

|  |                                      |         |            |
|--|--------------------------------------|---------|------------|
| <br>Institución Universitaria | INFORME FINAL DE<br>TRABAJO DE GRADO | Código  | FDE 089    |
|  |                                      | Versión | 03         |
|  |                                      | Fecha   | 2015-01-22 |

# **APLICACIÓN MÓVIL PARA LA ACCESIBILIDAD DE VISITAS GUIADAS EN MUSEOS USANDO CÓDIGOS QR**

LEIDY JOHANNA GIL CHAVERRA

Ingeniería de Sistemas

Director:

Ing. Gloria Mercedes Díaz Cabrera, PhD.

**INSTITUTO TECNOLÓGICO METROPOLITANO**

**2018**

|   |  |         |            |
|---|--|---------|------------|
|  | <b>INFORME FINAL DE<br/>TRABAJO DE GRADO</b> | Código  | FDE 089    |
|   |  | Versión | 03         |
|   |  | Fecha   | 2015-01-22 |

## RESUMEN

---

La implementación de recorridos guiados por audio-descripciones ha sido una solución para la falta de guías en los museos y centros culturales, en especial para visitantes de lenguas extranjeras. Estas tecnologías han sido claves para el desarrollo de sistemas similares que buscan permitir que personas en condición de discapacidad puedan conocer los detalles de una obra sin requerir un guía específico para su condición. Estas tecnologías, que actualmente son comunes en museos de los países desarrollados, no han sido implementadas en Colombia, debido en parte a que se han desarrollado de manera particular para cada uno de ellos.

El trabajo de grado expone una aplicación móvil que permite realizar visitas guiadas a través de dispositivos móviles para personas en condición de discapacidad sensorial (visual y auditiva). Mediante la aplicación, el usuario podrá identificarse de acuerdo a su condición y desplegar el recurso correspondiente para conocer la descripción de cada obra, identificada por un código QR, en el lenguaje que corresponda (lengua de señas, texto concreto para sordos, audio-descripción para discapacitados visuales o descripción convencional en diferentes idiomas).

El uso del sistema podrá hacerse extensivo a todos los museos a nivel nacional en sus diferentes tópicos; sin embargo, en este proyecto se evaluará su funcionalidad en el Museo de Ciencias Naturales de la Salle, adscrito al Instituto Tecnológico Metropolitano.

*Palabras clave:* SCRUM, Aplicación móvil, Aplicación web, discapacidades sensoriales, Firebase, Ingeniería de sistemas, museos.

|  |                                      |         |            |
|--|--------------------------------------|---------|------------|
| <br>Institución Universitaria | INFORME FINAL DE<br>TRABAJO DE GRADO | Código  | FDE 089    |
|  |                                      | Versión | 03         |
|  |                                      | Fecha   | 2015-01-22 |

## RECONOCIMIENTOS

---

Agradezco profundamente a DIOS que me ha dado las habilidades y capacidades para culminar con éxito la carrera y colocarle todo el amor necesario a cada palabra de este trabajo de grado.

Gracias a mi madre porque ha estado ahí día a día, preocupada por todas las cosas que conciernen a mi integro crecimiento y diciéndome: “Hágale mami que usted puede, usted es capaz, usted es una berraquita”, impulsándome día a día a aprender y aplicando de forma correcta los valores que me ha enseñado. A mi hermana que me ha escuchado cuando estaba feliz porque me va bien en el desarrollo del trabajo.

Agradezco a mi novio por todas sus enseñanzas, por su compañía, por su ayuda y por su esfuerzo en ayudarme cuando ni tiempo tenía para hacerlo.

Agradezco a todas mis amigas y amigos que estuvieron allí apoyándome, escuchándome e incluso dándome fuerzas con sus hermosas palabras cuando me sentía desanimada.

Gracias porque tuve una excelente asesora que me ayudó a ver las cosas desde otro punto de vista, me corrigió con toda exigencia porque sabía que yo podía dar más y estuvo presente en los momentos de duda.

A Lucy y Miguel e instituciones que hicieron parte de la investigación, de la evaluación y de la interacción con el proyecto.

|  |                                      |         |            |
|--|--------------------------------------|---------|------------|
| <br>Institución Universitaria | INFORME FINAL DE<br>TRABAJO DE GRADO | Código  | FDE 089    |
|  |                                      | Versión | 03         |
|  |                                      | Fecha   | 2015-01-22 |

## ACRÓNIMOS

---

API Interfaz de programación de aplicaciones

Rest Transferencia de estado representacional (Representational state transfer)

IU Interfaz de Usuario

LSC Lengua de señas Colombiana

LDS Lengua de Señas

OMS Organización Mundial de la Salud

TIC's Tecnologías de la información y comunicación

W3C Consorcio World Wide Web

WAI iniciativa de accesibilidad web

WCAG Guías de accesibilidad web (Web content Accessibility Guidelines)

SO Sistema Operativo

AWS: Amazon Web Service

NPM Módulo de paquete de Node

SDK Kit de desarrollo de software

IDE Entorno de desarrollo integrado

JSON Javascript Object Notation

|  |  |         |            |
|--|--|---------|------------|
| <br>Institución Universitaria | <b>INFORME FINAL DE<br/>TRABAJO DE GRADO</b> | Código  | FDE 089    |
|  |  | Versión | 03         |
|  |  | Fecha   | 2015-01-22 |

## TABLA DE CONTENIDO

|   |    |
|---|----|
| 1. INTRODUCCIÓN .....                                   | 8  |
| 2. MARCO TEORICO Y TRABAJOS PREVIOS .....               | 11 |
| 2.1. Fundamentos Museografía .....                      | 11 |
| 2.2. Discapacidad y Discapacidad Sensorial .....        | 11 |
| 2.3. Discapacidad Sensorial y uso de tecnología.....    | 12 |
| 2.4. Accesibilidad Digital .....                        | 14 |
| 2.5. Usabilidad.....                                    | 16 |
| 2.6. Fundamentos de la metodología SCRUM .....          | 18 |
| 2.7. Trabajos Previos .....                             | 21 |
| 3. METODOLOGIA.....                                     | 23 |
| 3.1. Definición Inicial del Producto .....              | 23 |
| 3.2.1. Accesibilidad W3C.....                           | 23 |
| 3.2.2. Usabilidad para el proyecto .....                | 24 |
| 3.2. SCRUM en el proyecto .....                         | 24 |
| 4. DESARROLLO DEL PROYECTO .....                        | 26 |
| 4.1. Definición inicial del Producto .....              | 26 |
| 4.2. Definición de la lista de producto .....           | 28 |
| 4.3. Definición de Sprints .....                        | 28 |
| 4.4. Desarrollo de Sprints.....                         | 30 |
| 1.1.1. Análisis.....                                    | 30 |
| 4.4.1.1. Definición perfiles usuarios del sistema ..... | 30 |
| 1.1.1.1. Requerimientos funcionales.....                | 31 |
| 1.1.1.2. Modelo de Casos de Uso .....                   | 32 |
| 1.1.1.3. Requerimientos no funcionales .....            | 33 |
| 1.1.1.4. Diagramas de clase del dominio.....            | 34 |
| 4.4.2. Diseño de la solución.....                       | 35 |
| 1.1.1.5. Plataforma en la nube .....                    | 35 |
| 1.1.1.6. Persistencia .....                             | 35 |
| 1.1.1.7. Arquitectura de la aplicación .....            | 37 |

|  |  |         |            |
|--|--|---------|------------|
| <br>Institución Universitaria | <b>INFORME FINAL DE<br/>TRABAJO DE GRADO</b> | Código  | FDE 089    |
|  |  | Versión | 03         |
|  |  | Fecha   | 2015-01-22 |

|          |  |    |
|----------|--|----|
| 1.1.1.8. | Diagrama de despliegue .....                         | 38 |
| 4.4.3.   | Diseño de aplicaciones .....                         | 39 |
| 4.4.3.1. | Prototipos aplicación Web .....                      | 39 |
| 4.4.3.2. | Prototipos aplicación Móvil .....                    | 40 |
| 4.4.3.3. | Guía de Estilos Móvil - Web.....                     | 41 |
| 4.4.3.1. | Diagramas de Secuencia.....                          | 42 |
| 4.4.4.   | Implementación.....                                  | 43 |
| 4.4.5.   | Pruebas.....   | 43 |
| 4.4.6.   | Entrega .....  | 47 |
| 5.       | RESULTADOS Y EVALUACIÓN FINAL.....                   | 48 |
| 5.1.1.   | Descripción del Sistema .....                        | 48 |
| 5.1.2.   | Pruebas de aceptación.....                           | 53 |
| 6.       | CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO ..... | 54 |
| 7.       | REFERENCIAS.....                                     | 55 |

|  |  |         |            |
|--|--|---------|------------|
| <br>Institución Universitaria | <b>INFORME FINAL DE<br/>TRABAJO DE GRADO</b> | Código  | FDE 089    |
|  |  | Versión | 03         |
|  |  | Fecha   | 2015-01-22 |

## Tabla de Imágenes

|   |    |
|---|----|
| Imagen 1: Flujo SCRUM para el proyecto .....  | 25 |
| Imagen 2: Manejo del celular y teclado por Lucy .....   | 27 |
| Imagen 3: Modelo de casos de uso .....  | 33 |
| Imagen 4: Modelo de objeto de dominio .....   | 35 |
| Imagen 5: Estructura JSON para la Base de datos .....   | 36 |
| Imagen 6: Arquitectura Sistema Museo Accesible.....   | 38 |
| Imagen 7: Diagrama de despliegue .....  | 39 |
| Imagen 8: Registro de exposiciones y obras .....  | 40 |
| Imagen 9: Pantallas generales.....  | 40 |
| Imagen 10: Pantallas para discapacidad auditiva .....   | 41 |
| Imagen 11: Diagrama de secuencia página web .....   | 42 |
| Imagen 12: Diagrama de secuencia Aplicación móvil .....   | 43 |
| Imagen 13: Vista previa de errores en la consola .....  | 44 |
| Imagen 14: Vista previa errores página web.....   | 44 |
| Imagen 15: Análisis de accesibilidad página web .....   | 45 |
| Imagen 16: Opciones de accesibilidad para la aplicación móvil .....                             | 46 |
| Imagen 17: Flujo para el reporte de errores .....   | 46 |
| Imagen 18: Exposiciones y detalle .....   | 49 |
| Imagen 19: Registro de información del museo .....  | 49 |
| Imagen 20: Generación y detalle del código QR .....   | 50 |
| Imagen 21: Páginas principales de la aplicación para discapacidad auditiva o convencional ..... | 50 |
| Imagen 22: Carrusel cómo usar para discapacidad auditiva o convencional .....                   | 51 |
| Imagen 23: Páginas principales de la aplicación para discapacidad visual .....                  | 51 |
| Imagen 24: Detalles de obra 1 .....   | 52 |
| Imagen 25: Detalles de obra 2 .....   | 52 |

## Contenido de Tablas

|  |    |
|--|----|
| Tabla 1: Perfiles de usuarios.....           | 31 |
| Tabla 2: Guía estilos aplicación móvil ..... | 41 |
| Tabla 3: Guía estilos aplicación Web.....    | 42 |
| Tabla 4: Resultado final de evaluación.....  | 53 |

|   |  |         |            |
|---|--|---------|------------|
|  | <b>INFORME FINAL DE<br/>TRABAJO DE GRADO</b> | Código  | FDE 089    |
|   |  | Versión | 03         |
|   |  | Fecha   | 2015-01-22 |

# 1. INTRODUCCIÓN

---

El desarrollo de tecnologías que faciliten el acceso a la cultura y la divulgación de la misma entre las personas en condición de discapacidad es un paso importante que debemos dar, ya que brinda opciones para las deficiencias, limitaciones y restricciones a la participación de actividades culturales **(1)**.

