requisitos de contraste.

11.2.1.13 Cambio de tamaño del texto

A excepción de los subtítulos y las imágenes de texto, todo el texto puede ser ajustado sin productos de apoyo hasta un 200% sin que se pierdan el contenido o la funcionalidad.

11.2.1.14 Imágenes de texto

Si con las tecnologías que se están utilizando se puede conseguir la presentación visual deseada, se utiliza texto en vez de imágenes de texto para transmitir la información, excepto en los siguientes casos:

- Configurable. La imagen de texto es visualmente configurable según los requisitos del usuario.
- Esencial. Una forma particular de presentación del texto resulta esencial para la información que se transmite.

11.2.1.15 Teclado

Toda la funcionalidad del contenido es manejable a través de una interfaz de teclado sin que se requiera una determinada velocidad para cada pulsación individual de las teclas, excepto cuando la función interna requiera una entrada que dependa del trayecto de los movimientos del usuario y no solo de los puntos inicial y final.

11.2.1.16 Sin trampas para el foco del teclado

Si es posible mover el foco a un componente del software usando una interfaz de teclado, entonces el foco se puede quitar de ese componente usando solo la interfaz de teclado y, si se requiere algo más que las teclas de dirección o de tabulación, se informa al usuario acerca del método apropiado para mover el foco.

11.2.1.22 Orden del foco

Si se puede navegar secuencialmente por un software y la secuencia de navegación afecta a su significado o su operación, los componentes que pueden recibir el foco lo hacen en un orden que preserve su significado y operabilidad.

11.2.1.25 Encabezados y etiquetas

Los encabezados y etiquetas describen el tema o propósito.

11.2.1.26 Foco visible

Cualquier interfaz de usuario operable por teclado tiene una forma de operar en la cual el indicador del foco del teclado resulta visible.

11.2.1.27 Idioma del software

El idioma humano predeterminado del software puede ser determinado por software.

11.2.1.29 Al recibir el foco

Cuando cualquier componente recibe el foco, no se inicia ningún cambio en el contexto.

11.2.1.30 Al recibir entradas

El cambio de estado en cualquier componente de la interfaz de usuario no provoca automáticamente un cambio en el contexto a menos que el usuario haya sido advertido de ese comportamiento antes de usar el componente.

11.2.1.33 Identificación de errores

Si se detecta automáticamente un error en los datos de entrada, el elemento erróneo es identificado, y el error, descrito al usuario mediante un texto.

11.2.1.34 Etiquetas o instrucciones

Se proporcionan etiquetas o instrucciones cuando el contenido requiere la introducción de datos por parte del usuario.

11.2.1.35 Sugerencias ante errores

Si se detecta automáticamente un error en los datos de entrada y se dispone de sugerencias para hacer la corrección, entonces se presentan las sugerencias al usuario, a menos que esto ponga en riesgo la seguridad o el propósito del contenido.

11.2.1.36 Prevención de errores (legales, financieros, de datos)

Para el software que representa para el usuario compromisos legales o transacciones financieras, que modifica o elimina datos controlables por el usuario en sistemas de almacenamiento de datos o que envía las respuestas del usuario a una prueba se cumple al menos uno de los siguientes casos:

1. **Reversibilidad.** El envío es reversible.
2. **Revisión.** Se verifica la información para detectar errores en los datos de entrada y se proporciona al usuario una oportunidad de corregirlos.
3. **Confirmación.** Se proporciona un mecanismo para revisar, confirmar y corregir la información antes de finalizar el envío de los datos.

2.3.3. Tecnologías de Asistencia

En las tecnologías de asistencia se incluyen las herramientas de las que disponen los sistemas operativos de los distintos dispositivos móviles. En este grupo, vamos a analizar las tecnologías de asistencia de los sistemas operativos iOS y Android que utilizan los dispositivos de Apple y de Android respectivamente.

Accesibilidad en Android

Android es un sistema operativo móvil desarrollado por Google; es uno de los más conocidos junto con iOS de Apple. Está basado en Linux, que junto con aplicaciones middleware está enfocado para ser utilizado en dispositivos móviles como teléfonos inteligentes, tabletas, Google TV y otros dispositivos. [17]

Desde las primeras versiones de Android, los desarrolladores han ido incluyendo herramientas de accesibilidad. Algunas de las herramientas que se van a mencionar a continuación se encuentran a partir de la versión 7.0 y posteriores. Se realizará una breve descripción de las herramientas más importantes:

Voice Assistant o **TalkBack** es una herramienta de accesibilidad que ayuda a los usuarios ciegos o con deficiencias visuales a interactuar con los dispositivos. Para usar *Talkback* se desliza un dedo lentamente por la pantalla para utilizar la exploración táctil. La herramienta *TalkBack* te indicará mediante sonidos los iconos, los botones y otros elementos al deslizar el dedo sobre ellos. Cuando se nombre el elemento que quieras seleccionar, toca dos veces cualquier parte de la pantalla para seleccionarlo [18].

Zoom y fuente de pantalla, se puede aumentar y disminuir el tamaño de los elementos que se visualizan en la pantalla con el zoom. Asimismo, podemos disminuir o aumentar el tamaño de fuente.

Fuente de contraste alto, ajusta el color y el contorno de las fuentes para aumentar el contraste con el fondo.

Teclado de contraste alto, ajusta el tamaño del teclado Samsung y cambia sus colores para aumentar el contraste entre las teclas y el fondo.

Mostrar formas de botones, se muestran los botones con el fondo sombreado para resaltarlos.

Gestos de ampliación, uso de gestos para ampliar el contenido de la pantalla.

Menú de Asistencia, el menú activa funciones para mejorar la accesibilidad del dispositivo para usuarios con destreza reducida. Aparece un botón en la pantalla que al pulsarlo se despliegan las funciones básicas para utilizar un dispositivo.

Cabe destacar la gran labor por parte del equipo desarrollador del sistema operativo de Android, los cuales también han publicado una guía de buenas prácticas y características de la API del SO para asegurar la accesibilidad de las aplicaciones para personas con discapacidad [19] [20].

Los desarrolladores de Android crearon la herramienta *Accessibility Scanner*. Esta herramienta permite realizar una validación automática de accesibilidad para aplicaciones Android. Su objetivo es analizar las carencias de una aplicación móvil y proporcionar un listado de posibles acciones que ayuden a mejorar la accesibilidad de esa aplicación. No de forma exhaustiva ni para verificar el cumplimiento de estándares, pero ayuda a identificar y mejorar algunos aspectos de forma ágil [25].

Accesibilidad en iOS

iOS es el sistema operativo móvil utilizado por Apple para sus dispositivos. Originalmente fue desarrollado para el iPhone, después se ha usado en dispositivos como el iPod touch y el iPad. Cada cierto tiempo Apple actualiza su sistema operativo en las que se incluyen las nuevas novedades [22].

VoiceOver, es el lector de pantalla en iOS, te dice qué estás tocando y puedes usar gestos para moverte por cualquier app integrada e interactuar con ella. Como *VoiceOver* está integrado en iOS, funciona con todas las apps que vienen de serie en el iPhone.

Zoom, es un ampliador de pantalla integrado que funciona en todo el entorno de iOS. Además, es compatible con todas las apps del App Store.

Ajustes de tamaño de fuente, las apps se adaptan a fuentes más grandes para que el texto siempre sea perfectamente legible. También puedes poner el texto en negrita para resaltarlo en muchas de las apps integradas.

Lupa, la prestación Lupa amplía digitalmente las imágenes. El usuario puede utilizar la cámara del iPhone para aumentar el tamaño de todo lo que enfocas, y así ver los detalles con mayor nitidez.

Siri, el asistente de voz virtual de iOS se encuentra integrado en VoiceOver por lo que se pueden usar de forma conjunta. Para los usuarios con discapacidad visual, Siri facilita la forma de realizar acciones en el dispositivo mediante comandos de voz.

En la web de desarrolladores de Apple se encuentra una serie de documentos como el Accessibility Programming Guide for iOS [21], que es una guía para los desarrolladores de iOS, en la que se abordan las distintas funcionalidades del sistema operativo para crear aplicaciones más accesibles.

La herramienta que utilizan para analizar la accesibilidad está integrada en XCode, el entorno de desarrollo para iOS, y la accesibilidad forma parte de su guía de desarrollo. Podemos usar la herramienta Accessibility Inspector para comprobar la accesibilidad de nuestra aplicación.

Después de pasar estas validaciones automáticas es recomendable hacer las pertinentes pruebas con *VoiceOver* en el emulador de XCode, para conseguir una audiodescripción de los contenidos que tenemos en pantalla y asegurar que no existen problemas de entendimiento [24].

2.4. Usabilidad

2.4.1. Concepto de usabilidad

La usabilidad es considerada uno de los factores más importantes dentro de la calidad de un producto de software. En términos generales, la usabilidad tiene que ver con la forma en que se usa algún elemento (herramienta, dispositivo electrónico, etc.), es la facilidad con que se usa y si permite hacer lo que se necesita. Particularmente la usabilidad de una aplicación de software se refiere a la facilidad con que los usuarios pueden utilizar la misma para alcanzar un objetivo concreto [26].

En lo que se refiere a cualquier producto de software, desde el punto de vista de los usuarios, la interfaz de usuario es el componente más importante, ya que es lo que los usuarios ven y con lo que trabajan cuando utilizan un producto. De ahí la necesidad de crear interfaces de usuario intuitivas y fáciles de usar. Los diseñadores deben entender quiénes serán los usuarios de sus productos, sus características personales, sus capacidades físicas, sus objetivos, las tareas que deben realizar y las circunstancias en las que trabajan [27].

2.4.2. Atributos de usabilidad

La definición más utilizada o reconocida de usabilidad es la que se expone en la norma ISO 9241-113, en la cual usabilidad se describe como el grado con el que un producto puede ser usado por usuarios específicos para alcanzar objetivos específicos con efectividad, eficiencia y satisfacción, en un contexto de uso específico. Según la ISO, los atributos propios de la usabilidad son tres: facilidad de aprendizaje, flexibilidad de uso y robustez [29].

Tabla 3. Atributos de Usabilidad según ISO/IEC 9126.

Atributo	Descripción
Facilidad de Aprendizaje	Este atributo se refiere a que tan fácil es para el usuario novato aprender a utilizar la aplicación de forma correcta y efectiva.
Flexibilidad de uso	Se refiere a las distintas posibilidades de interacción que tiene el usuario con el sistema para poder lograr sus objetivos.
Robustez	Es el nivel de ayuda y apoyo que presta la aplicación al usuario, para que este pueda lograr sus objetivos. Asimismo, se relaciona con las trabas que pone el sistema al usuario, y la capacidad de recuperación de errores del sistema.

Fuente: Usabilidad en Dispositivos Móviles Táctiles, Inostroza Carvajal, R. (2012)

La segunda definición la proporciona Jakob Nielsen, en ella descompone la usabilidad en cinco atributos: facilidad de aprendizaje, eficiencia, memorización, errores y satisfacción. Nielsen puntualiza que la importancia de estos atributos variará en función del contexto y de los usuarios finales [28].

Tabla 4. Atributos de Usabilidad según Jakob Nielsen para dispositivos móviles

Atributo	Descripción
Facilidad de Aprendizaje	Se busca que el sistema sea sencillo de aprender, en especial para usuarios novatos, es decir, que no tengan experiencia con el sistema y, en algunas ocasiones, incluso ninguna experiencia con sistemas en general. Este atributo consiste en ver qué tan rápido puede aprender a realizar suficientemente bien tareas básicas un usuario que nunca antes había visto la interfaz.
Eficiencia	Se busca que un usuario que ya haya aprendido el funcionamiento de un sistema, posteriormente logre altos niveles de productividad. Es importante que un usuario que ya posea experiencia con el sistema pueda hacer un uso eficiente del sistema realizando sus tareas comunes.
Memorización	Se busca que el sistema sea fácil de recordar en funcionalidad, para que usuarios que durante cierto tiempo no lo hayan utilizado, al retomar el sistema lo hagan con normalidad. Si un usuario ha usado el sistema antes, debería recordar lo suficiente para usarlo efectivamente y no tener que aprender a usarlo nuevamente.
Errores	Se busca que el sistema tenga una tasa de errores baja y, de ocurrir éstos, los usuarios se puedan recuperar rápidamente de ellos. Además, no deben ocurrir errores catastróficos, y no deberían ocurrir errores con mucha frecuencia ni de mucha severidad.
Satisfacción	Se busca que los usuarios se sientan satisfechos al usar el sistema. Es decir, que el sistema resulte agradable de usar, ameno, etc. Al preguntarle su opinión respecto al sistema a un usuario que lo ha probado, se espera que su percepción acerca del mismo sea positiva, que le haya gustado.

Fuente: Usabilidad en Dispositivos Móviles Táctiles, Inostroza Carvajal, R. (2012)

2.4.3. Principios de usabilidad

La heurística de usabilidad es un conjunto de principios que pueden utilizarse para evaluar la usabilidad de una interfaz de usuario, y también como guía al diseñar una interfaz de usuario [30]. Para evaluar el diseño de la interfaz de usuario, Jakob Nielsen elaboró una lista de 10 principios básicos de usabilidad [31] [32]:

1. Visibilidad del estado del sistema.

El sistema debe mantener siempre informados a los usuarios sobre lo que ocurre, mediante una retroalimentación adecuada y en tiempos razonables.

2. Conexión entre el sistema y el mundo real.

El sistema debe hablar el lenguaje del usuario, con palabras, frases y conceptos familiares para el usuario, en lugar de términos orientados al sistema. Seguir convenciones del mundo real, haciendo que la información aparezca en un orden natural y lógico.

3. Control y libertad del usuario.

A menudo los usuarios eligen funciones del sistema por error, por lo que necesitan una "salida de emergencia" marcada claramente para dejar ese estado no querido sin tener que soportar extensos cuadros de diálogo. Debe permitir las funciones deshacer y rehacer.