Según la **OMS (Organización mundial de la salud)** más de mil millones de personas padece alguna forma de discapacidad, esto es un 15% de la población mundial, según las estimaciones de la población mundial para 2010 **(2)**. Entre ellas, la discapacidad sensorial (auditiva y visual), se define como una enfermedad grave que afecta a más de 190 millones de personas (3,8%), de acuerdo a **La Carga Mundial de Morbilidad " (3)**. En Colombia, según Encuesta Nacional de Demografía y Salud, en el 2010 había 1.2 millones de personas con baja visión o ceguera y 500 mil sordos **(4)**. Estas condiciones, dificultan el acceso directo a las muestras y actividades culturales, debido en parte a las mismas necesidades de asistencia vinculado a su discapacidad.

La falta de acceso para las personas sordas a servicios de interpretación en lengua de señas en el mundo es elevado, según encuesta efectuada en 93 países, 31 no tienen ningún servicio, mientras que 30 tienen 20 o menos interpretes cualificados para cubrir necesidades en diferentes áreas o servicios a los que recurren las personas con esta discapacidad. Algo similar ocurre para las personas con discapacidad visual, cuya población podría triplicarse para el 2050 debido al crecimiento de la población y el envejecimiento, por lo que por su condición es muy difícil el acceso a servicios de tecnología de información y comunicación como lo es el teléfono, la televisión o la Internet.

En la constitución política de Colombia de 1991, se encuentran varios artículos que hacen mención a la atención y apoyo a las personas con discapacidad y a ser aplicadas en nuestro país, en especial el artículo 70 relacionado a fomentar y promover la cultura de todos los colombianos en igualdad de oportunidades:

**“Artículo 47.** El estado adelantará una política de previsión, rehabilitación e integración social para los disminuidos físicos, sensoriales y psíquicos, a quienes se prestará la atención especializada que requieran.

**Artículo 52.** Fija el derecho de todas las personas a la recreación.

**Artículo 70.** El Estado tiene el deber de promover y fomentar el acceso a la cultura de todos los colombianos en igualdad de oportunidades, por medio de la educación permanente y la enseñanza científica, técnica, artística y profesional en todas las etapas del proceso de creación de la identidad nacional.



|   |  |         |            |
|---|--|---------|------------|
|  | <b>INFORME FINAL DE<br/>TRABAJO DE GRADO</b> | Código  | FDE 089    |
|   |  | Versión | 03         |
|   |  | Fecha   | 2015-01-22 |

La cultura en sus diversas manifestaciones es fundamento de la nacionalidad. El Estado reconoce la igualdad y dignidad de todas las que conviven en el país. El Estado promoverá la investigación, la ciencia, el desarrollo y la difusión de los valores culturales de la Nación" **(5), (6)** Y no bastando con esto en la Convención sobre los derechos de las personas con discapacidad en los artículos 20 y 26, resolución WHA58.23 de la Asamblea Mundial de la Salud y las Normas Uniformes sobre la igualdad de oportunidades para las personas con discapacidades indica: "Es importante otorgar los recursos de apoyo, que van desde dispositivos físicos a tecnología por un costo asequible" **(7)**

En los últimos años el uso de las tecnologías por medio de las TIC's (Tecnología de Información y Comunicación) en Colombia para las diferentes áreas o servicios ofrecidos en el país han sido de gran utilidad como lo es ConVertic **(8)**, La alianza con el Banco Davivienda al lanzar la aplicación **Daviplata (9)**. Pero nos quedamos cortos cuando hablamos de "Cultura" donde las empresas, proyectos o instituciones que desarrollan tecnologías para esta área son muy personalizados y acorde a sus intereses y servicios.

En este sentido el desarrollo de nuevas tecnologías para personas con discapacidad sensorial que se adaptable y sea escalable a diferentes museos o instituciones de la ciudad es gran valor, ya que estamos aplicando la inclusión y respetando las normas de nuestro país donde se establezca la igualdad de oportunidades y los mismos accesos de las personas convencionales.

## Objetivos

### Objetivo General

Desarrollar una plataforma para la creación de recorridos guiados accesibles en museos, que permita la accesibilidad de personas con discapacidades sensoriales (auditiva y visual).

### Objetivos específicos

- Desarrollar una aplicación web que permita administrar el contenido accesible que será consumido por la aplicación móvil.
- Desarrollar una aplicación móvil para obtener acceso a la información de la exhibición por medio de un código QR, que se adapte a la condición del usuario.
- Evaluar la usabilidad y aceptación del sistema por personas con discapacidad sensorial (auditiva y visual) y museógrafos.

## Estructura del documento

Este trabajo está dividido en cuatro capítulos: Marco Teórico y Antecedentes, Metodología, Desarrollo del Producto, Resultados y, por último, Conclusiones, recomendaciones y trabajo futuro. En el primer capítulo se abordan los conceptos básicos necesarios para entender el área de aplicación del trabajo en donde se exponen los conceptos de discapacidad sensorial (visual y

|  |  |         |            |
|--|--|---------|------------|
| <br>Institución Universitaria | <b>INFORME FINAL DE<br/>TRABAJO DE GRADO</b> | Código  | FDE 089    |
|  |  | Versión | 03         |
|  |  | Fecha   | 2015-01-22 |

auditiva), el entorno tecnológico en el que se desenvuelven las personas con discapacidades y las guías o criterios que la accesibilidad cubre hacia las aplicaciones web y móviles. El segundo capítulo expone las pautas o la metodología, explicando conceptos del marco de trabajo y técnicas de pruebas a utilizar en el desarrollo del producto. En el tercer capítulo se presentan, de forma general, los artefactos que fueron generados durante las diferentes fases del desarrollo utilizando UML (Lenguaje Unificado de Modelado) como notación para la explicación de los procesos. En la sección de resultados se describen de las características y funcionalidades de la aplicación desarrollada y los resultados de una evaluación inicial (prueba de aceptación) realizada con usuarios potenciales de la aplicación. Finalmente, la sección de conclusiones, presenta las conclusiones generales del proyecto, las recomendaciones para mejorar el trabajo y el trabajo futuro para dar más cobertura a la aplicación y futuras investigaciones para avanzar en el desarrollo de aplicaciones para las personas con discapacidades que puedan hacer uso de servicios en diferentes áreas.

|   |  |         |            |
|---|--|---------|------------|
|  | <b>INFORME FINAL DE<br/>TRABAJO DE GRADO</b> | Código  | FDE 089    |
|   |  | Versión | 03         |
|   |  | Fecha   | 2015-01-22 |

## 2. MARCO TEORICO Y TRABAJOS PREVIOS

---

### 2.1. Fundamentos Museografía

El uso de la palabra museografía, tiene como finalidad designar el arte o las técnicas de la exposición de un museo, sean temporales o permanentes, velando por el acondicionamiento del museo, la conservación, la restauración y la seguridad. Para el espacio físico de una exposición debe tener en cuenta la prevención y protección del objeto como la disposición para mostrarlo al público. **(10)**

La museografía reúne oficios y disciplinas para hacer una exposición. Se requieren científicos e ingenieros para la arquitectura o la restauración de obras de arte, artistas para la escenografía e iluminación, y todo el manejo de los elementos museográficos como las vitrinas, muros para colocar las obras, las piezas gráficas, audiovisuales e interactivos y todos aquellos recursos para transmitir la obra y hacer que sea llamativa por los usuarios. Los elementos anteriores son llamados por algunos autores como técnicas expositivas, para considerarlas en un término estrictamente más cultural, éstas cumplen una función y es evolucionarse o acoplarse a los diferentes contenidos de la exposición o actividad.

El museógrafo, como profesional del museo, debe conocer las exigencias desde el punto de vista científico y la gestión de las colecciones para llevar a cabo la exposición, apuntar a buena presentación acorde a los objetos seleccionados aplicando los métodos de conservación e inventarios. A su vez utilizar técnicas de comunicación para una exitosa percepción de los mensajes.

### 2.2. Discapacidad y Discapacidad Sensorial

El término “Discapacidad” abarca muchas limitaciones entre las cuales nos concierne las limitaciones de funcionamiento sensorial (Auditivo y Visual).

La discapacidad sensorial es la deficiencia de uno de los sentidos y por lo general se utiliza para referirse a la falta de escucha o agudeza visual. **(11)**

#### Discapacidad visual

La discapacidad visual es una pérdida u alteración a la visión incorregible en ambos ojos. De acuerdo a la OMS las principales causas de la ceguera son las cataratas, el glaucoma, la degeneración macular relacionada con la edad, las opacidades corneales, la retinopatía diabética,

|   |  |         |            |
|---|--|---------|------------|
|  | <b>INFORME FINAL DE<br/>TRABAJO DE GRADO</b> | Código  | FDE 089    |
|   |  | Versión | 03         |
|   |  | Fecha   | 2015-01-22 |

el tracoma y las afecciones oculares infantiles, como las causadas por la carencia de vitamina A e indican que tres cuartas partes de los casos de ceguera son prevenibles o tratables. **(12)**

## Discapacidad auditiva

La sordera implica un deterioro sustancial e incorregible de la audición en ambos oídos. El primer idioma de algunas personas sordas es lengua de señas, y ellos puede o no leer un idioma escrito con fluidez, incluso en algunos casos pueden hablar con claridad. La sordera podemos clasificarla según el momento de aparición en Sordera prelocutiva y postlocutiva.

### 2.3. Discapacidad Sensorial y uso de tecnología

Los escenarios en los que podemos ver a las personas con discapacidades y sus diferentes niveles de gravedad utilizando la web o aplicaciones móviles son muchos y en esos escenarios es que se ve reflejado que todavía nos falta mucho para la inclusión y para tener conciencia en el desarrollo de las aplicaciones móviles. Sin contar que algunas de las herramientas que se utilizan para facilitar las tareas y cumplir con la accesibilidad pueden no estar aún disponibles en el idioma de la persona, además la terminología cambia de acuerdo al país y las enseñanzas que la persona ha adquirido

A continuación, se detalla:

## Discapacidad Visual

Existen tres niveles de gravedad para la discapacidad visual:

**Ceguera crónica:** implica una pérdida de visión sustancial e incorregible en ambos ojos y que puede presentarse de nacimiento o ser causada por enfermedades específicas o vejez.

Las personas con esta discapacidad, al momento de acceder a la Web, usan los lectores de pantalla, este es un software que lee el texto presenta en la actual ventana, y envía la información a un sintetizador de voz y/o a una pantalla Braille. Para las personas que han tenido un referente visual (es decir, personas que tuvieron visión) es un sistema relativamente fácil de usar, porque han visto un computador, las partes del mismo y la ubicación de las teclas en un teclado; al contrario, para las personas con ceguera de nacimiento imaginan lo que están tocando o se hacen una idea por medio de lo que se les describe. **(13)**

Cuando una página Web no tiene en cuenta lineamientos de accesibilidad, algunos de los problemas que las personas con ésta discapacidad pueden encontrar son:

- Imágenes que no tienen un texto alternativo o descripción.
- Gráficos o tablas que no se describen adecuadamente.
- Gráficos dinámicos que actualizan su información en tiempo real.

|   |  |         |            |
|---|--|---------|------------|
|  | <b>INFORME FINAL DE<br/>TRABAJO DE GRADO</b> | Código  | FDE 089    |
|   |  | Versión | 03         |
|   |  | Fecha   | 2015-01-22 |

- Videos que no describen su contenido en audio.
- Marcos sin nombres significativos.
- Formularios que no se pueden tabular en una secuencia lógica o que están mal etiquetados.
- Para las aplicaciones en plataforma móvil, que no funcione el táctil o este sea muy sensible.

**Baja visión:** Hay muchos tipos de baja visión, también conocida como "parcialmente vidente", como lo son:

- Agudeza visual (visión que no es nítida)
- Visión en túnel (viendo solo la mitad del campo visual)
- Pérdida de campo central (viendo solo los bordes del campo visual)
- Visión nublada.

Las personas con este tipo de discapacidad, al momento de acceder a la Web, utilizan monitores extra grandes o aumentan el tamaño de la letra y las imágenes. Algunas personas usan combinaciones de texto y colores de fondo (juegan con el contraste de colores de la pantalla), como una fuente de color amarillo brillante sobre un fondo negro, o eligen ciertos tipos de letra que son especialmente legibles para las particularidades de su visión.

Algunas de los problemas que las personas con ésta discapacidad pueden encontrar en la Web son:

- Páginas web con tamaños de la fuente absolutos (no aumentan o reducen) fácilmente.
- Páginas web que no se adaptan al tamaño de los dispositivos, al agrandar se desubican los componentes de la misma.
- Páginas web o imágenes que tienen poco contraste y que no se puede cambiar fácilmente.
- Texto presentado como imágenes, que no permite ajustarse a la siguiente línea cuando se amplía.
- En las aplicaciones móviles, los sistemas operativos no contemplan lupas, o no permiten en su configuración cambios en el tamaño de la letra grande y de color.
- También aplican muchas de las barreras enunciadas para la ceguera crónica, dependiendo de la limitación visual.

**Daltonismo:** El daltonismo es la falta de sensibilidad a ciertos colores. El más común se da en la dificultad para distinguir entre rojo y verde o entre amarillo y azul. Algunas veces, el daltonismo resulta en la incapacidad de percibir cualquier color.

Las personas con este tipo de discapacidad al momento de acceder a la Web, utilizan sus propias hojas de estilo para anular las opciones de color de fondo y tipo de letra de la página web.

|   |  |         |            |
|---|--|---------|------------|
|  | <b>INFORME FINAL DE<br/>TRABAJO DE GRADO</b> | Código  | FDE 089    |
|   |  | Versión | 03         |
|   |  | Fecha   | 2015-01-22 |

Algunas de los problemas que las personas con ésta discapacidad pueden encontrar en la Web son:

- Color que se utiliza como único para resaltar un texto.
- Texto que contrasta inadecuadamente con el color o los colores de fondo.
- Navegadores que no permiten la anulación de color y fuente por hojas de estilo.
- Para las aplicaciones móviles, SO que no manejen el contraste en su configuración.

## Discapacidad Auditiva

Las personas con este tipo de discapacidad al momento de acceder a la Web, utilizan subtítulos para el contenido de audio, se centran en comprender la lectura de lo que está en una página o asocian el texto leído con imágenes suplementarias para identificar el contexto.

Algunas de los problemas que las personas con ésta discapacidad pueden encontrar en la Web son:

- Falta de subtítulos o transcripciones de audio.
- Falta de imágenes relacionadas con el contenido en páginas que contienen mucho texto, lo que puede retrasar la comprensión de las personas cuyo primer idioma puede ser un lenguaje de señas en lugar de un idioma escrito / hablado.
- Falta de lenguaje claro y simple.
- Requisitos de voz para acceder al sitio web
- A su vez una persona con discapacidad auditiva en nivel de leve a moderado utiliza subtítulos o amplificadores de audio sumados para contrastar con las barreras arriba mencionadas.

## 2.4. Accesibilidad Digital

La accesibilidad digital significa que todo contenido en internet debe ser universal y adaptado a todo tipo de público. En pocas palabras, al nombrar accesibilidad digital nos referimos a un diseño web o móvil que permita que todas las personas puedan percibir, entender, navegar e interactuar con el contenido de la aplicación independiente del hardware, software, idioma, cultura, localización y/o capacidades cumpliendo con un acceso equitativo y con la igualdad de oportunidades.

La accesibilidad digital abarca muchos tipos de discapacidades, como lo son las dificultades visuales, auditivas, físicas, cognitivas, neurológicas, del habla; y por tanto es necesario contemplar diferentes herramientas, lenguajes y conocimientos para hacer cada objeto compatible y usable por todo tipo de personas.

|   |  |         |            |
|---|--|---------|------------|
|  | <b>INFORME FINAL DE<br/>TRABAJO DE GRADO</b> | Código  | FDE 089    |
|   |  | Versión | 03         |
|   |  | Fecha   | 2015-01-22 |

## Accesibilidad web

Cómo el creador de la Web (Tim Berners-Lee) lo expresa y lo tenía claro aquel 6 de agosto de 1991 cuando publicó un resumen de su proyecto (World Wide Web):

***“The power of the Web is in its universality. Access by everyone regardless of disability is an essential aspect” Tim Berners-Lee***

***“El poder de la Web está en su universalidad. El acceso de todos sin importar la discapacidad es un aspecto esencial” Tim Berners-Lee***

El principal objetivo de la accesibilidad web es lograr que las páginas web sean utilizadas por el máximo número de personas, no importando su condición, sus conocimientos y sus capacidades, además de las características técnicas de los dispositivos y herramientas para acceder a ésta.

El máximo organismo dentro de la jerarquía de Internet que regula lo anterior, y promueve la accesibilidad en la Web es el **W3C** (Consortio World Wide Web), en especial su grupo de trabajo **WAI** (Iniciativa de accesibilidad web), del cual se desglosan dos ramas el **WCAG** (Guías de accesibilidad web) el cual se encarga de hacer accesible las páginas con los diferentes niveles de conformidad y criterios y el **WAI Aria** (Iniciativa de accesibilidad web técnico) que son las pautas técnicas en cuanto a Ajax, HTML y CSS.

La accesibilidad web no está específicamente orientada a las personas con discapacidades, la accesibilidad web permite la inclusión de todas las personas con condiciones especiales o no.

## Accesibilidad para dispositivos móviles

Con el aumento del uso de dispositivos móviles que permiten el acceso a la Web con las mismas especificaciones de un computador, podemos afirmar que la accesibilidad Web debe ser única, sin diferenciar versiones de dispositivos o navegadores que lo contengan; y universal, independiente de las discapacidades o condición de los usuarios.

De acuerdo a definición de la W3C para la accesibilidad móvil **(14)**

***“La mayoría de los aspectos de la accesibilidad móvil están cubiertos en las normas/pautas de accesibilidad W3C existentes. No hay pautas separadas para la accesibilidad móvil.”***

Aunque todo el auge de los dispositivos móviles y sus específicas características son relativamente nuevos, el equipo de trabajo de accesibilidad móvil (Mobile A11Y TF) **(15)** del consorcio de la web (W3C) indica:

***“las Pautas de accesibilidad al contenido web (WCAG) 2.0 y sus principios, directrices y criterios de éxito pueden aplicarse al contenido web, aplicaciones web móviles, aplicaciones nativas y aplicaciones híbridas.”***

|   |  |         |            |
|---|--|---------|------------|
|  | <b>INFORME FINAL DE<br/>TRABAJO DE GRADO</b> | Código  | FDE 089    |
|   |  | Versión | 03         |
|   |  | Fecha   | 2015-01-22 |

Pero el equipo se encuentra en investigaciones para tener una guía definida y clara acerca de las funcionalidades específicas en móviles como el manejo de táctil y assistive technology (enfoco en el texto al tocar la pantalla con el táctil)

## 2.5. Usabilidad

La usabilidad en software como la palabra lo indica hace referencia a lo sencillo que es para el usuarios usarlo, porque facilitan la lectura de los textos, descargan rápidamente la información y presentan funciones y menús sencillos, por lo que el usuario podrá encontrar satisfechas sus consultas y operaciones y útil su uso.

Para llevar a cabo la exitosa utilidad de un software se requiere de la evaluación de usabilidad en todas sus metodologías, métodos y técnicas, a cual nos permite observar y analizar el comportamiento de las personas frente a un sistema en todas las etapas del diseño.

En un proceso de diseño centrado en el usuario, las evaluaciones continuas son fundamentales ya que permiten garantizar que el diseño se entiende y se ajusta a las características de los usuarios.

Estas evaluaciones se hacen buscando tener un contacto directo con el usuario a quien realmente la aplicación le es usable, verificando que se cumplan las reglas generales de Jakob Nielsen (el gurú de la usabilidad a nivel mundial) con su Heurística para la evaluación de interfaces del sistema que permita rediseñar, verificar o transformar siempre en pro de los usuarios. **(16)**

Los tipos de evaluaciones, se dividen en tres grandes grupos:

**Técnicas de indagación:** Utilizadas para la investigación.

Ésta técnica nos permite recopilar información de preferencias, hábitos, comportamientos, gustos y necesidades del usuario, por esta razón se recomienda utilizarla en la creación del producto.

En este tipo de métodos se trabaja directamente con el usuario, observándolos, obteniendo respuestas a preguntas verbales o escritas y haciendo un registro riguroso del proceso.

Las personas encargadas de realizar la evaluación deben ser muy respetuosas con la información que recibe de los usuarios, debe evitar hacer juicios de valor que altere el comportamiento de ellos.

Debe estar muy atento a cada detalle, documentar, tomar fotos, todo lo que sea necesario para obtener buenos resultados.

El entorno adecuado para realizar esta evaluación, debería ser el mismo entorno del usuario para evaluar aspectos de influencia.



|   |  |         |            |
|---|--|---------|------------|
|  | <b>INFORME FINAL DE<br/>TRABAJO DE GRADO</b> | Código  | FDE 089    |
|   |  | Versión | 03         |
|   |  | Fecha   | 2015-01-22 |

Se debe tener presente que esta evaluación puede durar días o semanas para la recopilación de la información cada que se tenga contacto con el usuario (debe ser constante o en diferentes momentos del día) para capturas sus estados de ánimo frente a una situación específica.

Los tipos de técnicas más usadas son:

**Observación de campo (Etnografía):** Permite evaluar a los usuarios por medio de la observación. Se utilizan elementos como entrevistas, encuestas, artefactos o rasgos físicos identificables.

**Grupos de discusión (Focus Group):** Permite recolectar información de un grupo de 6 a 9 usuarios para discutir de aspectos relacionados con el tema previamente definido.

**Grabación de uso (logging):** Permite capturar información por medio de grabaciones reales al momento de estar con el usuario. El usuario debe saber que se está grabando para no enfrentarse con problemas jurídicos.

**Técnicas de inspección:** Utilizadas para la evaluación

Con ésta técnica podemos obtener una idea del estado del sistema, teniendo en cuenta la experiencia de un usuario o experto (inspector).

Para los diferentes métodos de ésta técnica se tiene en cuenta las opiniones, juicios e informes de los inspectores.

Los tipos de técnicas son:

**Recorrido Cognitivo:** Se centra en evaluar el diseño y su facilidad de aprendizaje, únicamente por exploración.

**Inspección de estándares:** Se verifica que se cumpla con reglas y normales mundiales para que el usuario pueda desarrollar sus tareas de una mejor manera y más fácil.

**Evaluación Heurística:** La evaluación heurística se realiza con el fin de encontrar problemas de usabilidad en el diseño de la interfaz de usuario (IU). Para este fin un grupo de personas con conocimientos en usabilidad evalúan a detalle cada uno de los elementos de la interfaz ante una lista de principios. Inicialmente esta lista era muy extensa a lo que Nielsen la redujo a 10, resultando suficiente y aceptable para cualquier evaluación de diseños:

- H1. Informar el estado del sistema.
- H2. Utilizar el lenguaje de los usuarios.
- H3. Permitir cancelar cualquier acción de manera fácil.
- H4. Diseño consistente y estándar que permita intuir el significado de los elementos y las acciones que se pueden realizar.

|   |  |         |            |
|---|--|---------|------------|
|  | <b>INFORME FINAL DE<br/>TRABAJO DE GRADO</b> | Código  | FDE 089    |
|   |  | Versión | 03         |
|   |  | Fecha   | 2015-01-22 |

H5. Prevención de errores.