4. Consistencia y estándares.

Los usuarios no deberían tener que preguntarse si diferentes palabras, situaciones o acciones significan lo mismo.

5. Prevención de errores.

Incluso mejor que un buen mensaje de error es un diseño cuidadoso que prevenga que un problema ocurra primero. Eliminar o verificar las condiciones propensas a errores y presentar a los usuarios opciones de confirmación antes de realizar la acción.

6. Minimizar la carga de memoria.

Minimizar la carga de memoria del usuario, haciendo que los objetos, acciones y opciones sean visibles. El usuario no debería tener que recordar información de una parte de un diálogo a otra. Las instrucciones de uso de un sistema deben ser visibles o de fácil acceso cuando proceda.

7. Flexibilidad y eficiencia de uso.

Los aceleradores, no vistos por usuarios novatos, deben a menudo acelerar la interacción de un usuario experto para que el sistema pueda atender tanto a usuarios inexpertos como a usuarios expertos. Debe permitir a los usuarios realizar acciones frecuentes a su medida.

8. Diseño estético y minimalista.

Los diálogos no deben contener información irrelevante o raramente necesaria por el usuario. Cada unidad de información adicional en un diálogo compite con las unidades de información relevantes, disminuyendo su visibilidad relativa.

9. Ayuda a los usuarios a reconocer, diagnosticar y recuperarse de errores.

Los mensajes de error deben expresarse en lenguaje sencillo (sin código), indicando con precisión el problema y sugerir constructivamente una solución.

10. Ayuda y documentación.

Incluso aunque es mucho mejor que un sistema pueda ser usado sin documentación, debe ser necesario proveer al usuario de ayuda y documentación. Cualquier información debe ser fácil de buscar, centrarse en las tareas del usuario, enumerar lista de pasos concretos que deben llevarse a cabo y no debe ser demasiado larga.

2.4.4. Métodos de evaluación de usabilidad de aplicaciones móviles

Debido a la movilidad que permiten estos dispositivos, las pruebas de usabilidad en un ambiente real de uso son difíciles de realizar. No se pueden aplicar técnicas de evaluación clásicas cuando las pruebas se realizan en condiciones reales de uso. Las pruebas en un entorno real complican la recolección de datos y limitan el control sobre estas y sobre el usuario, ya que el mismo se está moviendo físicamente en un contexto con un número de variables desconocidas que afectan potencialmente la evaluación [33].

Se pueden utilizar diferentes métodos de evaluación: los más comúnmente adoptados son los métodos de inspección y los métodos basados en el usuario. Los métodos de inspección se caracterizan por ser realizadas por expertos en usabilidad, mientras que las pruebas son realizadas con usuarios representativos del sistema.

Métodos de inspección

En los métodos de inspección se encuentran involucrados los expertos evaluadores en usabilidad, que inspeccionan la interfaz de usuario con el fin de encontrar posibles problemas de usabilidad, proporcionando juicios basados en su conocimiento y realizar recomendaciones para solucionar los problemas y mejorar la usabilidad de la aplicación [27]. Entre estos métodos podemos encontrar:

1. **Evaluación heurística:** La evaluación heurística es uno de los métodos más usados. Es un método llevado a cabo por expertos en usabilidad, los cuales analizan la interfaz de usuario para comprobar si se ajusta a los principios de usabilidad (Heurística de Nielsen). Es importante para este procedimiento que cada evaluador realice evaluaciones independientes e imparciales.
2. **Recorrido cognitivo:** Tienen como objetivo evaluar la facilidad de aprendizaje del sistema utilizando procedimientos específicos, simulando el proceso de resolución de problemas de un usuario.
3. **Inspección informal de usabilidad:** Es una combinación de los métodos anteriores, un equipo de expertos con roles estrictamente definidos debe realizar ciertas acciones específicas a evaluar y las conclusiones que se deben obtener.
4. **Revisión de guías de estilo:** Los expertos revisan que la interfaz del sistema cumpla con unas directrices fijadas por una organización o institución.

La principal ventaja de los métodos de inspección es el ahorro de costes, debido a que no es necesario involucrar a los usuarios ni requerir ningún equipo especial o instalaciones de laboratorio. Además, los expertos pueden detectar una amplia gama de problemas y posibles fallos de un sistema complejo en un plazo limitado de tiempo. Por estas razones, los métodos de inspección han logrado un uso generalizado en los últimos años, ya que pueden proporcionar buenos resultados a un bajo coste [35].

Métodos empíricos

Los métodos empíricos están diseñados alrededor de los usuarios y consisten principalmente en pruebas de usuario, en las que se evalúan los atributos de usabilidad observando cómo es usado el sistema por los usuarios que realizan tareas reales [27].

La evaluación basada en usuarios proporciona una evaluación fiable, ya que se evalúa la usabilidad a través de muestras de usuarios reales. Sin embargo, tiene una serie de inconvenientes, como la dificultad para seleccionar correctamente a los usuarios que van a participar, y que estos estén capacitados para utilizar no solo las principales características de la aplicación, sino también para realizar acciones que sean más sofisticadas en el sistema. Entre estos métodos podemos encontrar:

1. **Test de usabilidad:** Se usa para evaluar la facilidad con la que un usuario puede realizar tareas representativas en el sistema, se monitorizan las acciones realizadas por el usuario, intentando buscar patrones de uso y documentando los problemas con los que se ha encontrado el usuario.
2. **Pensamiento en voz alta:** El usuario expresa en voz alta pensamientos, emociones, sensaciones y opiniones de cada acción que realiza.
3. **Pruebas de papel:** En esta prueba el usuario evalúa aspectos de la interfaz de usuario mediante modelos mostrados en papel para que este determine si cumple o no las necesidades reales de él como usuario del sistema. Una de las ventajas de esta prueba es la retroalimentación que reciben los expertos de forma inmediata.

2.4.5. Guías de estilo

Como se comenta en el apartado anterior de Métodos de Inspección, existen guías de revisión creadas por empresas o instituciones que contienen principios y sugerencias sobre cómo se debe desarrollar una aplicación para que sea usable.

Existen multitud de guías de estilo, en este trabajo se hablará únicamente de la guía *Mobile Retail* realizada por Google. Esto es debido a que es una guía muy completa que tiene en cuenta todas las consideraciones para mejorar experiencia de usuario y que está destinada específicamente para aplicaciones móviles de comercio electrónico.

Guía de estilo: *Mobile Retail*

En este apartado se mencionará una guía elaborada por Google en la que se comparten 25 sugerencias para diseñar aplicaciones destinadas a la venta al público [42]. En esta guía, dividida en 4 capítulos, se exponen las recomendaciones más importantes que debe tener una aplicación para mejorar la experiencia de usuario.

Capítulo 1: Exploración y Búsqueda

1. Hay que asegurarse de que la aplicación se cargue rápidamente.
2. Debe ofrecerse una utilidad clara antes de solicitar a los usuarios que se registren.
3. Use un vocabulario similar al de los usuarios.
4. Utilice un método de indexación de búsqueda que sea eficaz.
5. Las promociones no deben acaparar toda la atención de la página.

Capítulo 2: Detalles y opiniones sobre productos

6. Proporcione información completa sobre el producto.
7. Los usuarios deben poder controlar el nivel de zoom.
8. Muestre a los usuarios el ahorro con la compra de productos con descuento.
9. Incluya el inventario disponible en la tienda en las páginas de productos.
10. Muestre los costos de envío y las fechas de entrega en la página del artículo.
11. Permita ver y filtrar las opiniones de los usuarios.
12. Fomente la contribución de contenido generado por los usuarios.
13. Publique productos relacionado cuando resulte oportuno.

Capítulo 3: Proceso de compra y pago

14. Permita que los compradores continúen realizando compras después de que agreguen un artículo al carrito.
15. Permita que los compradores editen el carrito.
16. Publique promociones, ofertas y cupones en la sección de compra.
17. Permita que los usuarios realicen compras como invitados.
18. Demuestre a los usuarios que el proceso de compra es seguro.
19. Proporcione varias opciones de pago externas.
20. Ofrezca un resumen detallado de la compra.

Capítulo 4: Experiencias de compra sin inconvenientes

21. Elabore formularios que los consumidores encuentren fáciles de completar.
22. Haga que la autenticación de contraseña sea una experiencia sin inconvenientes.
23. Solicite permisos en un contexto relevante.
24. Asegúrese de que la información de atención al cliente sea fácil de encontrar.
25. Destaque las ventajas adicionales que obtendrán los usuarios durante la experiencia de compra.

Asimismo, las guías de revisión suelen incluir listas de verificación de los principios de diseño mencionado. De forma que se puedan analizar y verificar la existencia de estos. Esta lista de verificaciones se mostrará en la próxima sección del documento, en la que se analizarán distintas aplicaciones móviles de comercio electrónico.

3. ESTUDIO DE ACCESIBILIDAD Y USABILIDAD EN APLICACIONES MÓVILES DESTINADAS AL COMERCIO ELETRÓNICO

Al evaluar la accesibilidad de una aplicación se suelen utilizar herramientas automáticas, con ellas se consigue identificar de forma rápida y eficaz algunos de los problemas que pueda presentar la aplicación. Sin embargo, el uso de este tipo de herramientas puede desencadenar la aparición de falsos negativos (no se detectan de problemas cuando los hay) y falsos positivos (se detectan de problemas cuando no los hay), ya que estas herramientas no pueden captar todos los fallos existentes [14].

Es por ello que para una evaluación de calidad se requiere de validaciones manuales, aparte de las validaciones automáticas. De esto modo, la información extraída de la evaluación es lo más exacta y fiable posible. A continuación, se muestra una tabla comparativa de las características de ambos métodos de evaluación:

Tabla 5. Comparativa de métodos de validación

Validación Automática	Validación Manual
Involucra herramientas que permiten realizar, con una periodicidad determinada, la recolección de datos y/o análisis automáticos sobre la accesibilidad de las vistas y componentes de una aplicación móvil.	Revisiones manuales realizadas por personal experto, que identifica las posibles desviaciones con respecto a los requisitos de accesibilidad y propone las correcciones pertinentes para mejorar la aplicación móvil.
Se pueden realizar tantas validaciones de este tipo como se estime necesario, pudiendo efectuar seguimientos continuos con la regularidad deseada (cada semana, cada quince días, cada mes, etc.).	Esta clase de revisiones requiere un esfuerzo mayor, ya que es más lenta en la en la detección y corrección de las desviaciones. Por este motivo suele tener una periodicidad más amplia que las revisiones automáticas (normalmente semestral o anualmente).
Permite revelar únicamente problemas detectables con métodos automáticos, aquellos en los que no es necesaria la intervención de un experto.	Evidencia todo tipo de problemas, con un gran nivel de detalle y fiabilidad.
Es una validación muy exhaustiva con respecto a los datos recolectados y los problemas detectados, ya que puede llevarse a cabo sobre un número elevado de vistas de la aplicación o, incluso, sobre la aplicación completa.	Salvo que la aplicación sea muy sencilla, sólo puede involucrar un conjunto limitado de sus vistas y componentes, lo que puede suponer pasar por alto algunos fallos.

Fuente: Recuperado de Guía de Accesibilidad de aplicación móviles (APPS). Ministerio de Hacienda y Función Pública.

Comparativa de aplicaciones móviles de comercio electrónico

El objetivo de este estudio es el de evaluar la accesibilidad y la usabilidad de aplicaciones de comercio electrónico B2C (Business-to-Consumer). Para ello se llevará a cabo un estudio sobre la accesibilidad y usabilidad de cada aplicación de manera individual, al final del estudio se realizará un informe final donde se presentarán las valoraciones positivas y negativas.

Para este estudio se utilizará un dispositivo cuyas características se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 6. Características del dispositivo

Características	Samsung Galaxy S7
Sistema Operativo	Android 7.0
Dimensiones	142.4 x 69.6 x 7.9 mm
Peso	152 g
Tamaño de Pantalla	5.1"
Resolución de Pantalla	1440 x 2560 pixeles
Tipo de Pantalla	AMOLED Capacitiva
Procesador	Exynos 8890 Octa 2.3GHz
Memoria RAM	4 GB
Almacenamiento	32 GB
Capacidad Batería	3000 mAh

Se han seleccionado dos aplicaciones conocidas a nivel nacional que cuentan con una funcionalidad completa para una aplicación de comercio electrónico B2C: catálogo de productos, carro de compra, sistema de búsqueda y sistema de pago online. Como son Lidl y Mediamarkt.

La elección de las aplicaciones ha estado basada en una serie de criterios:

- Que sean empresas grandes y conocidas con presencia en el territorio español.
- Que tengan un espectro de clientes potenciales amplio, es decir, que no estén destinadas a un solo tipo de cliente en concreto.
- Que la aplicación tenga una funcionalidad total como aplicación de comercio electrónico.
- Que dispongan de una aplicación Android descargable de la Play Store de Google.

Tras comprobar que cumplen los requisitos, me he decantado por estas aplicaciones ya que son empresas referentes en sus respectivos mercados.

Para la realización del estudio de accesibilidad, se simulará la acción de compra de un producto por parte de un cliente, evaluando cada una de las vistas que aparecen desde que se abre la aplicación por primera vez hasta que se confirma la compra y se realiza el pago.

Por eso se analizarán las siguientes vistas de la aplicación:

1. Vista principal al abrir la aplicación.
2. Vista de categorías.
3. Vista de búsqueda.
4. Vista de filtros de búsqueda.
5. Vista resultados de búsqueda.
6. Vista de un producto.
7. Vista características/detalles de un producto.
8. Vista del carro de compra.

Las vistas que tratan información financiera o personal se consideran ventanas seguras, por lo que *Accessibility Scanner* no puede capturar una imagen de esa pantalla ni evaluar el contraste de color. Se realizarán las comprobaciones pertinentes de manera manual utilizando *TalkBack*.

La usabilidad de las aplicaciones se evaluará mediante métodos de inspección, se evaluará la aplicación completa, poniendo énfasis en los problemas que puedan surgir al intentar realizar la tarea principal a la que está destinada la aplicación, buscar y comprar productos.

3.3. Evaluación de accesibilidad

3.3.1. Metodología

El objetivo de este trabajo es enumerar los fallos de accesibilidad que presentan las aplicaciones y detallar cómo se podrían solventar estos fallos.

Validación Automática

La accesibilidad se medirá de forma manual mediante el lector de pantalla nativo de Android, *Talkback* y de forma automática utilizando la herramienta *Accesibility Scanner*, esta herramienta se ejecuta sobre una vista de cualquier aplicación, escaneando la pantalla del dispositivo móvil y ofreciendo sugerencias para mejorar la accesibilidad de la aplicación basado en los siguientes aspectos:

Etiquetas de elementos

Gracias a las etiquetas de contenido, se consigue que los controles sean más accesibles. Estas etiquetas no se muestran en la pantalla, pero los usuarios con problemas de visión pueden acceder a ellas a través de servicios de accesibilidad, como *TalkBack* u otros lectores de pantalla. Se identificarán los siguientes elementos:

1. **Elementos sin etiquetas:** Aquellos que un lector de pantalla podría resaltar y cuya descripción oral esté vacía.
2. **Elementos con etiquetas de tipo o de estado:** Aquellos que puedan tener descripciones redundantes.
3. **Descripciones de elementos duplicadas:** Aquellos elementos que pueden encontrarse duplicados en una misma vista.

Tamaño de los elementos táctiles

Identifica los elementos táctiles con tamaños inferiores a 48x48 dp que se pueden mantener pulsadas o en las que se puede hacer clic.

Contraste de texto e imagen

Identifica texto o imágenes con una relación de contraste inferior a 3,0 entre el color del texto y el del fondo o entre el color del primer plano y el del segundo.

Se puede ajustar los umbrales que el escáner utiliza para la relación de contraste y el tamaño del objetivo táctil. Por defectos los umbrales modificables son:

1. **Relación de contraste:** 4,50
2. **Tamaño de los elementos táctiles:** 48x48dp

La «relación de contraste» es el cálculo que representa la diferencia en la luminosidad entre dos colores que aparecen juntos en una pantalla. Los resultados oscilan entre 1 y 21 (representados como 1:1 y 21:1) y cuanto mayor sea el número, más aumentará el contraste. Para este estudio se utilizarán los valores por defecto.

El consorcio W3C recomienda:

1. Como mínimo 4,5:1 para texto pequeño (tamaños inferiores a 18 puntos para letra normal o 14 para negrita).
2. Como mínimo 3:1 para texto grande (tamaños superiores a 18 puntos para letra normal o 14 para negrita).

En cuanto a los elementos táctiles, en las Pautas de Diseño de Material Android se sugiere que los objetivos táctiles deben ser de al menos 48 x 48 dp. [43]

Asimismo, se realizará un barrido por toda la aplicación con la herramienta de lector de pantalla *TalkBack*, para comprobar que se detectan bien los diferentes textos y elementos. De este modo se asegurará la inexistencia de falsos positivos o falsos negativos

Validación Manual

La norma EN 301 549 recoge los requisitos de accesibilidad que debe cumplir cualquier producto y servicio: páginas web, software incluidas apps nativas, documentos, hardware, etc.

Para la validación manual se utilizará el lector de pantalla *TalkBack* y se valorarán los criterios más importantes que van enfocados al área de software, y más en concreto a aplicaciones de comercio electrónico, de la norma mencionada anteriormente que se encuentran en la siguiente tabla:

Tabla 7. Criterios de éxito

Descripción	EN 301 549
Contenido no textual (compatible con lector de pantalla)	11.2.1.1
Uso del color	11.2.1.10
Contraste (mínimo)	11.2.1.12
Cambio de tamaño del texto (Compatible Zoom 200%)	11.2.1.13
Imágenes de texto	11.2.1.14
Teclado	11.2.1.15
Orden del foco	11.2.1.22
Idioma del software	11.2.1.27
Identificación de errores	11.2.1.33
Etiquetas o instrucciones	11.2.1.34
Sugerencias ante errores	11.2.1.35
Prevención de errores (legales, financieros, de datos)	11.2.1.36

Fuente: Requisitos de Accesibilidad de Productos y Servicios TIC aplicables a la contratación pública en Europa. Ministerio de Hacienda Publica. Observatorio de Accesibilidad.

3.3.2. Evaluación Lidl

Evaluación automática

Ilustración 1. Vista principal

1. Este elemento no dispone de una etiqueta que pueda leer un lector de pantalla.
2. Este elemento tiene una altura de 44dp. Se recomienda aumentar la altura a un tamaño de 48dp o superior.
3. Los elementos de texto del menú inferior tienen una relación de contraste inferior a la recomendada.

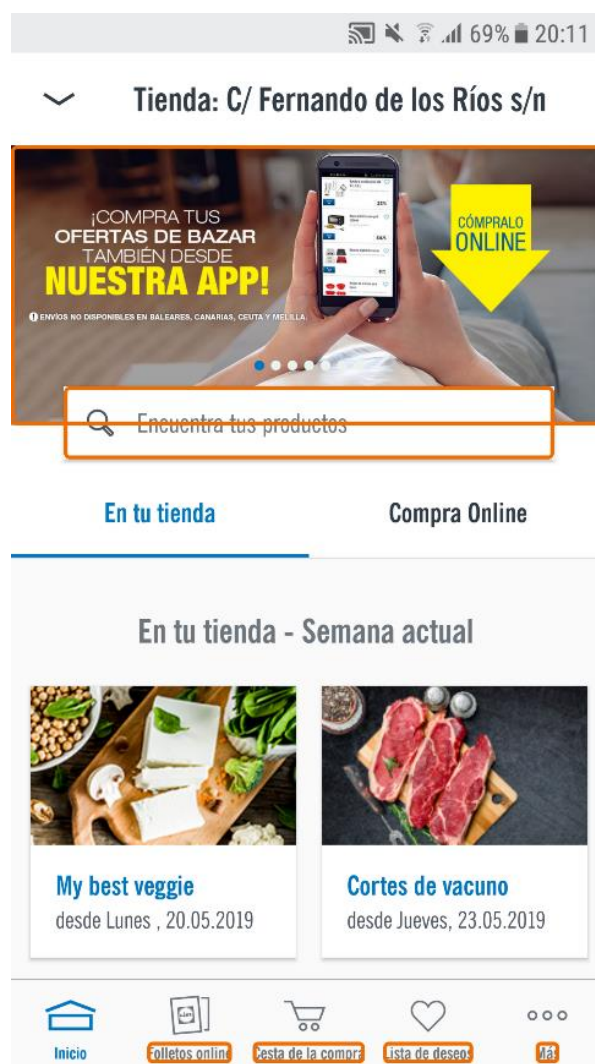


Ilustración 1. Vista principal

Ilustración 2. Vista de categorías

Ninguna sugerencia.

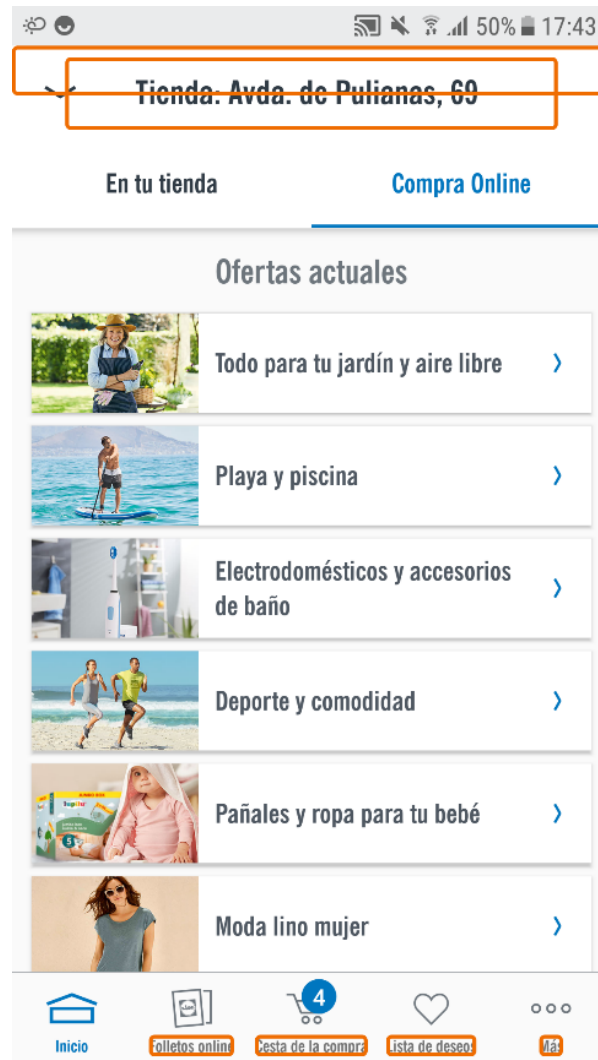


Ilustración 2. Vista de categorías

Ilustración 3. Vista de búsqueda

4. Este elemento no dispone de una etiqueta que pueda leer un lector de pantalla.
5. Este elemento tiene una altura de 40dp. Se recomienda aumentar la altura a un tamaño de 48dp o superior.
6. Este elemento tiene una altura de 16dp. Se recomienda aumentar la altura a un tamaño de 48dp o superior.
7. Este elemento tiene una relación de contraste de 2,18. Se recomienda aumentar la relación de contraste a un valor de 3,00 o mayor.
8. Estos elementos tienen una altura de 45dp. Se recomienda aumentar la altura a un tamaño de 48dp o superior.

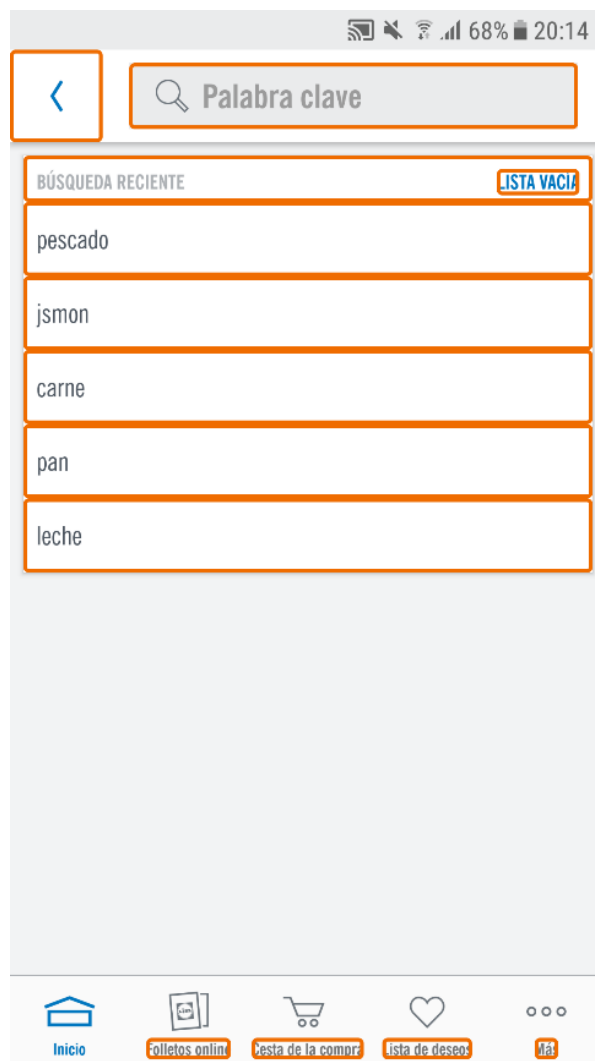


Ilustración 3. Vista de búsqueda

Ilustración 4. Vista de resultados de búsqueda

9. Este elemento no dispone de una etiqueta que pueda leer un lector de pantalla.
10. Este elemento tiene una altura de 40dp. Se recomienda aumentar la altura a un tamaño de 48dp o superior.
11. Este elemento no dispone de una etiqueta que pueda leer un lector de pantalla y tiene una altura de 40dp. Se recomienda aumentar la altura a un tamaño de 48dp o superior.
12. Este elemento tiene una altura de 40dp. Se recomienda aumentar la altura a un tamaño de 48dp o superior.
13. Este elemento tiene una altura de 40dp. Se recomienda aumentar la altura a un tamaño de 48dp o superior.
14. Este elemento tiene una altura de 46dp. Se recomienda aumentar la altura a un tamaño de 48dp o superior.
15. Este elemento no dispone de una etiqueta que pueda leer un lector de pantalla y tiene una altura de 24dp. Se recomienda aumentar la altura a un tamaño de 48dp o superior.
16. Este elemento tiene una relación de contraste de 2,18. Se recomienda aumentar la relación de contraste a un valor de 3,00 o mayor.
17. Este elemento no dispone de una etiqueta que pueda leer un lector de pantalla y tiene una altura de 32dp. Se recomienda aumentar la altura a un tamaño de 48dp o superior.



Ilustración 4. Vista de resultados de búsqueda

Ilustración 5. Vista de producto

18. Este elemento no dispone de una etiqueta que pueda leer un lector de pantalla.
19. El texto de este elemento es idéntico al de otro 1 elemento.
20. Este elemento no dispone de una etiqueta que pueda leer un lector de pantalla.
21. Este elemento no dispone de una etiqueta que pueda leer un lector de pantalla y tiene una altura de 32dp. Se recomienda aumentar la altura a un tamaño de 48dp o superior.
22. Este elemento no dispone de una etiqueta que pueda leer un lector de pantalla y tiene una altura de 32dp. Se recomienda aumentar la altura a un tamaño de 48dp o superior.
23. Este elemento tiene una relación de contraste de 2,18. Se recomienda aumentar la relación de contraste a un valor de 3,00 o mayor.
24. Este elemento tiene una altura de 21dp. Se recomienda aumentar la altura a un tamaño de 48dp o superior.
25. Este elemento tiene una altura de 21dp. Se recomienda aumentar la altura a un tamaño de 48dp o superior.
26. Este elemento tiene una relación de contraste de 4,17. Se recomienda aumentar la relación de contraste a un valor de 5,00 o mayor (texto pequeño) y tiene una altura de 18dp. Se recomienda aumentar la altura a un tamaño de 48dp o superior.
27. Este elemento tiene una altura de 36dp. Se recomienda aumentar la altura a un tamaño de 48dp o superior.