H6. Mantener los objetos, acciones y opciones visibles para que el usuario no pierda tiempo recordando la información de una parte del diálogo a otra.

H7. Las instrucciones para el uso del sistema tienen que ser visibles o fácilmente accesibles, para que al usuario se le facilite aprender a utilizar el sistema.

H8. La información que se presente en la interfaz debe ser relevante, por lo que no debe contener información o elementos que no sean relevantes o que se utilicen raramente.

H9. Los mensajes de error deben expresarse en un lenguaje claro y deben indicar exactamente el problema.

H10. Si es necesaria la ayuda y documentación esta debe ser de fácil acceso, clara y concisa.

**Técnicas de test:** Utilizadas para el testeo

Con esta técnica también podemos recopilar información a base de observación, pero el usuario es el principal actor, debido a que interactúan con los prototipos de diseño, mientras los evaluadores observan el desempeño de los usuarios, verificando como la interfaz soporta a los usuarios con sus tareas.

La prueba en si es medir y evaluar conocimientos o aptitudes como por ejemplo escoger la mejor respuesta entre varias previamente definidas.

Los tipos de técnicas son:

**Pensamiento en Voz Alta (Thinking aloud):** Permite conocer como el usuario desarrolla ciertas actividades, expresando sus pensamientos, sentimientos, emociones y opiniones en voz alta mientras interactúa con el sistema.

**Interacción Constructiva (Aprendizaje por Codescubrimiento):** Es una derivación del pensamiento en voz alta pero con dos usuarios, donde conjuntamente se comparten opiniones

**Test Retrospectivo:** Se basa en tener un video de la evaluación, donde el usuario al ver el video brinde información más amplia acerca de su interacción.

## 2.6. Fundamentos de la metodología SCRUM

SCRUM es un marco de trabajo utilizado para el desarrollo y el mantenimiento de productos computacionales, a su vez un marco que ayuda a la subdivisión de tareas con el fin de entregar un producto mínimo viable (MVP) al cliente, haciendo el equipo más productivo y con mayor adaptación al cambio. Se basa en la experiencia para la toma de decisiones, ya que está es la que

|   |  |         |            |
|---|--|---------|------------|
|  | <b>INFORME FINAL DE<br/>TRABAJO DE GRADO</b> | Código  | FDE 089    |
|   |  | Versión | 03         |
|   |  | Fecha   | 2015-01-22 |

otorga el conocimiento, es incremental e iterativo para optimizar la predictibilidad y el control del riesgo.

Se aclara que SCRUM no es un proceso ni una técnica para construir productos; en lugar de eso, es un marco de trabajo dentro del cual se pueden emplear varias técnicas y procesos.

Este marco consiste y define Equipos SCRUM, roles, artefactos y reglas asociadas. Cada uno de los anteriores sirve a un propósito específico y es esencial para que el marco de trabajo se cumpla con éxito.

### **El equipo SCRUM**

El equipo está conformado por un *Dueño de producto*, *equipo de desarrollo* y un *SCRUM Master*. Los equipos son auto-organizados y multifuncionales. Como equipo auto-organizados realizan su trabajo de acuerdo a como mejor se sientan y no son dirigidos por personas externas al equipo y como Multifuncionales tienen todas las competencias para realizar su trabajo sin depender de otras personas.

El dueño del producto es el responsable de maximizar el valor del producto y del trabajo del equipo de desarrollo. A su vez, es la única persona que puede gestionar la lista de producto (Product Backlog) y dentro de esto se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Expresar claramente los elementos de la lista
- Ordenar los elementos para alcanzar los objetivos (prioridades, cambios)
- Optimizar el valor de trabajo del equipo de desarrollo
- Asegurar que la lista sea visible, transparente y clara para todos.
- Asegurar que el equipo de desarrollo entiende los elementos de la lista.

Equipo de desarrollo son los profesionales que realizan el trabajo para entregar un mínimo producto viable al cliente en ciertas iteraciones. Los equipos de desarrollo son empoderados para gestionar su propio trabajo buscando eficiencia y sinergia entre los profesionales. Se recomienda tener más de 3 profesionales en el equipo y menos de 9.

El SCRUM master es el responsable de asegurar que SCRUM es entendido y adoptado en lo equipos de trabajo. Está ayuda a entender a la personas externas que interacciones con el equipo de trabajo son de ayuda y cuáles no.

### **Artefactos de SCRUM:**

Los artefactos en éste marco de trabajo están diseñador para mantener la transparencia de la información clave, que es clave para que todos tengan el mismo contexto de artefacto.

**Lista de producto:** Es una lista ordenada de todo lo que podría ser necesario para desarrollar el producto y es la única fuente de requisitos para cualquier cambio a realizarse en el producto.

|   |  |         |            |
|---|--|---------|------------|
|  | <b>INFORME FINAL DE<br/>TRABAJO DE GRADO</b> | Código  | FDE 089    |
|   |  | Versión | 03         |
|   |  | Fecha   | 2015-01-22 |

**Lista de pendiente (Sprint Backlog):** Es el conjunto de elementos de la lista de productos seleccionados para el sprint, más un plan para cumplir con el mínimo producto viable que se entrega en el mismo. Ésta lista es una predicción hecha por el equipo de desarrollo y hace visible el trabajo que se requiere para alcanzar el objetivo.

### Eventos SCRUM

Los eventos son predefinidos y por bloques de tiempo para minimizar la cantidad de reuniones y aprovechar el tiempo. Una vez que comienza un sprint su duración es fija y no puede acortarse o alargarse; los demás eventos pueden terminar siempre que se alcance el objetivo.

EL **SPRINT**, este es el corazón de SCRUM, es un bloque de tiempo de un mes o menos en el cual se crea un producto mínimo viable, se debe tener en cuenta que durante el sprint no se realizan cambios que puedan afectar el objetivo del mismo, los objetivos de calidad no disminuyen y el alcance puede ser clarificado y renegociado con el dueño del producto y el equipo de desarrollo.

Tres pilares son fundamentales en la utilización de SCRUM: Transparencia, inspección y adaptación, por ello dentro de cada sprint se deben formalizar cuatro eventos:

**Planificación del sprint:** es el trabajo a realizar durante el sprint. Este plan se crea con todo el equipo completo y responde a las siguientes preguntas: ¿Qué puede entregarse en este sprint?, ¿Cómo se realizará el trabajo para entregar el MVP?

**SCRUM diario:** Reunión diaria de 15 minutos para que el equipo de desarrollo sincronice sus actividades y cree un plan para las próximas 24 horas. Éste se debe realizar a la misma hora y en el mismo lugar y cada miembro del equipo debe responder a las siguientes preguntas:

- ¿Qué hice ayer?
- ¿Qué voy a hacer hoy?
- ¿Tengo algún stopper o bloqueos?

**Revisión del sprint:** al final de cada sprint se lleva a cabo una revisión de lo desarrollado y se ajustan los elementos de la lista de producto si fuese necesario. Es una reunión informal y se trata de cómo se desarrolló el sprint, facilitando la retroalimentación y colaboración entre los miembros del equipo.

**Retrospectiva del sprint:** es una oportunidad para que el equipo SCRUM se evalúe así mismo y crear un plan de mejoras que deben ser abordadas durante el siguiente sprint. Responde a las preguntas:

- ¿Que salió bien en este sprint y debe permanecer?
- ¿Que no salió tan bien en este sprint?  
¿Qué se debería mejorar? **(17)**

|  |  |         |            |
|--|--|---------|------------|
| <br>Institución Universitaria | <b>INFORME FINAL DE<br/>TRABAJO DE GRADO</b> | Código  | FDE 089    |
|  |  | Versión | 03         |
|  |  | Fecha   | 2015-01-22 |

## 2.7. Trabajos Previos

El interés en la accesibilidad de las personas en condición de discapacidad a los contenidos de las exposiciones museográficas ha sido abordado desde diferentes perspectivas y aplicaciones, quizás la estrategia más usada ha sido los recorridos virtuales, los cuales son exposiciones a través de fotografías, imágenes y videos en aplicaciones web o móviles, en 3D o planos y, el desarrollo de herramientas o artefactos que faciliten las visitas a los museos por parte de personas en condición de discapacidad. Este proyecto está dirigido a una segunda alternativa, generar guías accesibles para recorridos físicos. En la revisión de literatura se ha evidenciado cómo diferentes instituciones o museos integran sus exhibiciones con las nuevas tecnologías para los recorridos físicos. Un ejemplo es la Fundación Orange (En España), la cual promueve por medio de “Museos Accesibles” el acceso a la cultura de las personas con diversidad funcional utilizando signo guías, instalaciones de bucles magnéticos, amplificadores, audio descripciones y servicio de interprete a través de distintos proyectos y actividades abiertas en museos específicos, pero sus servicios deben ser solicitados con varios días de anticipación. **(18)**

Por otro lado, encontramos que la Universidad de Granada (España) realizó una “Evaluación de una guía audio-descriptiva para las personas con discapacidad visual en el museo de Ciencias de Granada” **(19)** donde, al investigar sobre las tecnologías que se pueden aplicar para la traducción y accesibilidad. En este trabajo los autores se dieron cuenta de que había buenas tecnologías para las guías móviles, pero se aprecia una gran carencia de estudios que recojan necesidades y experiencias de las personas con discapacidad en el uso de estos tipos de recursos, los cuales se deben mitigar involucrando a la población objetivo en el desarrollo de las aplicaciones **(20)**.

También se tomó como referencia a las investigaciones que se han realizado dentro de nuestra institución, como la realizada por el profesor Mauricio Arias, docente del **ITM**. Su investigación consiste en desarrollar una interfaz de navegación autónoma para discapacitados visuales colocando interfaces por todo el museo. La interfaz es un dispositivo que detecta puntos de interés y ayuda a evitar obstáculos a las personas con discapacidad visual que se encuentren haciendo el recorrido, así como también un sistema de audio para la reproducción de la información de las exposiciones, pero éste requiere de gran infraestructura, dispositivos móviles y recursos para su implementación **(21)**.

También se ha aplicado la Realidad Aumentada en los museos, donde con diferentes tecnologías se muestra a las personas información adicional a lo que se observa, buscando una interacción natural, similar a la empleada en el mundo real. Un ejemplo de aplicación de la Realidad Aumentada en los entornos museísticos es la aplicación del Centro de Interpretación de la Orden Militar de Calatrava, en España. El centro está ubicado en el Castillo de Alcaudete en Jaén, y la aplicación aprovecha la estructura del lugar para hacer reconocimiento de imágenes a través de una cámara web y mostrar en pantalla maquetas virtuales animadas relacionada con el castillo. La

|  |  |         |            |
|--|--|---------|------------|
| <br>Institución Universitaria | <b>INFORME FINAL DE<br/>TRABAJO DE GRADO</b> | Código  | FDE 089    |
|  |  | Versión | 03         |
|  |  | Fecha   | 2015-01-22 |

aplicación es muy específica al mostrar la información sólo de la fortaleza en la que están ubicados y no cuenta con herramientas para las personas con discapacidades sensoriales.