Ilustración 5. Vista de producto

Ilustración 6. Vista de producto detallada

28. Este elemento no dispone de una etiqueta que pueda leer un lector de pantalla.
29. Este elemento tiene una altura de 36dp. Se recomienda aumentar la altura a un tamaño de 48dp o superior.

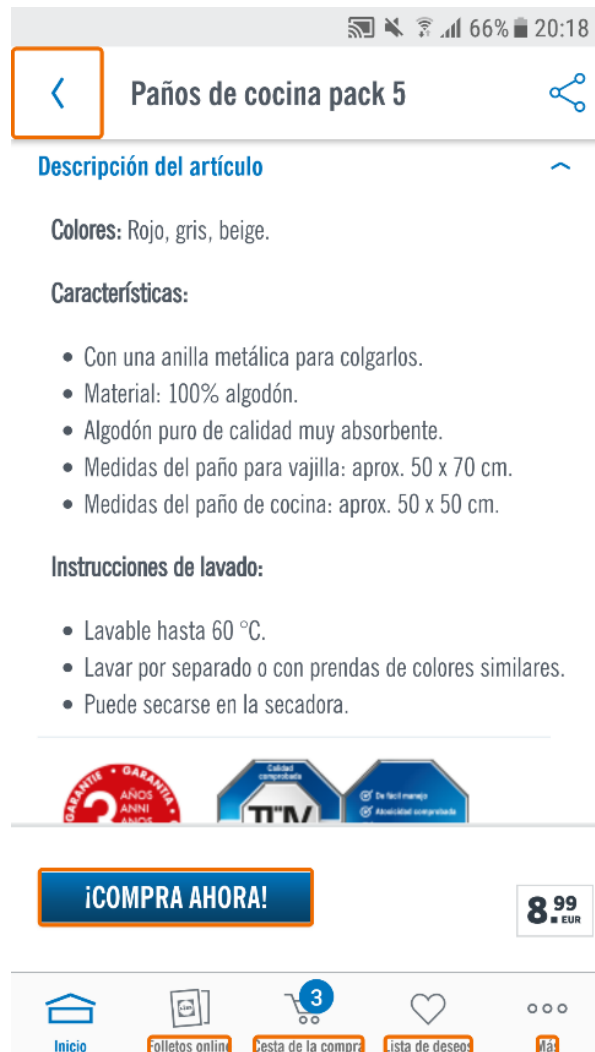


Ilustración 6. Vista de producto detallada

Ilustración 7. Vista de carro de compra

30. Este elemento tiene una altura de 32dp. Se recomienda aumentar la altura a un tamaño de 48dp o superior.
31. Este elemento tiene una altura de 32dp. Se recomienda aumentar la altura a un tamaño de 48dp o superior.
32. Este elemento tiene una altura de 32dp. Se recomienda aumentar la altura a un tamaño de 48dp o superior.
33. Este elemento tiene una relación de contraste de 2,18. Se recomienda aumentar la relación de contraste a un valor de 3,00 o mayor (texto grande).
34. Este elemento tiene una altura de 32dp. Se recomienda aumentar la altura a un tamaño de 48dp o superior.
35. Este elemento tiene una relación de contraste de 2,18. Se recomienda aumentar la relación de contraste a un valor de 3,00 o mayor (texto grande).



Ilustración 7. Vista de carro de compra

Ilustración 8. Vista de modificación de carro de compra

36. Este elemento no dispone de una etiqueta que pueda leer un lector de pantalla.
37. Este elemento tiene una altura de 32dp. Se recomienda aumentar la altura a un tamaño de 48dp o superior.

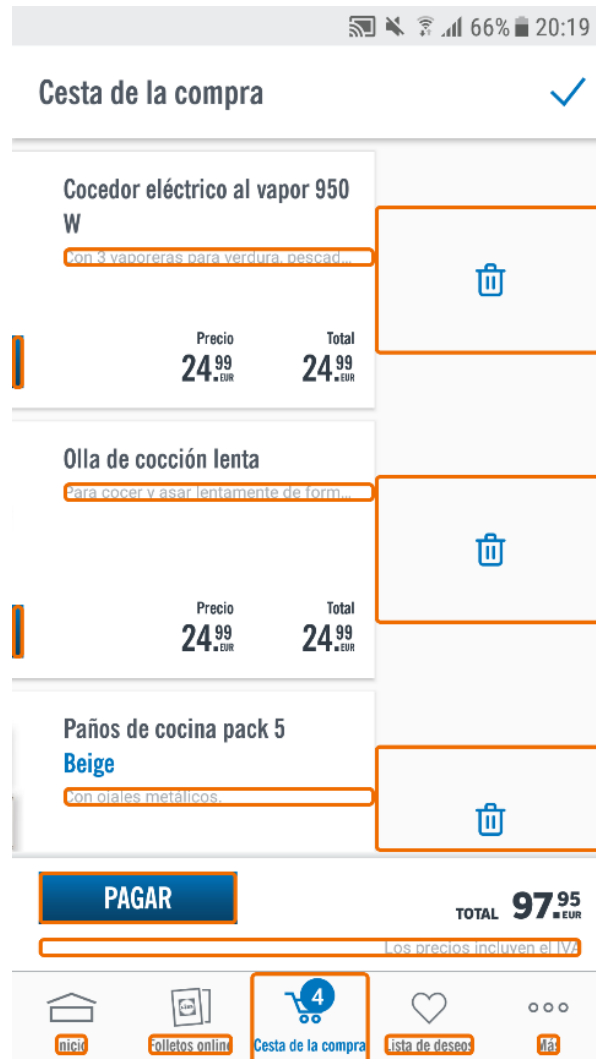


Ilustración 8. Vista de modificación de carro de compra

Evaluación manual

A continuación, se mostrarán los errores encontrados:

Criterio 11.2.1.1 – Texto alternativo: Las imágenes deslizantes de la ventana principal no tienen texto alternativo que describa su contenido.

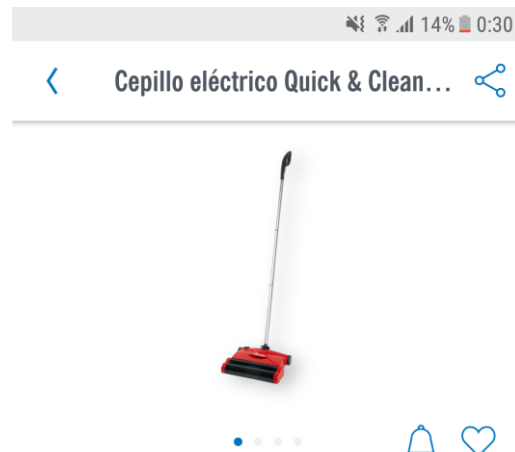


Criterio 11.2.1.12 – Contraste (mínimo): Los textos del menú inferior de navegación tienen un contraste inferior al deseado.



Criterio 11.2.1.1 – Texto alternativo: El botón para retroceder a la vista anterior situado en la esquina superior izquierda no tiene texto alternativo que describa su contenido.

Criterio 11.2.1.1 – Texto alternativo: Las imágenes deslizantes de un producto no tienen texto alternativo que describa su contenido.



Criterio 11.2.1.1 – Texto alternativo: Los botones de “Añadir a lista de deseos” y “Notificaciones” de un producto no tienen texto alternativo que describa su contenido.

Criterio 11.2.1.1 – Texto alternativo: Los botones de “Restar una unidad de este producto” y “Sumar una unidad de este producto” de un producto no tienen texto alternativo que describa su contenido.

Criterio 11.2.1.1 – Texto alternativo: Los botones de “Añadir al carrito” y “Añadir al carrito y acabar pedido” de un producto no tienen texto alternativo que describa su contenido.

Criterio 11.2.1.1 – Texto alternativo: Los botones de “Eliminar elemento del carrito” no tienen texto alternativo que describa su contenido.



3.3.3. Evaluación Mediamarkt

Evaluación automática

Ilustración 1. Vista principal

1. Este elemento no dispone de una etiqueta que pueda leer un lector de pantalla.
2. Este elemento no dispone de una etiqueta que pueda leer un lector de pantalla.



Ilustración 9. Vista principal

Ilustración 2. Vista de categorías

3. Este elemento no dispone de una etiqueta que pueda leer un lector de pantalla.



Ilustración 10. Vista de categorías

Ilustración 3. Vista de búsqueda

4. Este elemento no dispone de una etiqueta que pueda leer un lector de pantalla.
5. Este elemento no dispone de una etiqueta que pueda leer un lector de pantalla.
6. Este elemento tiene una relación de contraste de 3,54. Se recomienda aumentar la relación de contraste a un valor de 4,5 o mayor.
7. Este elemento no dispone de una etiqueta que pueda leer un lector de pantalla y tiene una altura de 47dp. Se recomienda aumentar la altura a un tamaño de 48dp o superior.



Ilustración 11. Vista de búsqueda

Ilustración 4. Vista de resultados de búsqueda

8. Este elemento no dispone de una etiqueta que pueda leer un lector de pantalla.
9. Este elemento tiene una altura de 31dp. Se recomienda aumentar la altura a un tamaño de 48dp o superior.
10. Este elemento tiene una altura de 41dp. Se recomienda aumentar la altura a un tamaño de 48dp o superior.
11. Este elemento tiene una altura de 39dp. Se recomienda aumentar la altura a un tamaño de 48dp o superior.
12. Este elemento tiene una altura de 37dp. Se recomienda aumentar la altura a un tamaño de 48dp o superior.
13. Este elemento tiene una altura de 25dp. Se recomienda aumentar la altura a un tamaño de 48dp o superior.



Ilustración 12. Vista de resultados de búsqueda

Ilustración 5. Vista de producto

14. Este elemento no dispone de una etiqueta que pueda leer un lector de pantalla.
15. El texto hablado de este elemento es idéntico al de otros 5 elementos (fotos de producto).
16. Este elemento no dispone de una etiqueta que pueda leer un lector de pantalla y tiene una anchura y una altura de 8dp. Se recomienda aumentar la anchura y altura a un tamaño de 48dp o superior.



Ilustración 13. Vista de producto

Ilustración 6. Vista de producto detallada

17. Este elemento no dispone de una etiqueta que pueda leer un lector de pantalla.
18. Este elemento tiene una altura de 23dp. Se recomienda aumentar la altura a un tamaño de 48dp o superior.

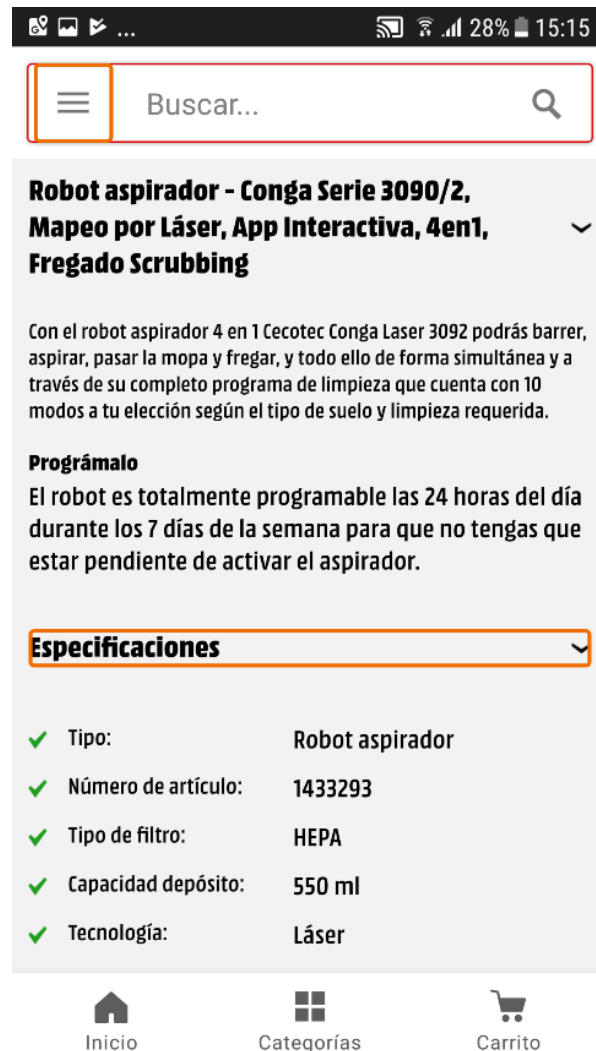


Ilustración 14. Vista de producto detallada

Ilustración 7. Vista de carro de compra

19. Este elemento no dispone de una etiqueta que pueda leer un lector de pantalla.
20. Este elemento tiene una altura de 41dp. Se recomienda aumentar la altura a un tamaño de 48dp o superior.
21. Este elemento tiene una altura de 41dp. Se recomienda aumentar la altura a un tamaño de 48dp o superior.
22. Este elemento tiene una altura de 41dp. Se recomienda aumentar la altura a un tamaño de 48dp o superior.
23. Este elemento no dispone de una etiqueta que pueda leer un lector de pantalla y tiene una anchura y una altura de 15dp. Se recomienda aumentar la anchura y altura a un tamaño de 48dp o superior.
24. Este elemento no dispone de una etiqueta que pueda leer un lector de pantalla y tiene una anchura y una altura de 25dp. Se recomienda aumentar la anchura y altura a un tamaño de 48dp o superior.



Ilustración 15. Vista de carro de compra

Evaluación manual

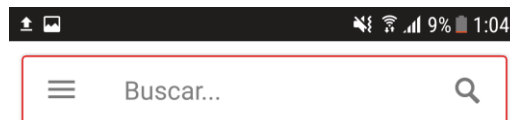
Criterio 11.2.1.1 – Texto alternativo: Las imágenes deslizantes de la ventana principal no tienen texto alternativo que describa su contenido.



Criterio 11.2.1.1 – Texto alternativo: El botón situado en la parte superior izquierda para abrir el menú no tienen texto alternativo que describa su contenido.

Criterio 11.2.1.1 – Texto alternativo: El recuadro de búsqueda no tienen texto alternativo que describa su contenido.

Criterio 11.2.1.27 – Idioma del software: El botón de buscar no tiene texto alternativo en el idioma de la aplicación, solo en inglés.



Criterio 11.2.1.1 – Texto alternativo: Las imágenes deslizantes de un producto no tienen texto alternativo que describa su contenido.



Criterio 11.2.1.27 – Idioma del software: No se puede cambiar el idioma predeterminado a través del propio software.

3.3.4. Conclusión / Resultados

Las aplicaciones no son completamente accesibles conforme a los principios de desarrollo y los criterios de éxitos establecidos por las organizaciones mencionadas en los capítulos anteriores.

Por ello, se recomienda que los desarrolladores de las aplicaciones apliquen todas las recomendaciones que se han enumerado en este estudio. Y la realización de una posterior verificación automática y manual que confirme que se han solventado todos los problemas encontrados.

También se recomienda la realización de otro tipo de estudios más extensos, capaces de detectar un mayor número de fallos.

En la siguiente tabla se realiza una comparación de los problemas encontrados en ambas aplicaciones:

Tabla 8. Tabla comparativa de accesibilidad

Problemas encontrados durante la evaluación de accesibilidad	
Lidl	Mediamarkt
Elementos sin etiqueta que pueda leer un lector de pantalla	Elementos sin etiqueta que pueda leer un lector de pantalla
Elementos con tamaño inferior a 48x48dp	Elementos con tamaño inferior a 48x48dp
Elementos de texto con contraste inferior a la recomendada	Elementos de texto con contraste inferior a la recomendada
La etiqueta de texto de un elemento es idéntica a la de otro elemento	La etiqueta de texto de un elemento es idéntica a la de otro elemento
Imágenes sin texto alternativo que describa su contenido	Imágenes sin texto alternativo que describa su contenido

A continuación, se detallan los problemas encontrados en ambas aplicaciones.

Lidl

Durante el estudio de la aplicación de venta de productos de Lidl se recogieron 37 recomendaciones durante la evaluación automática con la herramienta de Escaneo de Accesibilidad. Cabe mencionar que algunos de estas recomendaciones pueden encontrarse repetidas debido a que se mostraban los mismos botones con defectos en múltiples vistas.

La gran mayoría de estos problemas encontrados hacen referencia al tamaño de los botones, siendo estos demasiado pequeños para que se puedan visualizar e interactuar con ellos de manera clara.

Asimismo, existe un número muy grande de elementos que no disponen de etiqueta que pueda leer un lector, lo que resulta en que personas con discapacidad visual tengan dificultades para utilizar la aplicación.

También se encontraron otros problemas menos significativos como el contraste del menú y distintos elementos con el mismo texto alternativo, lo que puede causar confusión al usuario al utilizar un lector de pantalla.

La evaluación manual se utilizó como una medida adicional para poder apreciar de manera más precisa el estado de accesibilidad de aplicación. Además, se utilizó para confirmar todos los problemas encontrados en la evaluación automática.

Se encontraron dos tipos de problemas en la evaluación manual: la falta de texto alternativo para algunos elementos y el contraste del menú inferior tienen un valor demasiado inferior al deseado. Ambas recomendaciones también aparecían en la evaluación automática.

Mediamarkt

Durante el estudio de la aplicación de venta de productos de Mediamarkt se recogieron 24 recomendaciones durante la evaluación automática con la herramienta de Escaneo de Accesibilidad.

La gran mayoría de problemas provienen de la falta de elementos con etiquetas que puedan ser leídas con un lector de pantalla y el reducido tamaño de los elementos con los que se interactúan en las diferentes vistas.

También se encontraron otros problemas menos significativos como el contraste del texto y el fondo en la vista de búsqueda de productos y distintos elementos con el mismo texto alternativo, lo que puede causar confusión al usuario al utilizar un lector de pantalla.

La evaluación manual se utilizó como una medida adicional para poder apreciar de manera más precisa el estado de accesibilidad de aplicación. Además, se utilizó para confirmar todos los problemas encontrados en la evaluación automática.

Se encontraron dos tipos de problemas en la evaluación manual: la falta de texto alternativo para algunos elementos y el idioma de las etiquetas de algunos elementos, que no corresponde con el lenguaje oficial del país donde se utiliza la aplicación.

3.4. Evaluación de usabilidad

3.4.1. Metodología

Para evaluar la usabilidad de las aplicaciones se realizará una evaluación heurística, la elección de este método se debe a que es un método de inspección en el que no se requieren usuarios.

La evaluación heurística posee ciertas ventajas sobre otros métodos [47]:

- Es más barato de realizar respecto a otros métodos.
- Puede ser completado en un corto periodo de tiempo.
- Puede ser realizada en cualquier etapa del diseño.

Una desventaja a tener en cuenta es que las evaluaciones heurísticas pueden llegar a ser subjetivas ya que no participan usuarios reales en ella.

Evaluación heurística

Para obtener los resultados más óptimos, se requeriría de dos o más expertos en usabilidad que evaluaran la aplicación de forma independiente, de esta manera se podrían complementar ambas evaluaciones y localizar un mayor número de fallos, para esta ocasión y debido a las circunstancias se realizará una sola evaluación en la que yo ocuparé el rol de experto en usabilidad.

Previo a la realización de la aplicación, el evaluador debe conocer y tener en cuenta a la hora de evaluarla tres puntos esenciales:

- El propósito de la aplicación
- Las características de los usuarios y el nivel de conocimiento que poseen
- El contexto de utilización de la aplicación

Para la evaluación se utilizará una lista de verificación obtenida de la página web de *Information Design*, una empresa especializada en Usabilidad y Experiencia de Usuario [47].

Esta evaluación estará basada en 8 sub-principios específicos para aplicaciones móviles que se explicarán detalladamente al comienzo del estudio:

- Navegación
- Funcionalidad
- Control
- Lenguaje
- Retroalimentación
- Consistencia
- Prevención de errores
- Claridad Visual

Las plantillas que se utilizarán para el estudio se pueden encontrar en el Anexo A y el Anexo B al final este documento.

Según Jakob Nielsen, los problemas encontrados se clasifican por importancia en función de 3 factores:

- La **frecuencia** con la que ocurre el problema, determinando si es común o inusual el problema encontrado.
- El **impacto** del problema cuando sucede, contemplando si los usuarios tendrán complicaciones para recuperarse de este.
- La **persistencia** del problema, si el problema es resuelto las primeras veces que pasa o se perpetua durante el uso de la aplicación.

En función de estos 3 parámetros, los problemas obtienen una puntuación que determina la seriedad del mismo. Así como el impacto que puede tener en los usuarios al realizar la acción principal de la aplicación, en este caso, realizar una compra [48].

La siguiente escala se utiliza para describir la severidad de los problemas:

Tabla 9. Severidad y significado de los problemas

Severidad	Significado
Muy Baja	No es considerado un problema de usabilidad
Baja	Problema estético: no es necesario arreglarlo a menos que se disponga de tiempo extra en el proyecto
Media	Problema menor de usabilidad: arreglarlo tiene una prioridad baja
Alta	Problema mayor de usabilidad: arreglarlo tiene una prioridad alta
Crítica	Desastre de usabilidad: imprescindible arreglar este error antes de que el producto sea finalizado

Fuente: Nielsen, J. (1994). Severity Ratings for Usability Problems.

Las aplicaciones a analizar están destinadas a la venta de productos de forma online mediante dispositivos móviles y están dirigidas hacia un público general que tengan un dispositivo móvil con Android con sistema operativo.

3.4.2. Evaluación Lidl

En las siguientes páginas se documentarán todos los problemas encontrados.

Navegación

La navegación hace referencia a la capacidad de los usuarios de reconocer dónde se encuentran dentro de la aplicación. La navegación es particularmente importante debido a que los usuarios pueden perderse de manera bastante fácil. Es crucial que la navegación sea fluida e intuitiva, el usuario debe saber dónde se encuentra en cada momento.

Problema	Recomendación	Severidad
Demasiado contenido vertical en la vista de inicio, se necesita deslizar hacia abajo demasiada distancia para ver todo el contenido.	Reducir la cantidad de contenido en la vista principal para que el usuario no tenga que deslizar hacia abajo para ver el contenido más importante.	Baja
Las categorías son difíciles de encontrar para el usuario lo que puede dificultar que el usuario busque de manera sencilla los productos.	Colocar un botón en la vista principal o en el menú que enlace a la vista con las categorías existentes.	Media
La aplicación tarda mucho tiempo en cargar las vistas, puede llegar a ser frustrante para el usuario la lentitud de la aplicación.	Acelerar el tiempo de carga de las vistas para que el usuario pueda navegar con fluidez.	Crítica

Funcionalidad

La funcionalidad hace referencia al soporte de todas las actividades que se pueden llevar a cabo en el sitio.

Problema	Recomendación	Severidad
Las categorías existentes son demasiado generales, incluyen demasiados productos en cada una.	Ampliar el número de categorías para que el usuario las pueda utilizar para buscar productos de manera más específica.	Baja
Los resultados mostrados cuando se busca un producto no tienen relación con la palabra buscada.	Mejorar el sistema de búsqueda de productos para que muestre productos relacionados con la palabra buscada.	Alta
No se expresa de ninguna forma la funcionalidad que tiene el botón con forma de campana.	Añadir texto junto al botón para identificarlo como una alarma.	Muy Baja

Control

Los usuarios de la aplicación deben sentir que tienen el control al interactuar con la aplicación.

Problema	Recomendación	Severidad
El proceso de compra es confuso, pudiendo confundir al usuario de donde se encuentra en cada momento.	Separar los pasos de compra en distintas vistas en las que se puede ir hacia atrás y hacia adelante cuando el usuario lo desee.	Alta
El usuario no puede realizar una compra sin estar registrado.	Darle la opción al usuario de realizar una compra como invitado sin necesidad de registrarse.	Baja
La selección de recogida en tienda o elegir un lugar de entrega puede llegar a ser confusa para el usuario.	Avisar al usuario de las opciones que tiene al realizar el pedido, como puede ser la recogida en tienda o envío a la dirección deseada.	Baja

Lenguaje

Es importante hablar el idioma de los usuarios para evitar confusiones.

(No se ha encontrado ningún problema.)

Retroalimentación

Los usuarios deben ser provistos de información sobre lo que está sucediendo en cualquier momento.

Problema	Recomendación	Severidad
No aparece ningún mensaje de confirmación al eliminar un producto del carrito.	Al eliminar un producto del carrito de compra, debe aparecer un aviso al usuario de que va a eliminar un producto y si desea confirmar la operación.	Media
No se avisa correctamente al usuario de que se ha añadido un producto al carrito.	Avisar correctamente mediante un aviso en forma de texto al usuario de que el producto se ha añadido al carrito.	Alta
No se avisa correctamente si el usuario ha decidido modificar el número de unidades de un producto en el carrito al aplicar dicho cambio.	Avisar correctamente al usuario de que los cambios hechos se han aplicado.	Baja

Consistencia

Es importante que la aplicación tenga consistencia, es decir, que se respeten los conocimientos y costumbres de los usuarios, de forma que favorezca el uso intuitivo de la aplicación.

Problema	Recomendación	Severidad
La caja de búsqueda de productos se encuentra en mitad de la pantalla en la vista principal, en lugar de colocarla en la parte superior donde se muestra en las demás ventanas.	Colocar la caja para buscar productos en la parte superior de la pantalla.	Alta
Al gestionar los pedidos, datos de acceso, datos de cuenta o métodos de pago se utiliza una interfaz web totalmente diferente a la interfaz de la aplicación.	Implementar las gestiones con la misma interfaz que tiene la aplicación para evitar que el usuario tenga que aprender a utilizar una interfaz diferente.	Media

Prevención y corrección de errores

Siempre que sea posible, se debe evitar que se produzcan errores en primer lugar. Cuando se produzcan los errores, es importante proporcionar explicaciones claras de lo que ha ocurrido, así como instrucciones claras sobre cómo recuperarse.

(No se ha encontrado ningún problema.)

Claridad visual

La claridad visual implica que existan el menor número de elementos y que aquellos presentes en la interfaz tengan una función bien definida que contribuya a cumplir el objetivo de la app.

Problema	Recomendación	Severidad
Las imágenes deslizantes en la vista principal ocupan espacio para elementos importante y no aportan ninguna funcionalidad o datos de interés para el usuario.	Colocar información importante de interés para el usuario en las imágenes o cambiarlas por otros elementos.	Alta

3.4.3. Evaluación Mediamarkt

En las siguientes páginas se documentarán todos los problemas encontrados.

Navegación

La navegación hace referencia a la capacidad de los usuarios de reconocer donde se encuentran dentro de la aplicación. La navegación es particularmente importante debido a que los usuarios pueden perderse de manera bastante fácil. Es crucial que la navegación sea fluida e intuitiva, el usuario debe saber dónde se encuentra en cada momento.