El museo de Autonomía de Andalucía (Coria del Río, Sevilla) en España también ha adoptado la realidad aumentada en su sala de exposición. En este museo se muestra en una pantalla las diferentes instituciones gubernamentales andaluzas que representan a los habitantes y las funciones que tienen cada una por medio de figuras 3D. Sin embargo, no se tiene en cuenta a las personas con discapacidades sensoriales, para las personas ciegas no es posible apreciar esta técnica ya que la interacción se produce de una forma directa en la que los visitantes se relacionan con los contenidos impresos a través de una cámara web.

Estas tecnologías son cerradas para cada museo o institución, además son muy específicas en sus exhibiciones o idiomas, lo que se dificulta hacer uso de esas herramientas sin conocer su funcionamiento. Por ello este proyecto desarrolló una herramienta que de forma genérica permita a los museógrafos implementar estrategias para los recorridos físicos y sea adaptable a cualquier institución.

|   |  |         |            |
|---|--|---------|------------|
|  | <b>INFORME FINAL DE<br/>TRABAJO DE GRADO</b> | Código  | FDE 089    |
|   |  | Versión | 03         |
|   |  | Fecha   | 2015-01-22 |

## 3. METODOLOGIA

---

Un aspecto relevante para la construcción de una aplicaciones, es la elección del tipo de desarrollo que se empleará, el cual puede ser: nativo, web o Híbrido. Las aplicaciones nativas se diseñan y programan específicamente para cada plataforma y se desarrollan mediante un SDK en lenguajes como Swift para IOS y Kotlin para Android. Las aplicaciones web se programan independientemente de la plataforma, y utilizan lenguajes como HTML, JavaScript y CSS. Las aplicaciones híbridas se desarrollan usando HTML, CSS y JavaScript, y se compila de tal forma que se comporte como una aplicación nativa utilizando plataformas con IONIC o Xamarin.

En este proyecto se realizarán dos desarrollos. El primero es un desarrollo híbrido para la aplicación móvil, se desarrolló en IONIC 3 con Angular 4 y aprovechó todos los componentes que este entorno ofrece a base de JavaScript, teniendo en cuenta la renderización para las diferentes resoluciones de pantalla de los dispositivos. El segundo es una página web en lenguaje Angular 4 con Bootstrap 3, el cual brinda la opción de ser responsive y se puede ajustar a los diferentes dispositivos que se accedan a ella.

### 3.1. Definición Inicial del Producto

#### 3.2.1. Accesibilidad W3C

Se ha definido para el proyecto que se aplicará el nivel AA de accesibilidad, el cual debe cumplir con lo siguiente: **La página web satisface todos los criterios de éxito de nivel A y nivel AA.** Es decir, por cada principio de la accesibilidad se deben cumplir los siguientes criterios Nivel A + Nivel AA para Web y Móvil, los cuales están descritos en la W3C y se pueden observar en los siguientes enlaces:

**Criterios de conformidad nivel A:** <http://accesibilidadweb.dlsi.ua.es/?menu=criterios-2.0#criterios-nivel-A>

**Criterios de conformidad nivel AA:** <http://accesibilidadweb.dlsi.ua.es/?menu=criterios-2.0#criterios-nivel-AA>

Complementando para móvil, se tendrá en cuenta las siguientes **Mejores Prácticas** que el grupo **Mobile A11y** indica (22):

- Asegúrese de que las imágenes utilizadas como controles tengan el tamaño suficiente para tocar.
- Utilice la información disponible a través de sensores móviles para proporcionar una experiencia personalizada.

|  |  |         |            |
|--|--|---------|------------|
| <br>Institución Universitaria | <b>INFORME FINAL DE<br/>TRABAJO DE GRADO</b> | Código  | FDE 089    |
|  |  | Versión | 03         |
|  |  | Fecha   | 2015-01-22 |

- Elementos interactivos separados por un espacio para facilitar la activación mediante el tacto.
- Mantenga el titular de la página corto para evitar desplazamientos innecesarios.
- Coloque botones donde sean de fácil acceso.
- Asegúrese de que las páginas sean compatibles con el modo retrato y paisaje.
- Usa conceptos de navegación simples con patrones de interacción consistentes.
- Uso de alertas del sistema operativo estándar cuando estén disponibles

### 3.2.2. Usabilidad para el proyecto

La evaluación de la usabilidad del proyecto se realizó con personas con discapacidades sensoriales (Visual y Auditiva) y se utilizaron **técnicas de indagación**, como es el método de **Observación de campo**, donde el evaluador se reunió con Miguel (Persona Sorda) y Lucy (Persona invidente) del Colegio CIESOR (Instituto de Ciegos y Sordos de Medellín) de manera separada, realizando entrevistas y obteniendo información acerca de:

¿Cómo es su entorno?

¿Cómo se desempeñaban día a día en la realización de sus tareas?

¿Qué siente cuando debe utilizar una página web y no tiene una buena usabilidad?

¿Si tú llegas a un museo que es en lo primero que piensas?

¿Cuando llegas a un museo que necesitas para hacer un recorrido?

Podrías hablarme un poco acerca de tu experiencia con las aplicaciones móviles, con el manejo del celular.

## 3.2. SCRUM en el proyecto

Para el desarrollo de la aplicación y diseño de los recorridos guiados en museos accesibles a personas con discapacidades sensoriales (visual y auditiva) se utilizó la metodología SCRUM descrita en la **sección 2.6** del actual documento. Para lo cual se dividieron las tareas por sprints, cada uno con duración de una semana, y con la siguiente definición de roles en la asignación de las tareas.

### Definición de roles

**Dueño de producto:** Leidy Gil

**Responsabilidades:**

- Gestionar el product backlog definiendo claramente los ítems
- Ordenar los ítems para asegurar el objetivo del producto
- Asegurar el valor de trabajo del equipo de desarrollo

**Scrum Master:** Leidy Gil



|   |  |         |            |
|---|--|---------|------------|
|  | <b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b> | Código  | FDE 089    |
|   |  | Versión | 03         |
|   |  | Fecha   | 2015-01-22 |

**Responsabilidades:**

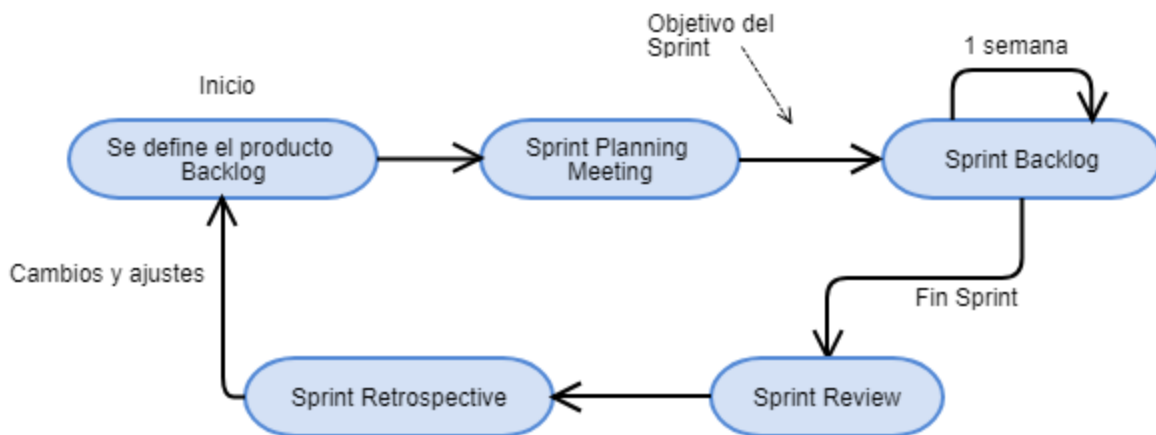
- Asegurar y verificar que se aplique scrum al proyecto.
- Ir muy de la mano con el dueño del producto para la gestión efectiva del product backlog
- Ayudar a comprender y aplicar la agilidad
- Apoyar durante el sprint y los eventos
- Apoyar al equipo de desarrollo a entender los ítems del product backlog

**Equipo de desarrollo:** Leidy Gil

**Responsabilidades:**

- Es un equipo auto-organizado e invierte su tiempo en pro de cumplir el objetivo del sprint.
- Desarrollar los ítems del product backlog
- Asegurar que la calidad de los MVP sea la más adecuada

Se siguió el siguiente flujo para cada sprint diseñado para el sistema.



*Imagen 1: Flujo SCRUM para el proyecto*

|   |  |         |            |
|---|--|---------|------------|
|  | <b>INFORME FINAL DE<br/>TRABAJO DE GRADO</b> | Código  | FDE 089    |
|   |  | Versión | 03         |
|   |  | Fecha   | 2015-01-22 |

## 4. DESARROLLO DEL PROYECTO

---

### 4.1. Definición inicial del Producto

Se desarrolló una prueba de campo utilizando la metodología descrita en la **sección 3.2.2** del actual documento, proceso que se describe a continuación.

**Persona Sorda:** El encuentro con Miguel se realizó directamente en el colegio CIESOR, en el cual él labora como docente colaborador para los estudiantes sordos, y a su vez es referente lingüístico con ayuda de un intérprete, que también labora en el mismo colegio, y es compañero de Miguel.

Él se ve a sí mismo como una persona feliz, e indica que se siente muy bien en su entorno, ya que lo ha ayudado a descubrir que lo que hace es su pasión.

Él se siente afortunado porque aunque no tiene audición y un desarrollo lingüístico “completo”, como el de las personas convencionales, tiene el sentido de la vista y así puede asociar textos o imágenes para tener el contexto de lo que se está hablando.

Indica que es muy complicado lograr comprender lo que se está mostrando con la mayoría de páginas web o aplicaciones, porque no hay un traductor de lengua de señas y hay una gran cantidad de texto que él no entiende. Él sugiere que cuando se tengan textos de cualquier tamaño se presente una imagen con la que ellos puedan relacionarlo.

Con las aplicaciones móviles le resulta un poco compleja la comunicación escrita, sobre todo con personas convencionales, debido a forma de uso del lenguaje escrito, ellos no utilizan preposiciones para explicar algunas acciones. Por ejemplo, para las personas convencionales es fácil decir: “Ya voy para mi casa”, mientras que ellos lo expresan como: “Yo ir casa”



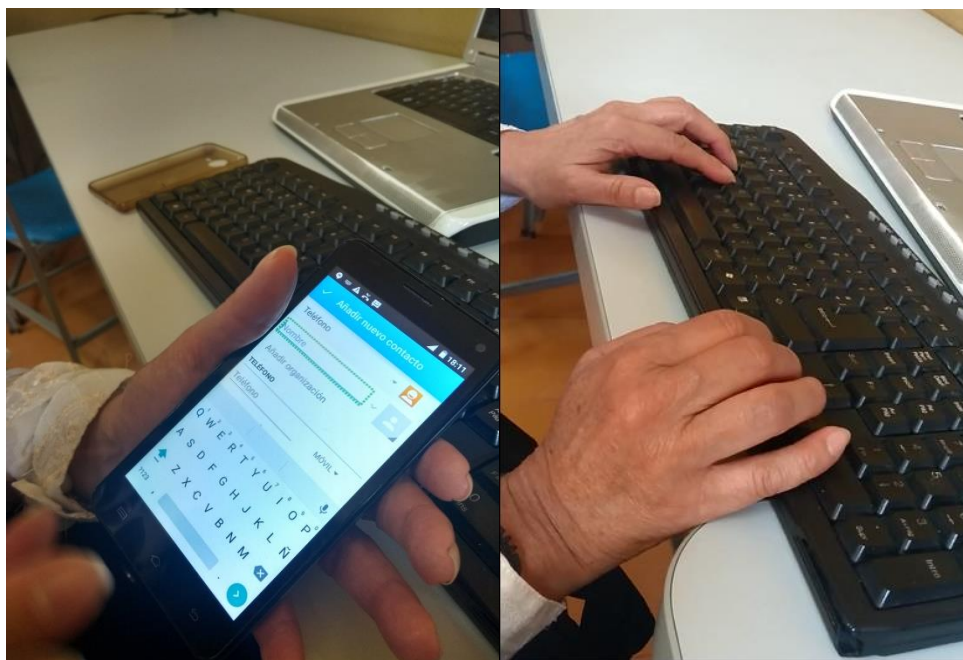
personas  
sordas.m4a

Detalles del encuentro pueden ser escuchados aquí

**Persona Ciega:** El encuentro con Lucy fue en el colegio CIESOR, donde ella trabaja tanto como parte del personal administrativo, como del cuerpo docente y como colaboradora para los estudiantes con limitaciones de visión.

Es una persona muy adorable, amable y servicial. Ella es una persona con un referente de visual, porque su visión se fue deteriorando por una enfermedad.

|  |  |         |            |
|--|--|---------|------------|
| <br>Institución Universitaria | <b>INFORME FINAL DE<br/>TRABAJO DE GRADO</b> | Código  | FDE 089    |
|  |  | Versión | 03         |
|  |  | Fecha   | 2015-01-22 |



*Imagen 2: Manejo del celular y teclado por Lucy*

En su entorno se siente muy bien y tranquila porque ha desarrollado muy bien su audición, entonces cuando una persona le habla puede fácilmente identificar donde está.

Para la realización de sus tareas diarias, ella indica que se demora un poco en hacerlas, pero al final las cumple con éxito.

Al momento de empezar a trabajar en el computador, ella activa Jaws (un lector de pantalla) para que le vaya indicando en que pantalla está, o que proceso está ejecutando. Ella indica que lo más importante es que el lector de pantalla puede leer a detalle la página, esa es la mejor manera para ellos (personas ciegas) puedan ubicarse en la Web.

Lo que a ella le gustaría encontrarse en un museo es una audiodescripción de lo que se está presentando, e indica que sería muy bueno si se le permite tocar la exhibición.

En cuanto a la experiencia con dispositivos móviles, también utiliza el talkback de la opción de Accesibilidad que brinda el sistema operativo del dispositivo, pero indica que esa voz es muy cansona. a su vez el táctil del dispositivo, debe ser amigable y reconocer cuando la persona toca en cualquier lugar de la pantalla leyendo lo que dice.

En el siguiente audio Lucy explica cómo se identifican las partes del teclado y como trabajar con el



VID\_20180123\_1153  
49327.mp4

JAWS:

|  |  |         |            |
|--|--|---------|------------|
| <br>Institución Universitaria | <b>INFORME FINAL DE<br/>TRABAJO DE GRADO</b> | Código  | FDE 089    |
|  |  | Versión | 03         |
|  |  | Fecha   | 2015-01-22 |

**Técnicas de Test**, método **Pensamiento en Voz Alta**, donde los usuarios (en este caso las personas ciegas, sordas y el museógrafo) en base a los prototipos de la aplicación móvil y la página web nos indican si para ellos es usable y cumplen con las características específicas. Se detallará en la sección de resultados.

## 4.2. Definición de la lista de producto

La definición de la lista de producto se basa en la siguiente descripción de problema, donde especifica cual es el producto que se desea obtener:

*El semillero de inclusión y discapacidad del ITM, en compañía de Leidy Gil para la validación y presentación de su trabajo de grado, desean desarrollar una sistema que permita realizar visitas guiadas a través de dispositivos móviles para personas en condición de discapacidad sensorial (visual y auditiva).*

*Mediante la aplicación, el usuario podrá identificarse de acuerdo a su condición y desplegar el recurso correspondiente (lengua de señas y texto concreto para sordos, audio descripción para discapacitados visuales o descripción convencional en diferentes idiomas) para conocer la descripción de cada obra, la cual es identificada por un código QR. El sistema debe permitir al museógrafo ingresar la información y los recursos de cada una de las obras de las exhibiciones para desplegarlas en la aplicación móvil.*

En el anexo **“Anexo - Backlog list”** se detallan las tareas con la prioridad y una estimación a alto nivel.



Anexo - Backlog  
list.xlsx

## 4.3. Definición de Sprints

La lista de Sprint define lo que se va a desarrollar, trabajar o implementar en cada uno de ellos. Cuando la tarea no se completa, está se mueve para el siguiente sprint con el fin de tener un orden y consecuencia en el desarrollo de las actividades.

### Sprint 1:

Definición de arquitectura

Configuración de ambiente

Investigación sobre creación de Base de datos Dynamo en AWS

Realizar el tutorial de Dynamo: <https://www.tutorialspoint.com/dynamodb/>

|  |  |         |            |
|--|--|---------|------------|
| <br>Institución Universitaria | <b>INFORME FINAL DE<br/>TRABAJO DE GRADO</b> | Código  | FDE 089    |
|  |  | Versión | 03         |
|  |  | Fecha   | 2015-01-22 |

Diseño, modelado y creación de BD Dynamo en AWS  
Creación de repositorio para proyecto móvil (BitBucket)  
Creación de repositorio para proyecto Web (BitBucket)  
Ingeniería del Software

## **Sprint 2:**

Investigación sobre creación de Bucket S3 en AWS  
Creación del bucket de almacenamiento S3 en AWS.  
Definir Servidor, configuración del mismo. Mi PC  
Implementación de arquitectura  
Creación de wireframes para la aplicación móvil  
Creación de los recursos para las muestras y pruebas  
Leer y sacar las pautas y estándares de WCGA que va a cumplir la aplicación móvil

## **Sprint 3:**

Móvil - Desarrollo pantalla Home  
Móvil - Desarrollo pantalla Carrusel como usar  
Móvil - Desarrollo pantalla Escoger discapacidad  
Móvil - Desarrollo modal escoger discapacidad  
Móvil - Desarrollo modal Salir

## **Sprint 4:**

Móvil - Desarrollo pantalla Scan  
Móvil - Desarrollo modal como desea ver la obra  
Móvil - Desarrollo pantalla texto concreto  
Móvil - Desarrollo pantalla Audiodescripción - Invidentes  
Móvil - Desarrollo pantalla Video en lengua de señas

## **Sprint 5:**

Móvil - Desarrollo pantalla Convencional  
Móvil - Desarrollo pantalla Idiomas  
Móvil - Desarrollo pantalla Splash  
Creación de Wireframes para la página Web  
Web - Desarrollo pantalla Inicio

## **Sprint 6:**

|   |  |         |            |
|---|--|---------|------------|
|  | <b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b> | Código  | FDE 089    |
|   |  | Versión | 03         |
|   |  | Fecha   | 2015-01-22 |

Web - Desarrollo pantalla de Exposiciones  
 Web - Desarrollo pantalla Registro de obras  
 Web - Desarrollo modales  
 Web - Desarrollo pantalla código QR  
 Web - Desarrollo pantalla login

### Sprint 7:

Cambio en la arquitectura a Firebase  
 Prueba de concepto Firebase con IONIC y Angular  
 Diseño y modelado del JSON para la Base de datos en Firebase  
 Web - integración al storage con Firebase  
 Web - integración a la BD con Firebase

### Sprint 8:

App - Integración con Firebase - Reconocimiento Código QR  
 Pruebas funcionales  
 Resolución de incidencias

## 4.4. Desarrollo de Sprints

Las tareas de cada uno de los sprints se orientó al desarrollo de cada una de las pantallas de la aplicación móvil, de la página web o de la configuración e integración con los servicios de **FIREBASE**, los cuales se presentan en el Anexo **“Anexo – Desarrollo de sprint”**, el cual se detalla en la **sección 4.4.4. Implementación**.

A continuación se detallan las fases principales del desarrollo del producto:

### 4.4.1. Análisis

#### 4.4.1.1. Definición perfiles usuarios del sistema

| Tipo de usuario                     | Descripción       | Privilegios  | Experiencia Técnica |
|-------------------------------------|-------------------|--|---------------------|
| Personas Sordas                     | Usuario principal | Acceso a todas las funcionalidades de la aplicación <b>Móvil</b> | Ninguna             |
| Personas Invidentes/<br>Baja visión | Usuario principal | Acceso a todas las funcionalidades de la                         | Ninguna             |

|   |  |         |            |
|---|--|---------|------------|
|  | <b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b> | Código  | FDE 089    |
|   |  | Versión | 03         |
|   |  | Fecha   | 2015-01-22 |

|                         |                                   | aplicación <b>Móvil</b>  |  |
|-------------------------|-----------------------------------|--|--|
| Personas Convencionales | Usuario principal                 | Acceso a todas las funcionalidades de la aplicación <b>Móvil</b> | Ninguna  |
| Museógrafo              | Usuario Principal y Administrador | Acceso a todas las funcionalidades de la aplicación <b>Web</b>   | Conocimiento en formatos de Imágenes, audio, videos y archivos y autenticación de usuario. |

*Tabla 1: Perfiles de usuarios*

### 4.4.1.2. Requerimientos funcionales

Se realizó una lista con los requerimientos funcionales por tipo de usuario:

#### **Personas Sordas:**

- El sistema debe permitir el ingreso de usuarios a la aplicación móvil y permitir seleccionar el tipo de discapacidad.
- El sistema debe tener instrucciones para la orientación al usuario
- El sistema debe permitir traducir el texto de la aplicación a otros idiomas
- El sistema debe permitir escanear el código QR de las obras en las que el usuario está interesado
- El sistema le debe brindar opciones para conocer la descripción de la obra (Lengua de señas o texto concreto).
- El sistema le debe permitir comprender la descripción de la obra acorde a la discapacidad

#### **Personas Invidentes**

- El sistema debe permitir el ingreso de usuarios a la aplicación móvil y permitir seleccionar el tipo de discapacidad.
- El sistema debe tener instrucciones en audio-descripción para la orientación al usuario
- El sistema debe permitir traducir el texto de la aplicación a otros idiomas
- El sistema debe permitir escanear el código QR de las obras en las que el usuario está interesado indicándole con sonidos a donde se está dirigiendo
- El sistema le debe brindar opción de audio-descripción para conocer la descripción de la obra.
- El sistema le debe permitir comprender la descripción de la obra acorde a la discapacidad

#### **Personas con baja visión**

- El sistema debe tener colores que contrasten (Background y texto)

|   |  |         |            |
|---|--|---------|------------|
|  | <b>INFORME FINAL DE<br/>TRABAJO DE GRADO</b> | Código  | FDE 089    |
|   |  | Versión | 03         |
|   |  | Fecha   | 2015-01-22 |

- El sistema debe permitir el ingreso de usuarios a la aplicación móvil y permitir seleccionar el tipo de discapacidad.
- El sistema debe tener instrucciones en audio-descripción para la orientación al usuario
- El sistema debe permitir traducir el texto de la aplicación a otros idiomas
- El sistema debe permitir escanear el código QR de las obras en las que el usuario está interesado indicándole con sonidos a donde se está dirigiendo
- El sistema le debe brindar opción de audio-descripción para conocer la descripción de la obra.
- El sistema le debe permitir comprender la descripción de la obra acorde a la discapacidad

#### **Personas Convencionales**

- El sistema debe permitir el ingreso de usuarios a la aplicación móvil y permitir seleccionar que es una persona convencional
- El sistema debe tener instrucciones para la orientación al usuario
- El sistema debe permitir traducir el texto de la aplicación a otros idiomas
- El sistema debe permitir escanear el código QR de las obras en las que el usuario está interesado
- El sistema le debe brindar diferentes opciones para ver y escuchar la descripción de la obra (Audio, lectura e Imagen).