Problema	Recomendación	Severidad
La aplicación tarda mucho tiempo en cargar las vistas, puede llegar a ser frustrante para el usuario la lentitud de la aplicación.	Acelerar el tiempo de carga de las vistas para que el usuario pueda navegar con fluidez.	Crítica
La organización de los elementos en las vistas, y la paleta de colores elegida para la aplicación causan una sensación de desorientación, cuesta diferenciar a que pertenece cada elemento.	Agrupar los elementos de una manera clara y concisa, de forma que el usuario sepa cuales están relacionados entre ellos y cuáles no.	Alta

Funcionalidad

La funcionalidad hace referencia al soporte de todas las actividades que se pueden llevar a cabo en el sitio.

Problema	Recomendación	Severidad
El tiempo que tarda desde que el usuario pulsa el botón de añadir al carrito hasta que el producto se añade y se notifica al usuario es demasiado largo.	Disminuir el tiempo que tarda un producto en añadirse al carro de compra considerablemente.	Media

Control

Los usuarios de la aplicación deben sentir que tienen el control al interactuar con la aplicación.

Problema	Recomendación	Severidad
La descripción de los productos se muestra de manera muy dispersa y demasiado alejada de la vista principal de un producto, siendo una de las características más importantes.	Colocar la descripción de los productos justo debajo de las imágenes que muestran el producto, de una manera clara y concisa para el usuario.	Alta
Los productos no se añaden al carrito de compra al tocar el botón. de añadir producto desde la vista de producto.	Añadir los productos correctamente al carrito cuando se utiliza el botón.	Crítica
La interfaz utilizada para filtrar una búsqueda es poco intuitiva y puede resultar confusa para el usuario.	Separar unas de otras de forma clara los distintos filtros por los que se puede buscar y/o ordenar los productos.	Media

Lenguaje

Es importante hablar el idioma de los usuarios para evitar confusiones.

Problema	Recomendación	Severidad
Algunos títulos de las vistas aparecen en inglés estando la aplicación en idioma castellano, puede causar desorientación en el usuario.	Utilizar el mismo idioma para toda la aplicación.	Alta

Retroalimentación

Los usuarios deben ser provistos de información sobre lo que está sucediendo en cualquier momento.

Problema	Recomendación	Severidad
No se avisa correctamente al usuario de que se ha añadido un producto al carrito.	Avisar correctamente mediante un aviso en forma de texto al usuario de que el producto se ha añadido al carrito.	Alta

Consistencia

Es importante que la aplicación tenga consistencia, es decir, que se respeten los conocimientos y costumbres de los usuarios, de forma que favorezca el uso intuitivo de la aplicación.

Problema	Recomendación	Severidad
Algunas vistas no tienen un botón o elemento con el que se pueda retroceder a la vista anterior, pudiendo causar desorientación en el usuario que quiera volver hacia atrás.	Implementar un botón que sirva para volver hacia atrás colocado en la esquina superior izquierda de la pantalla.	Media

Prevención y corrección de errores

Siempre que sea posible, se debe evitar que se produzcan errores en primer lugar. Cuando se produzcan los errores, es importante proporcionar explicaciones claras de lo que ha ocurrido, así como instrucciones claras sobre cómo recuperarse.

(No se ha encontrado ningún problema.)

Claridad visual

La claridad visual implica que existan el menor número de elementos y que aquellos presentes en la interfaz tengan una función bien definida que contribuya a cumplir el objetivo de la app.

Problema	Recomendación	Severidad
Las imágenes deslizantes en la vista principal ocupan espacio para elementos importante y no aportan ninguna funcionalidad o datos de interés para el usuario.	Colocar información importante de interés para el usuario en las imágenes o cambiarlas por otros elementos.	Alta
Al buscar un producto utilizando las categorías de las que dispone la aplicación, aparecen imágenes en la parte superior que no están relacionadas con dicha búsqueda.	Colocar imágenes relacionadas con las búsquedas realizadas por el usuario.	Media
La sección de valoraciones dentro de un producto es poco concisa y puede ser confusa para el usuario, cuesta diferenciar unas valoraciones con sus respectivos comentarios de otras valoraciones.	Remodelar la sección de valoraciones, separando unas valoraciones de otras y mostrando las valoraciones más destacadas.	Baja

3.4.4. Conclusión / Resultados

Lidl

Durante la realización del estudio se encontraron 15 problemas, localizando un problema crítico que debería ser arreglado en la mayor brevedad posible. La lentitud al cargar las vistas de la aplicación puede provocar que los usuarios dejen de estar interesados en utilizarla para comprar y hacerla perder fiabilidad con respecto a aplicaciones de la competencia. A continuación, se muestran el número de problemas encontrados y su severidad:

Severidad	Número de Problemas
Muy Baja	1
Baja	5
Media	3
Alta	5
Crítica	1
Total	15

Mediamarkt

Durante la realización del estudio se encontraron 12 problemas, en el que se localizaron 2 problemas críticos, el primero es la lentitud excesiva al cargar las vistas, y el segundo es la imposibilidad del usuario de añadir productos al carrito de compra en ciertas ocasiones. Estos problemas pueden afectar muy negativamente la experiencia de usuario. A continuación, se muestran el número de problemas encontrados y su severidad:

Severidad	Número de Problemas
Muy Baja	0
Baja	1
Media	4
Alta	5
Crítica	2
Total	12

Conclusión

Comparando ambas aplicaciones, se puede determinar que la primera aplicación estudiada tiene un número mayor de problemas. Sin embargo, estos problemas son de carácter menos severo, mientras que los problemas de la segunda aplicación en su mayoría son críticos y de prioridad alta, lo que podría tener un mayor impacto negativo en la experiencia de usuario.

Se recomienda encarecidamente la aplicación de las recomendaciones expuestas en las tablas expuestas anteriormente y una posterior evaluación de usabilidad utilizando usuarios reales de la aplicación.

Tabla 10. Tabla comparativa de usabilidad en función de la severidad

	Lidl	Mediamarkt
Muy Baja	1	0
Baja	5	1
Media	3	4
Alta	5	5
Crítica	1	2
Total	15	12

Tabla 11. Tabla comparativa de usabilidad en función de la categoría

	Lidl	Mediamarkt
Navegación	3	2
Funcionalidad	3	1
Control	3	3
Lenguaje	0	1
Retroalimentación	3	1
Consistencia	2	1
Prevención y corrección de errores	0	0
Claridad visual	1	3

4. DESARROLLO DE LA APLICACIÓN

4.1. Propuesta

El objetivo final de este proyecto es el de desarrollar una aplicación de comercio electrónico B2C (Business-to-Consumer) que sea accesible y usable. Para ello se aplicarán principios y estándares de accesibilidad y usabilidad mencionados en los capítulos anteriores.

La aplicación dispondrá de una funcionalidad completa para una aplicación de comercio electrónico B2C: catálogo de productos, carro de compra, sistema de búsqueda y sistema de pago online.

4.1.1. Accesibilidad

Para que la aplicación sea accesible, se implementarán una serie de criterios de éxito de modo que sea completamente funcional utilizando el lector de pantalla de Android. Se garantizan los siguientes criterios:

- 11.2.1.1 Contenido no textual (compatible con los lectores de pantalla)
- 11.2.1.8 Secuencia significativa
- 11.2.1.10 Uso del color
- 11.2.1.12 Contraste (mínimo)
- 11.2.1.13 Cambio de tamaño del texto
- 11.2.1.14 Imágenes de texto
- 11.2.1.22 Orden del foco
- 11.2.1.25 Encabezados y etiquetas
- 11.2.1.26 Foco visible
- 11.2.1.33 Identificación de errores
- 11.2.1.34 Etiquetas o instrucciones
- 11.2.1.35 Sugerencias ante errores

Algunos criterios no se pueden implementar debido a la naturaleza de la aplicación.

Navegación mediante lector de pantalla

Existen diferentes maneras de navegar a través de una aplicación con un lector de pantalla, para esta aplicación se ha escogido el método de explorar al tacto.

Los lectores de pantalla con interfaz táctil permiten a los usuarios pasar el dedo sobre la pantalla para escuchar lo que está directamente debajo. Esto proporciona al usuario una idea rápida de una interfaz completa.

Para que los usuarios puedan utilizar el lector de pantalla para navegar de manera simple, se ha jerarquizado los datos mostrados en cada vista, de este modo se facilita la navegación y ayuda a los usuarios a saber dónde están en cada momento.

Asimismo, se han seguido las directrices que proporciona la guía para desarrolladores de Android que contiene una serie de pautas y directrices y que disponen al usuario de las mejores prácticas de diseño para interfaz de usuario.

En definitiva, se han aplicado los principios y criterios de accesibilidad de modo que la aplicación sea intuitiva para cualquier tipo de usuario, pero se ha realizado un especial énfasis para que la aplicación sea totalmente funcional a través de un lector de pantalla.

4.1.2. Usabilidad

En cuanto a la usabilidad, se han aplicado los 10 principios mencionados el capítulo 2, eliminando cualquier distracción para el usuario y permitiendo un flujo de navegación intuitiva, de modo que el usuario reconozca donde se encuentra y a donde debe ir en cada momento, mejorando la experiencia de usuario. A continuación, se enumeran los principios implementados:

1. Visibilidad del estado del sistema
2. Conexión entre el sistema y el mundo real.
3. Control y libertad del usuario
4. Consistencia y estándares
5. Prevención de errores
6. Minimizar la carga de memoria
7. Flexibilidad y eficiencia de uso.
8. Diseño estético y minimalista
9. Ayuda a los usuarios a reconocer, diagnosticar y recuperarse de errores
10. Ayuda y documentación.

4.2. Android

Se trata de un sistema operativo desarrollado por Google, está basado en Linux, y diseñado para dispositivos móviles con pantalla táctil.

La estructura del sistema operativo Android se compone de aplicaciones que se ejecutan en un *framework* Java de aplicaciones orientadas a objetos sobre el núcleo de las bibliotecas de Java en una máquina virtual.

Se ha elegido Android como sistema operativo ya que es una plataforma de código abierto y es uno de los sistemas operativos más extendidos en el mundo. Otra razón por la que se eligió este sistema es el uso de Java como lenguaje de programación, durante la implementación es una ventaja el poseer conocimientos previos de dicho lenguaje.

4.3. Herramientas

4.3.1. Android Studio

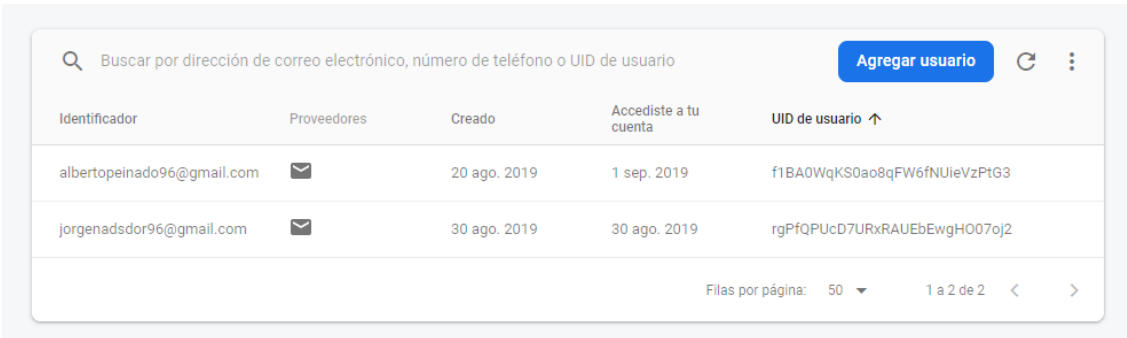
Android Studio es el IDE oficial de Android, basado en IntelliJ IDEA. Está diseñado para permitir acelerar el desarrollo y permite crear las apps de mejor calidad para todos los dispositivos de Android.

Ofrece herramientas personalizadas para los programadores. Se incluyen herramientas completas de edición, depuración, pruebas y perfilamiento de códigos.

4.3.2. Firebase

Firebase es una plataforma para el desarrollo de aplicaciones web y aplicaciones móviles. Se utiliza para proveer una API para guardar y sincronizar datos en la nube en tiempo real, es por ello que se ha decidido utilizar la plataforma *Firebase* de Google, que nos aporta el *backend* del servicio.

La información se almacena mediante el método de clave y valor. Para almacenar los datos de los usuarios utilizamos la API para Autenticación de *Firebase*, generan un valor único ID para cada usuario que se registre y encripta las contraseñas de manera automática. Con esta API solo podemos almacenar el ID del usuario, el correo y la contraseña, para añadir datos adicionales tenemos que trabajar en conjunto con la base de datos en tiempo real de *Firebase* que se verá más adelante.



The screenshot shows the Firebase Authentication console. At the top, there is a search bar with the placeholder text 'Buscar por dirección de correo electrónico, número de teléfono o UID de usuario'. To the right of the search bar is a blue button labeled 'Agregar usuario' and a refresh icon. Below the search bar is a table with the following columns: 'Identificador', 'Proveedores', 'Creado', 'Accediste a tu cuenta', and 'UID de usuario'. There are two rows of user data. The first row has the email 'albertopeinado96@gmail.com', a provider icon, the date '20 ago. 2019', the date '1 sep. 2019', and the UID 'f1BA0WqKS0ao8qFW6fNUieVzPtG3'. The second row has the email 'jorgenadsdor96@gmail.com', a provider icon, the date '30 ago. 2019', the date '30 ago. 2019', and the UID 'rgPfQPUCd7URxRAUEbEwgHO07oj2'. At the bottom right of the table, there is a pagination control showing 'Filas por página: 50' and '1 a 2 de 2' with navigation arrows.

Identificador	Proveedores	Creado	Accediste a tu cuenta	UID de usuario ↑
albertopeinado96@gmail.com	✉	20 ago. 2019	1 sep. 2019	f1BA0WqKS0ao8qFW6fNUieVzPtG3
jorgenadsdor96@gmail.com	✉	30 ago. 2019	30 ago. 2019	rgPfQPUCd7URxRAUEbEwgHO07oj2

Ilustración 16. Datos en Firebase Authentication API

Para almacenar los productos en base de datos en tiempo real de *Firebase*, se le ha asignado a cada producto un ID único para identificarlos. Cada producto tiene una serie de campos que lo define y que la aplicación recupera de la base de datos para mostrarlos.