#### **Museógrafo**

- El sistema le debe permitir ingresar a la Página web por medio de Login
- El sistema le debe permitir registrar Exhibiciones
- El sistema le debe permitir registrar obras y ser asociadas a las exhibiciones
- El sistema debe permitir consultar el detalle de las exhibiciones, eliminarlas, ver las obras asociadas
- El sistema debe permitir consultar el código QR asignado a la obra
- Cuando una exhibición ya no tenga obras asociadas, está también se elimina
- El sistema debe permitir guardar e imprimir el código QR.
- El sistema debe permitir guardar los recursos para cada una de las obras (Video en lengua de señas, audio-descripción, texto concreto, descripción)

#### **4.4.1.3. Modelo de Casos de Uso**

Para Museo Accesible, se definieron 5 actores: El museógrafo, persona sorda, ciega, baja visión y convencional. El museógrafo se encarga del registro de las exposiciones, obras y de registrar todo el material de la obra y de imprimir el código QR asociado a la obra. El resto de actores consultan la información ingresada por el museógrafo mediante el escaneo del código QR con las siguientes variaciones:



|   |  |         |            |
|---|--|---------|------------|
|  | <b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b> | Código  | FDE 089    |
|   |  | Versión | 03         |
|   |  | Fecha   | 2015-01-22 |

- La persona sorda puede ver el detalle de la obra en Lengua de señas o Texto concreto con una imagen relacionada. Tiene la opción para escoger.
- La persona ciega y de baja visión escucha el detalle de la obra por medio de audio-descripción
- La persona convencional puede ver el detalle de la obra con una imagen relacionada, por audio-descripción y con descripción. Todo en la misma pantalla.

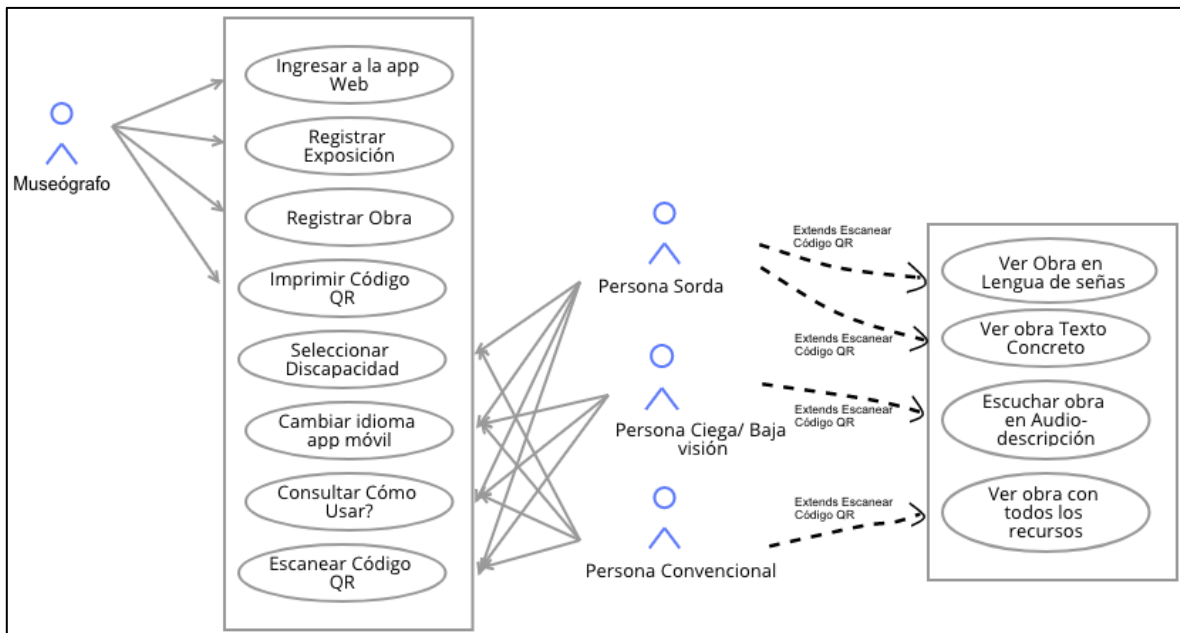


Imagen 3: Modelo de casos de uso

Los detalles de la especificación de estos casos de uso los encuentran en el anexo **“Anexo - Casos de Uso”**



Anexo - Casos de  
Uso.docx

#### 4.4.1.4. Requerimientos no funcionales

- La página web debe ser responsive en Web y móvil.
- La página web debe ser MultiBrowser
- La aplicación debe ser para multiplataforma (Por falta de recursos, soportado sólo en Android.)
- La aplicación debe ser funcional para las últimas versiones del Sistema Operativo. Inferiores a ésta no es soportado.
- La aplicación necesita estar 100% con conectividad a internet o datos para ser funcional

|   |  |         |            |
|---|--|---------|------------|
|  | <b>INFORME FINAL DE<br/>TRABAJO DE GRADO</b> | Código  | FDE 089    |
|   |  | Versión | 03         |
|   |  | Fecha   | 2015-01-22 |

- El dispositivo debe contar con cámara para la lectura del código QR.
- Toda funcionalidad del sistema y transacción debe responder al usuario en menos de 5 segundos.
- Los permisos de acceso al sistema podrán ser cambiados solamente por el administrador de acceso a base de datos.
- El tiempo de aprendizaje del sistema por un usuario deberá ser menor a 2 horas.
- El sistema debe contar con instrucciones estructurados adecuadamente.
- El sistema debe proporcionar mensajes de error que sean informativos y orientados a usuario final.
- El sistema debe poseer interfaces gráficas.
- El tiempo para iniciar o reiniciar el sistema no podrá ser mayor a 1 minuto.
- La aplicación debe manejar fuentes del alfabeto en inglés, Idiomas latinos (español).
- El desarrollo debe cumplir con los estándares W3C (HTML y CSS)
- El desarrollo debe cumplir con las guías WCAG

#### **4.4.1.5. Diagramas de clase del dominio**

Para el sistema de Museo Accesible se definen los siguientes objetos del dominio: Museógrafo, Exposiciones, Obra, Código QR, Usuarios con discapacidad, sordo, ciego/baja visión, convencional, video en lengua de señas, texto concreto, audio-descripción, completa info. Entre los objetos se establecen las siguientes relaciones:

El Museógrafo registra la Exposición, a la cual se le deben asociar las obras. Al guardar la obra se genera un código QR, el cual es impreso por el museógrafo para colocarlo en la exposición. El usuario (personas con discapacidad o convencional) escanean el código QR impreso ubicado en la obra, acorde a la discapacidad el sistema brinda el detalle de la misma. Las personas sordas visualizan el detalle en Video en Lengua de señas o texto concreto, las personas ciegas/baja visión escuchan el detalle en audio-descripción y las personas convencionales ven el detalle con imagen, descripción y audio-descripción. Tal y como se visualiza en la Imagen 5.

|  |  |         |            |
|--|--|---------|------------|
| <br>Institución Universitaria | <b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b> | Código  | FDE 089    |
|  |  | Versión | 03         |
|  |  | Fecha   | 2015-01-22 |

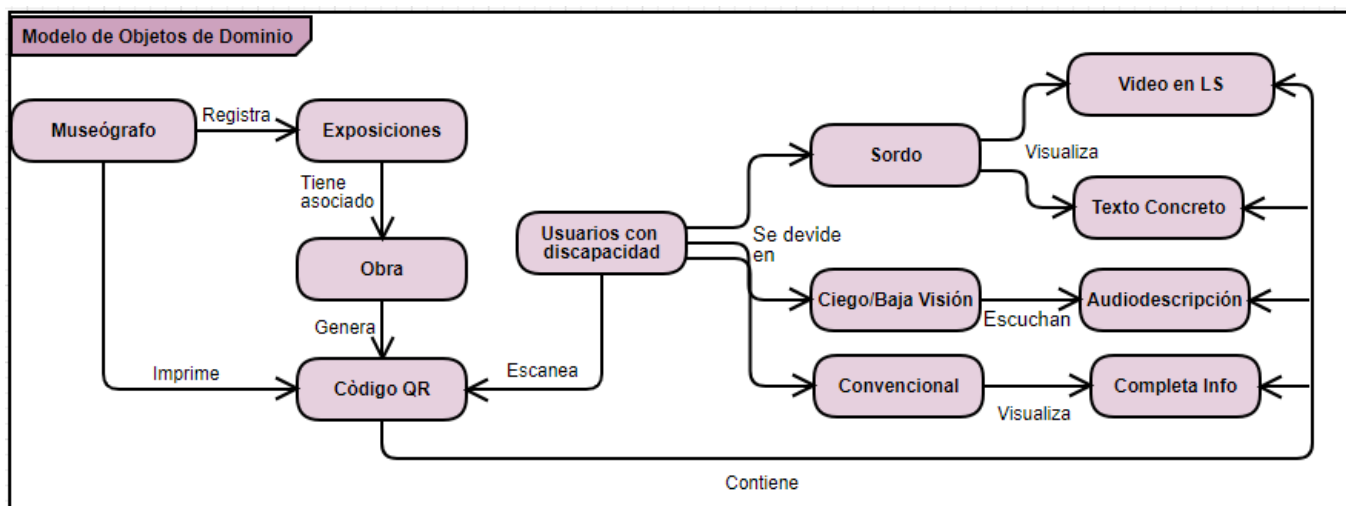


Imagen 4: Modelo de objeto de dominio

## 4.4.2. Diseño de la solución

### 4.4.2.1. Plataforma en la nube

Para el proyecto, inicialmente se había decidido utilizar el servicio S3 de AWS, donde en un bucket se guardan todos los recursos estáticos desde la funcionalidad de guardado en la página Web. Estos serían accedidos por su ruta desde la base de datos al momento de consultarlos desde la aplicación móvil. Pero debido al cobro generado por la plataforma, se toma la decisión de utilizar el almacenamiento de **FIREBASE**, e integrarlo con la funcionalidad de guardado de la página web. Este servicio también expone una ruta para guardarla en la base de datos y así es posible desde la aplicación móvil accederla.

### 4.4.2.2. Persistencia

#### Selección Base de datos

Para el desarrollo del proyecto se había planeado inicialmente utilizar una base de datos No relacional, **DynamoDB** de AWS. Amazon DynamoDB es un servicio rápido y flexible para todas las aplicaciones, pero genera un cobro mensual muy alto por la arquitectura o componentes utilizados en sus reglas de negocio y para la manutención de las tablas creadas, costo que no era posible cubrir en este proyecto.

Como ya se había mencionado, por esa razón se decide implementar FIREBASE como plataforma para la creación de la base de datos. De esa forma se diseñó una base de datos basada en documentos y real-time, exponiendo el API Key a la página web y aplicación móvil para que la consuma, teniendo en cuenta que sus componentes tienen un buen manejo con IONIC y Angular, que son las tecnologías que estamos utilizando para nuestros productos.

|   |  |         |            |
|---|--|---------|------------|
|  | <b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b> | Código  | FDE 089    |
|   |  | Versión | 03         |
|   |  | Fecha   | 2015-01-22 |

## Diseño de la base de datos

El diseño de la base de datos para el proyecto se crea por medio de JSON, al ser una base de datos no relacional, y se la herramienta que utiliza Firebase.

La base de datos contendrá tres documentos: Museos, Exposiciones y Obras; los cuales se relacionaran entre sí de acuerdo al documento que se consulte más. El id de Museo lo contendrá el documento de Exposiciones y el id de Exposiciones lo contendrá el documento de obras, para así buscar la información directamente en obras y verificar a que exposición y museo pertenece.