Del mismo modo se almacenan los usuarios registrados en la base de datos, en este caso, trabaja en conjunto con la API de Autenticación *Firebase*, para poder guardar información adicional acerca de los usuarios, como puede ser su nombre, dirección, número de teléfono, etc.



4.4. Metodología

Se ha elegido SCRUM como metodología ágil de desarrollo software, sus características como método de desarrollo permiten adaptarse a las necesidades de este proyecto. Además, la experiencia previamente obtenida utilizando esta metodología durante la realización del grado supone una ventaja con respecto a otras metodologías.

4.4.1. Scrum

Scrum es un marco de trabajo iterativo e incremental para el desarrollo de proyectos, productos y aplicaciones [54]. Algunas de las características más importantes de Scrum son:

- El desarrollo incremental de los requisitos del proyecto en bloques temporales cortos y fijos.
- Fijar tiempos máximos para lograr objetivos.
- Es adaptable, permite realizar cambios de último momento.

El desarrollo del proyecto se divide en iteraciones o Sprints. Cada iteración tiene que proporcionar un resultado completo, un incremento de producto final.

El proceso parte de la lista de objetivos/requisitos priorizada del producto, que actúa como plan del proyecto. Durante cada sprint se realizan las tareas más priorizadas en función de la importancia para el proyecto.

4.5. Implementación

4.5.1. Planificación

La implementación se dividirá en 4 iteraciones. Cada iteración tendrá de duración una semana. Al acabar cada iteración se espera tener un prototipo de la aplicación totalmente funcional.

Agosto	1ª Semana	2ª Semana	3ª Semana	4ª Semana
Primera Iteración				
Segunda Iteración				
Tercera Iteración				
Cuarta Iteración				

Al final de la cuarta iteración se realizará la validación de los principios tanto de accesibilidad como de usabilidad.

Listado Inicial de historias de usuario

ID	Título	Estimación(horas)	Prioridad
H.U. 1	Un usuario debe poder iniciar sesión en el sistema.	4	1
H.U. 2	Un usuario debe poder terminar la sesión del sistema	1	1
H.U. 3	Un usuario debe poder registrarse en el sistema	4	1
H.U. 4	Un usuario debe poder revisar sus pedidos	3	1
H.U. 5	Un usuario debe poder buscar un producto por su nombre	4	1
H.U. 6	Un usuario debe poder buscar un producto por categorías	5	2
H.U. 7	Un usuario debe poder añadir un ítem a la cesta de compra	5	1
H.U. 8	Un usuario debe poder borrar un ítem de la cesta de compra	2	1
H.U. 9	Un usuario debe poder visualizar un producto	4	1
H.U. 10	Un usuario debe poder visualizar los ítems en la cesta de la compra	5	2
H.U. 11	Un administrador debe poder insertar productos en la base de datos	3	1
H.U. 12	Un usuario debe poder realizar la compra como invitado	3	2
H.U. 13	Un usuario debe poder realizar la compra como usuario registrado	3	2
H.U. 14	Un usuario debe poder insertar su información de envío	4	3
H.U. 15	Un usuario debe poder visualizar el resumen del pedido antes de realizar el pago	4	3

H.U. 16	Un usuario debe poder elegir el método de pago	2	3
---------	--	---	---

Descripción de las entregas

Se realizará 4 H.U. en cada entrega, estas se realizarán por orden de prioridad. Al final de cada iteración se testeará el prototipo resultante. En caso de que no se hayan podido realizar las H.U. en la iteración indicada, se pasarán a la siguiente y se realizarán por prioridad.

Primera Iteración

Se realizarán las siguientes H.U:

ID	Título	Estimación(horas)	Prioridad
H.U. 1	Un usuario debe poder iniciar sesión en el sistema.	4	1
H.U. 2	Un usuario debe poder terminar la sesión del sistema	3	1
H.U. 3	Un usuario debe poder registrarse en el sistema	4	1
H.U. 4	Un usuario debe poder revisar sus pedidos	3	1

Estas historias forman parte de la funcionalidad que envuelve al registro de un usuario y el manejo de los datos del usuario en la base de datos. Una vez realizada esta iteración, se obtendrá un prototipo que permite al usuario registrarse, iniciar sesión, cerrar sesión y revisar los pedidos.

Segunda Iteración

Se realizarán las siguientes H.U:

ID	Título	Estimación(horas)	Prioridad
H.U. 5	Un usuario debe poder buscar un producto por su nombre	4	1
H.U. 6	Un usuario debe poder buscar un producto por categorías	5	2
H.U. 7	Un usuario debe poder añadir un ítem a la cesta de compra	5	1
H.U. 8	Un usuario debe poder borrar un ítem de la cesta de compra	2	1

Esta iteración estará centrada en la búsqueda y manejo de productos por parte del usuario.

Tercera Iteración

Se realizarán las siguientes H.U:

ID	Título	Estimación(horas)	Prioridad
H.U. 9	Un usuario debe poder visualizar un producto	4	1
H.U. 10	Un usuario debe poder visualizar los ítems en la cesta de la compra	5	2
H.U. 11	Un administrador debe poder insertar productos en la base de datos	3	1
H.U. 12	Un usuario debe poder realizar la compra como invitado	3	2

La tercera iteración se centra en completar la funcionalidad del usuario al utilizar la cesta de la compra, y permitir al administrador de la aplicación insertar los productos a mostrar en la base de datos.

Cuarta Iteración

Se realizarán las siguientes H.U:

ID	Título	Estimación(horas)	Prioridad
H.U. 13	Un usuario debe poder realizar la compra como usuario registrado	3	2
H.U. 14	Un usuario debe poder insertar su información de envío	4	3
H.U. 15	Un usuario debe poder visualizar el resumen del pedido antes de realizar el pago	4	3
H.U. 16	Un usuario debe poder elegir el método de pago	2	3

En la cuarta y última iteración se completará la funcionalidad de la aplicación, permitiendo al usuario completar un pedido y realizar el pago utilizando el método que desee.

Validación Iteración 1

Se han aplicado correctamente los criterios de accesibilidad, no existe ninguna sugerencia.



Ilustración 18. Vista de registro de usuario




Ilustración 17. Vista de inicio de sesión

Retroalimentación Iteración 1

Se han realizado todas las H.U. y se ha testado que el prototipo funciona correctamente. No ha surgido ningún retraso en la implementación. Se continúa a la siguiente iteración con la planificación original.

Validación Iteración 2

Se han aplicado correctamente los criterios de accesibilidad, no existe ninguna sugerencia.

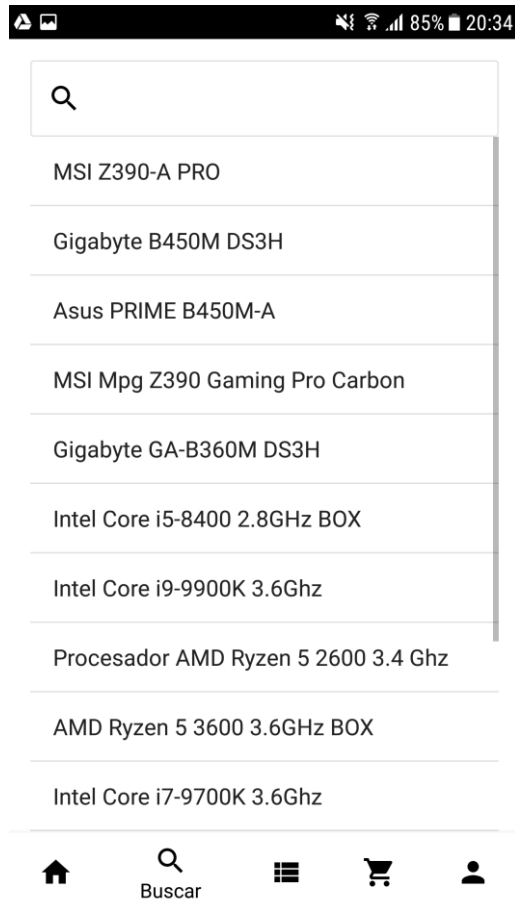


Ilustración 20. Vista de búsqueda

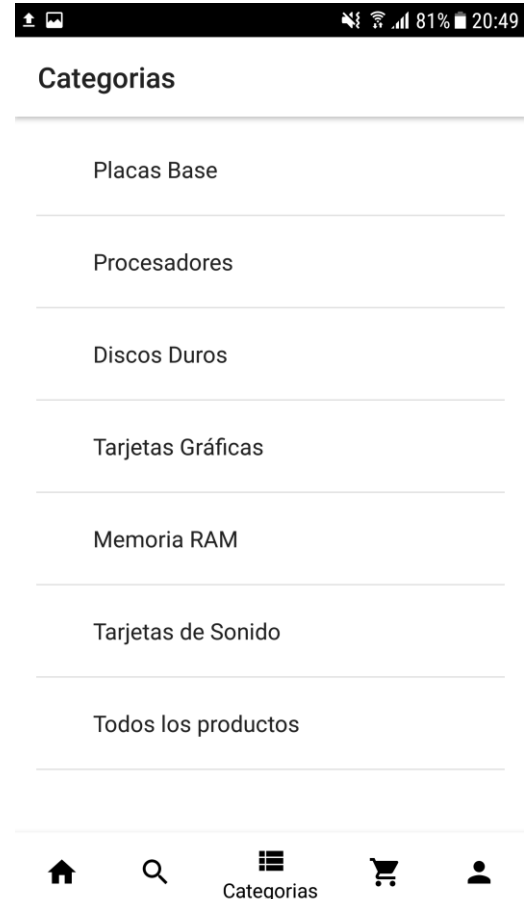


Ilustración 19. Vista de categorías

Retroalimentación Iteración 2

Se han realizado todas las H.U. y se ha testado que el prototipo funciona correctamente. No ha surgido ningún retraso en la implementación. Se continúa a la siguiente iteración con la planificación original.

Validación Iteración 3

Se han aplicado correctamente los criterios de accesibilidad, no existe ninguna sugerencia.

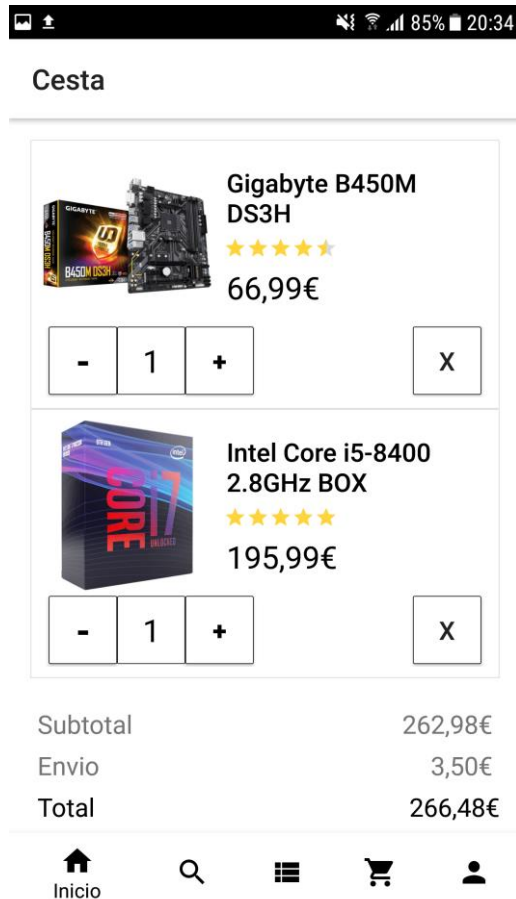


Ilustración 22. Vista de la cesta



Ilustración 21. Vista de producto

Retroalimentación Iteración 3

Se han realizado todas las H.U. y se ha testado que el prototipo funciona correctamente. No ha surgido ningún retraso en la implementación. Se continúa a la siguiente iteración con la planificación original.

Validación Iteración 4

Se han aplicado correctamente los criterios de accesibilidad, no existe ninguna sugerencia.

The screenshot shows a mobile app interface for the 'Proceso de compra' (Purchase Process). At the top, there's a back arrow and the title 'Proceso de compra'. Below this, the main heading is 'Realizar compra como invitado'. Underneath, there's a section for 'Correo electrónico' with a text input field containing the placeholder 'Correo electrónico'. Below the input field, a note states: 'Podrás observar el estado del pedido a través del correo electrónico'. A large, dark grey button labeled 'CONTINUAR COMO INVITADO' is positioned below the note. At the bottom, there's a link that says 'Ya tengo una cuenta Iniciar Sesión'.

Ilustración 23. Vista de proceso de compra

The screenshot shows a mobile app interface for the 'Información de envío' (Shipping Information) screen. At the top, there's a back arrow and the title 'Información de envío'. The form consists of several input fields: 'Nombre' and 'Apellidos' (split into two boxes), 'Dirección (calle y número)', 'Línea de dirección adicional (opcional)', 'Planta, bloque, escalera, puerta, etc.' (a text area), 'CP' and 'Ciudad' (split into two boxes), 'Número de teléfono', and 'País'. At the bottom, there's a large, dark grey button labeled 'HECHO'.

Ilustración 24. Vista de información de envío

The screenshot shows a mobile application interface for an order summary. At the top, there is a status bar with icons for signal, Wi-Fi, battery (84%), and time (20:37). Below the status bar is a navigation bar with a back arrow and the title 'Resumen del pedido'. The main content area is divided into sections. The first section, 'Dirección de Envío', lists the shipping address: albertopeinado96@gmail.com, Alberto, Peinado Santana, Profesor Vicente Callao, 3, Residencia Carlos V, 18011, 619564562, and España. Below this is a price breakdown table with two columns: item and amount. The items are Subtotal (529,89€), Envío (3,50€), and Total (533,39€). Below the table, it says 'Envío en 3-5 días laborales'. The next section is 'Método de pago', which has two radio button options: 'Tarjeta de crédito / débito' (selected) and 'Transferencia Bancaria'. At the bottom of the form is a large black button with the text 'PAGAR AHORA'.

Dirección de Envío	
albertopeinado96@gmail.com	
Alberto	
Peinado Santana	
Profesor Vicente Callao, 3	
Residencia Carlos V	
18011	
619564562	
España	

Método de pago	
Subtotal	529,89€
Envío	3,50€
Total	533,39€

Envío en 3-5 días laborales

☒ Tarjeta de crédito / débito

☐ Transferencia Bancaria

PAGAR AHORA

Ilustración 25. Vista de resumen de pedido

Retroalimentación Iteración 4

Se han realizado todas las H.U. y se ha testado que el prototipo funciona correctamente. No ha surgido ningún retraso en la implementación. Se continúa a la siguiente iteración con la planificación original.

Tras la última iteración, y la comprobación de los criterios de accesibilidad, se concluye el proceso de implementación.

5. CONCLUSIÓN

Una vez concluido el trabajo, en el aspecto personal quedo satisfecho del trabajo realizado durante todos estos meses, me han permitido crecer como persona y demostrar que si uno se propone un objetivo es capaz de conseguirlo si se esfuerza y persevera.

Durante la realización del trabajo he aprendido a desenvolverme en un entorno de programación como es Android Studio, un lenguaje de programación que ya conocía como es Java, pero que me ha ayudado a profundizar mis conocimientos sobre el mismo, y una metodología ágil como es Scrum, todo ello me ha ayudado a ganar experiencia en el campo de la programación y me servirá para desenvolverme mejor en un futuro.

Habiendo implementado la aplicación con una finalidad completa siendo usable y accesible me ha abierto los ojos para darme cuenta de las barreras a las que se enfrentan las personas con dificultades en la vida cotidiana, y los esfuerzos que deben realizar los programadores para acercar la tecnología a todas las personas. Todo esto ha hecho que este trabajo haya sido una experiencia inolvidable y que permite a uno sentirse realizado.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Instituto Nacional de Estadística. (2017). Encuesta sobre el uso de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) y del comercio electrónico en las empresas. Recuperado de https://www.ine.es/prensa/tic_e_2016_2017.pdf
- [2] Organización Mundial del Comercio. (1998). Programa de Trabajo sobre el comercio electrónico. Sitio web: https://www.wto.org/spanish/tratop_s/ecom_s/ecom_s.htm
- [3] Organización Mundial del Comercio. (2013). El comercio electrónico en los países en desarrollo. Sitio web: https://www.wto.org/spanish/res_s/booksp_s/ecom_brochure_s.pdf
- [4] Portillo, A. F., Escobedo, M. C. S., Mogollón, R. H., & Naranjo, H. V. J. (2015). La importancia de la Innovación en el Comercio Electrónico. *Universia Business Review*, (47), 106-125.
- [5] PwC España (2016). Informe Total Retail. Sitio Web: https://informes.pwc.es/total-retail-2016/assets/totalretail2016_imprimir.pdf
- [6] Bravo Torres, J. (2011). M-Commerce.
- [7] Varshney U, et al. "Mobile Commerce: A New Frontier", *IEEE Computer*, Volume 33, Issue 10, Oct 2000.
- [8] Martínez López, L.; Mata, F.; Rodríguez Domínguez, R.M^a. (2009). Sistemas de pago seguro. Seguridad en el comercio electrónico. Recuperado de *Revista de Estudios Empresariales*. Sitio web: <https://revistaselectronicas.ujaen.es/index.php/REE/article/download/359/322>
- [9] San Martín Gutiérrez, S., & López Catalán, B. (2010). Posibilidades de la compraventa B2C por teléfono móvil en comparación con Internet.
- [10] Xiaojun, Ding & Iijima, J & Sho, Ho. (2019). Unique Features of Mobile Commerce.
- [11] Delía, L. N., Galdamez, N., Thomas, P., & Pesado, P. M. (2013). Un análisis experimental de tipo de aplicaciones para dispositivos móviles. In *Congreso Argentino de Ciencias de la Computación (CACIC)* (Vol. 18).
- [12] Enriquez, J. G., & Casas, S. I. (2014). Usabilidad en aplicaciones móviles. *Informes Científicos-Técnicos UNPA*, 5(2), 25-47.
- [13] Guenaga, M., Barbier, A., & Eguíluz, A. (2017). La accesibilidad y las tecnologías en la información y la comunicación. *TRANS. Revista de Traductología*, 0(11), 155-169. doi:<http://dx.doi.org/10.24310/TRANS.2007.v0i11.3104>
- [14] Aguado Delgado, J. and Estrada Martínez, F. (2017). Guía de Accesibilidad de aplicación móviles (APPS). Ministerio de Hacienda y Función Pública, p.6.
- [15] Álvaro Domingo Zurdo. La accesibilidad web en el comercio electrónico. (2017)

- [16] Kim Patch, Jeanne Spellman, Kathy Wahlbin (2015). Mobile Accessibility: How WCAG 2.0 and Other W3C/WAI Guidelines Apply to Mobile. W3C. URL: <http://www.w3.org/TR/mobile-accessibility-mapping/>.
- [17] Android OS Documentation Release 0.1 (2017).
- [18] Ayuda de Android Accesibility. https://support.google.com/accessibility/android/answer/6006598?hl=es&ref_topic=3529932
- [19] Make apps more accesible. URL: <https://developer.android.com/guide/topics/ui/accessibility/apps.html>
- [20] Build accessibility services. URL: <https://developer.android.com/guide/topics/ui/accessibility/services.html>
- [21] Accessibility Programming Guide for iOS.
- [22] Accessibility for Developers. URL: <https://developer.apple.com/accessibility/>
- [23] <https://www.w3c.es/Consortio/>
- [24] Samuel Gimeno Artigas. (2016). Diseñando productos digitales accesibles para móvil Sitio web: <http://www.torresburriel.com/weblog/2016/08/29/disenando-productos-digitales-accesibles-para-movil/>
- [25] ILUNION. (2015). Metodología para evaluar la accesibilidad de aplicaciones nativas, de la Fundación ONCE.
- [300] Requisitos de Accesibilidad de Productos y Servicios TIC aplicables a la contratación pública en Europa, UNE-EN 301549 V.1.1.2:2015 (2015). *Observatorio de Accesibilidad, Ministro de Hacienda y Función Pública*.
- [26] Enriquez, J. G., & Casas, S. I. (2014). Usabilidad en aplicaciones móviles. *Informes Científicos-Técnicos UNPA*, 5(2), 25-47.
- [27] Costabile, M. F. (2001). Usability in the software life cycle. In *Handbook of Software Engineering and Knowledge Engineering: Volume I: Fundamentals* (pp. 179-192).
- [28] J. Nielsen. Usability Engineering. Morgan Kaufmann Publishers, San Francisco, California, October 1994.
- [29] Azuma, M. (2004, September). Applying ISO/IEC 9126-1 quality model to quality requirements engineering on critical software. In *Proceedings of the 3rd IEEE Int. Workshop on Requirements for High Assurance Systems (RHAS)*.
- [30] Pitkänen, J. (2016). Mobile Application Usability Research. *Helsinki Metropolia University Of Applied Sciences*, 10-11.
- [31] Nielsen, J. (1994b). Heuristic evaluation. In Nielsen, J., and Mack, R.L. (Eds.), Usability Inspection Methods, John Wiley & Sons, New York, NY.
- [32] Nielsen, J. (1994a). Enhancing the explanatory power of usability heuristics. Proc. ACM CHI'94 Conf. (Boston, MA, April 24-28), 152-158.

- [33] 21. Beck, E., Christiansen, M., Kjeldskov, J., Kolbe, N., Stage, J. (2003): Experimental Evaluation of Techniques for Usability Testing of Mobile Systems in a Laboratory Setting. Proceedings of OzCHI 2003. Brisbane, Australia
- [34] Wharton, C., Rieman, J., Lewis, C., & Polson, P. (1994, June). The cognitive walkthrough method: A practitioner's guide. In Usability inspection methods (pp. 105-140). John Wiley & Sons, Inc.
- [35] J. Nielsen and R.L. Mack, Usability Inspection Methods, John Wiley & Sons, New York, 1994.
- [36] Inostroza, R. (2012). Usabilidad en Dispositivos Móviles Táctiles. *Pontificia Universidad Catolica De Valparaiso*.
- [37] Arancibia Cespedes, D., & Gonzalez Canales, S. (2017). Heurísticas de Usabilidad y Experiencia del Usuario en Redes Sociales. *Pontificia Universidad Catolica De Valparaiso*.
- [38] BECK, E., Christiansen, M., Kjeldskov, J., Kolbe, N., Stage, J. (2003): Experimental Evaluation of Techniques for Usability Testing of Mobile Systems in a Laboratory Setting. Proceedings of OzCHI 2003. Brisbane, Australia.
- [39] Pathel, N., & Dalal, P. (2013). Usability Evaluation of Mobile Applications. *International Journal Of Engineering Research & Technology (IJERT)*, Vol. 2 Issue 11, November – 2013.
- [40] Nielsen, J. (1994, April). Usability inspection methods. In *Conference companion on Human factors in computing systems* (pp. 413-414). ACM.
- [41] Gupta, S. (2015). A Comparative study of Usability Evaluation Methods. *International Journal Of Computer Trends And Technology (IJCTT)*, Vol. 22 (Issue 3).
- [42] Gove, J., & Mirza, I. (2017). Mobile y Retail: Cómo diseñar una mejor experiencia para los compradores. Think With Google.
- [43] <https://material.io/design/components/buttons.html#usage>
- [44] Accessibility requirements for ICT products and services
- [45] Requisitos de Accesibilidad de Productos y Servicios TIC aplicables a la contratación pública en Europa. Ministerio de Hacienda Publica. Observatorio de Accesibilidad.
- [46] Gonzalez María, P., Pascual, A. and Jesús, L. (n.d.). Evaluación Heurística. Universitat de Lleida.
- [47] Gaffney, G. (2000). Conducting a Usability Review. [online] Usability Techniques series. Available at: <http://www.infodesign.com.au>
- [48] Nielsen, J. (1994). Severity Ratings for Usability Problems.
- [49] Nahuel Delía, L. and Thomas, P. (2017). Desarrollo de Aplicaciones Móviles Multiplataforma. Available at: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/60497>

- [50] Otto, C. (2019). ¿A qué problemas se enfrenta un negocio digital? *El Confidencial*.
- [51] Alonso López, F. (dir.). 2002. Libro Verde de la Accesibilidad en España. Diagnóstico y bases para un plan integral de supresión de barreras. Inersio. ISBN: 84-8446-048-7.
- [52] Alonso López, F. (dir.). 2003. Aceplan. Plan de accesibilidad 2003-2010. Libro Blanco. Ceapat.
- [53] Sanchez, W. (2011). La usabilidad en Ingeniería de Software: definición y características. Ing-novación. Available at:
<https://core.ac.uk/download/pdf/47264961.pdf>
- [54] Menzinsky, A., López, G. and Palacio, J. (2019). Scrum Master. *Scrum Manager*, (Version 2.6.1).
- [55] Android Material Design. <https://material.io/design/usability/accessibility.html#>

Anexo A. Tabla de problemas encontrados

Issue: 1	Principle:	<input checked="" type="checkbox"/>
	Navigation	<input type="checkbox"/>
	Functionality	<input type="checkbox"/>
	Control	<input type="checkbox"/>
	Language	<input type="checkbox"/>
	Feedback	<input type="checkbox"/>
	Consistency	<input type="checkbox"/>
	Error prevention/correction	<input type="checkbox"/>
	Visual Clarity	<input type="checkbox"/>
Severity:	High/Medium/Low	
Where or when issue arises:		
Recommendation:		

Anexo B. Tabla de Verificación

Usability evaluation checklist for web sites

This brief checklist is an aid to evaluating a web site for usability. The checklist may be freely used and distributed, provided the copyright information is retained.

Navigation

	Compliance			
	Always	Sometimes	Never	Notes
There is a clear indication of the current location	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
There is a clearly-identified link to the Home page	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
All major parts of the site are accessible from the Home page	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
If necessary, a site map is available	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Site structure is simple, with no unnecessary levels	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
If necessary, an easy-to-use Search function is available	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Functionality

	Compliance			
	Always	Sometimes	Never	Notes
All functionality is clearly labelled	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
All necessary functionality is available without leaving the site	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
No unnecessary plug-ins are used	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Control

	Compliance			
	Always	Sometimes	Never	Notes
The user can cancel all operations	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
There is a clear exit point on every page	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Page size is less than 50Kb/page	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
All graphic links are also available as text links	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
The site supports the user's workflow	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
All appropriate browsers are supported	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Language

	Compliance			
	Always	Sometimes	Never	Notes
The language used is simple	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Jargon is avoided	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Feedback

	Compliance			
	Always	Sometimes	Never	Notes
It is always clear what is happening on the site	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Users can receive email feedback if necessary	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
All feedback is prompt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Users are informed if a plug-in or browser version is required	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Users can give feedback via email or a feedback form	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
If necessary, online help is available	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Consistency

	Compliance			
	Always	Sometimes	Never	Notes
Only one word or term is used to describe any item	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Links match titles of the pages to which they refer	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Standard colours are used for links and visited links	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Terminology is consistent with general web usage	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Error prevention and correction

	Compliance			
	Always	Sometimes	Never	Notes
Errors do not occur unnecessarily	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Error messages are in plain language	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Error messages describe what action is necessary	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Error messages provide a clear exit point	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Error messages provide contact details for assistance	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Visual clarity

	Compliance			
	Always	Sometimes	Never	Notes
The layout is clear	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
There is sufficient 'white space'	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
All images have ALT text assigned	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Unnecessary animation is avoided	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	