El JSON quedará con la siguiente estructura:

```

{
  "exposiciones" : {
    "//(ID generado por Firebase)" : {
      "categoDescripcion" : "",
      "expoDescripcion" : "",
      "expoFechaFin" : "YYYY-MM-DD",
      "expoFechainicio" : "YYYY-MM-DD",
      "expoNombre" : "",
      "expoPermanencia" : "",
      "expoPrecio" : , //(tipo number)
      "expoUbicacion" : "",
      "idMuseo" : //(ID del museo - relación)
    }
  },
  "museos" : [ ID, {
    "direccion" : "",
    "nombre" : "",
    "telefono" :
  } ],
  "obras" : {
    "//(ID generado por Firebase)" : {
      "audioDescripcion" : "",
      "idExposicion" : "", //(ID de la exposición - relación)
      "obraAutor" : "",
      "obraDescripcion" : "",
      "obraImagen" : "",
      "obraNombre" : "",
      "obraTextoConcreto" : "",
      "obraVideo" : ""
    }
  }
}

```

*Imagen 5: Estructura JSON para la Base de datos*

Los datos de los usuarios (museógrafos) para ingresar a la aplicación web serán guardados dentro de la configuración del módulo de Autenticación de Firebase.

|  |  |         |            |
|--|--|---------|------------|
| <br>Institución Universitaria | <b>INFORME FINAL DE<br/>TRABAJO DE GRADO</b> | Código  | FDE 089    |
|  |  | Versión | 03         |
|  |  | Fecha   | 2015-01-22 |

Las discapacidades se guardan en el Local Storage de la aplicación móvil al seleccionarla, con esta información se filtra el detalle de la obra que el usuario desea ver.

Los idiomas se guardan en la configuración de la aplicación móvil por medio de JSON, al idioma ser seleccionado, se visualiza la traducción de los textos de la aplicación, más no del contenido (Está sería una mejora).

#### **4.4.2.3. Arquitectura de la aplicación**

Para definir la estructura y las responsabilidades de los componentes que comprenden la arquitectura para el proyecto se tomó como base los requisitos funcionales y NO funcionales del sistema.

Para el proyecto la arquitectura del sistema se diseñó basado en el patrón de diseño de software Modelo Vista Controlador (MVC), que consta de tres capas, Interface layer (Vista), Bussiness Layer (Controlador) y Database Layer (Modelo).

La aplicación móvil se desarrolló para dispositivos Android (Smartphones), la capa de vista se desarrolló en IONIC 3 y en lenguaje Angular 4, lo cual hace la aplicación híbrida, logrando el despliegue y uso en diferentes sistemas operativos (Android, iOS, Windows Phone). Ésta capa contiene los frameworks y ContentView de la aplicación.

La aplicación web se desarrolló MultiBrowsers, la capa de vista se desarrolló en lenguaje Angular 4 y Bootstrap 3, frameworks que permiten que la aplicación sea responsive en multiplataforma.

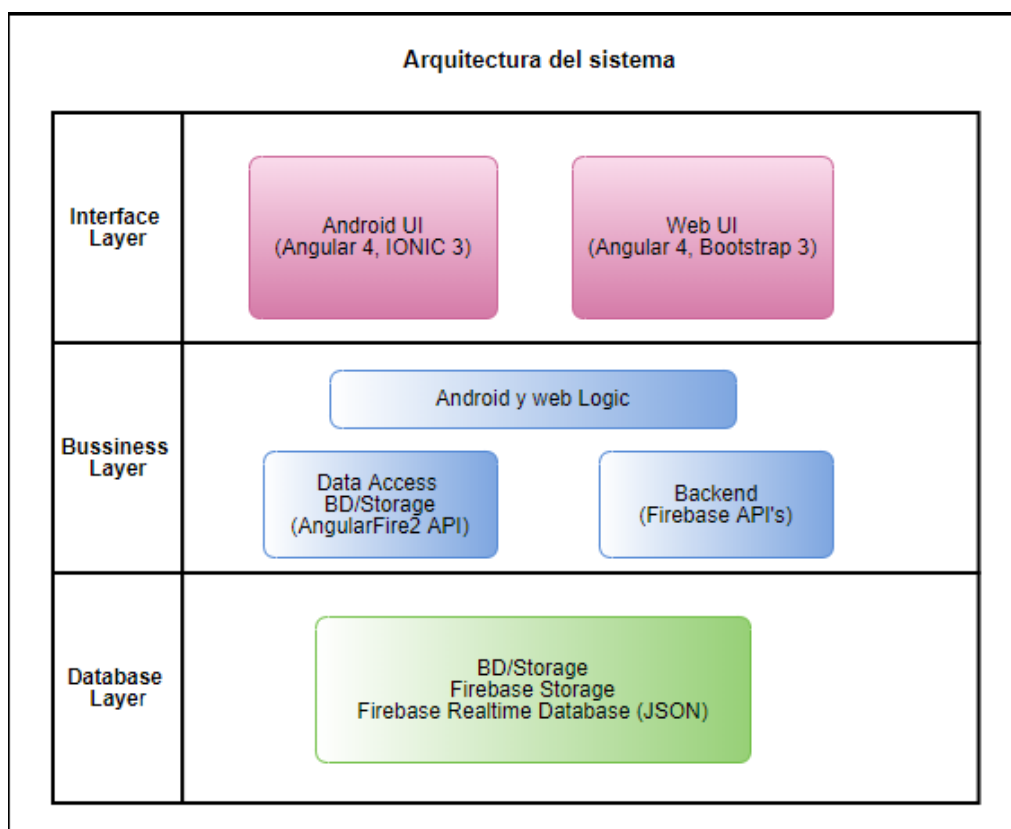
Inicialmente se había diseñado la arquitectura en base a los servicios de Amazon, como se detalle en el Anexo ***“Anexo – Arquitectura inicial”***.



Anexo –  
Arquitectura inicial.dc

Por lo que la nueva arquitectura se detalla en la **figura 6**:

|  |  |         |            |
|--|--|---------|------------|
| <br>Institución Universitaria | <b>INFORME FINAL DE<br/>TRABAJO DE GRADO</b> | Código  | FDE 089    |
|  |  | Versión | 03         |
|  |  | Fecha   | 2015-01-22 |



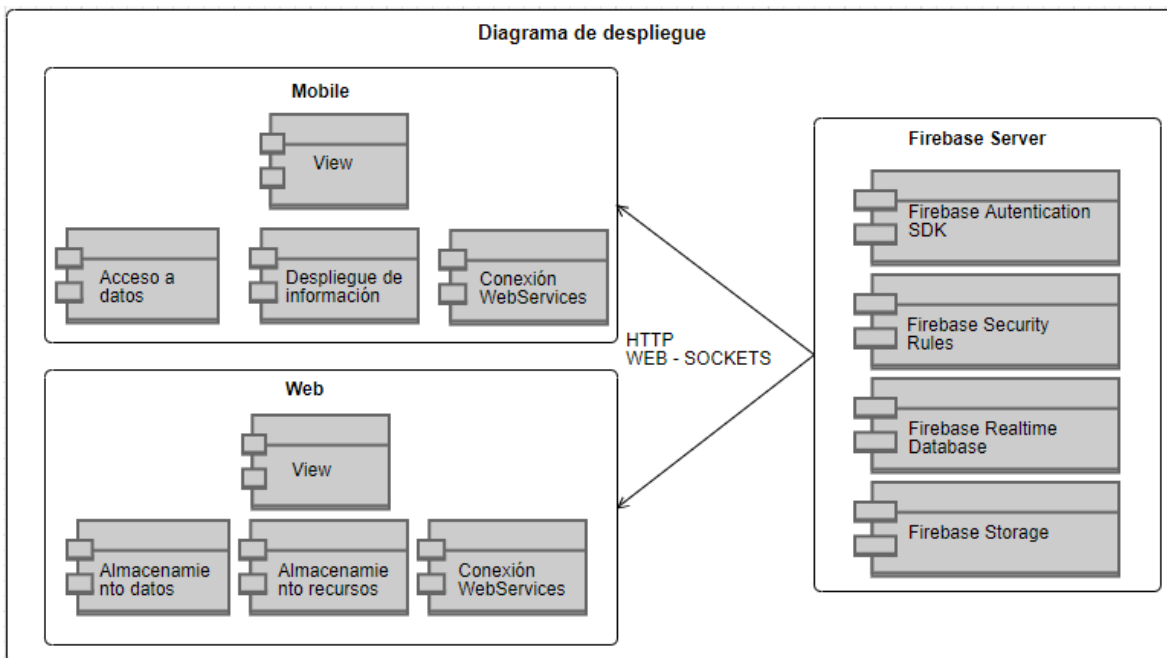
*Imagen 6: Arquitectura Sistema Museo Accesible*

En la capa de negocio se modifica la comunicación de las vistas con la data a través del API AngularFire2 importándola desde la aplicación y la página web. Esta plataforma recibe los eventos generados por el usuario a través de las vistas en la aplicación móvil y web. Los procesa y responde acorde a la información que se requiere para cada discapacidad almacenada en el local storage de la aplicación móvil. Lo anterior es lo que los servicios de backend de firebase realiza, ahorrando tiempo para la conexión a la base de datos o al storage.

#### 4.4.2.4. Diagrama de despliegue

Para el proyecto hay tres nodos. El nodo de la aplicación móvil que se encuentra en un dispositivo Android. En nodo Firebase server que corresponde a la plataforma de Firebase, en donde se utilizan los servicios de autenticación, reglas de seguridad, almacenamiento y base de datos en tiempo real. Estos componentes permiten administrar la autenticación de usuarios, la descarga de archivos para la aplicación y el almacenamiento en la nube, con unas reglas de seguridad configuradas para acceder a los datos de forma segura. Los archivos de Firebase Storage se guardan en una cubeta de Google Cloud Storage, permitiendo acceder a ellos a través de Firebase y de las APIs de Google Cloud. El nodo Web al cual podemos acceder desde internet y tiene la conexión directa a firebase para el almacenamiento de los recursos en el Storage y de la información en la base de datos. Tal y como se detalla en la **figura 7**.

|  |  |         |            |
|--|--|---------|------------|
| <br>Institución Universitaria | <b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b> | Código  | FDE 089    |
|  |  | Versión | 03         |
|  |  | Fecha   | 2015-01-22 |



*Imagen 7: Diagrama de despliegue*

### 4.4.3. Diseño de aplicaciones

#### 4.4.3.1. Prototipos aplicación Web

Para la creación los prototipos de la interfaz web (Wireframes) se utilizó **JustinMind**, la cual es una herramienta de creación de prototipos para aplicaciones web y móviles que ofrece plantillas que podemos personalizar, iconos y diagramación. Además brinda la opción para definir las interacciones con cada acción en las pantallas, con las animaciones, enlaces, cálculos, etc. También se puede hacer la simulación del prototipo en el dispositivo seleccionado.

Para la búsqueda de los iconos que se usaron en las aplicaciones, se recurrió a páginas como: <https://www.iconfinder.com/>, exportándolos con extensión .svg y así cumplir con la calidad y la accesibilidad en la aplicación. Para todas las imágenes e iconos usados se verificó las licencias de uso al descargarla.

En la **figura 8** se pueden ver los frameworks de la aplicación web, la cual tiene como principal funcionalidad la creación de exposiciones con sus respectivas obras, el detalle de consulta para cada una de las discapacidades, el código QR asociado a la misma obra. Es posible modificar todos los datos e imprimir el código QR para colocarlo físicamente al lado de la obra para la cual se desea mostrar la información en la aplicación, acorde a la discapacidad del usuario.

|  |  |         |            |
|--|--|---------|------------|
| <br>Institución Universitaria | <b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b> | Código  | FDE 089    |
|  |  | Versión | 03         |
|  |  | Fecha   | 2015-01-22 |



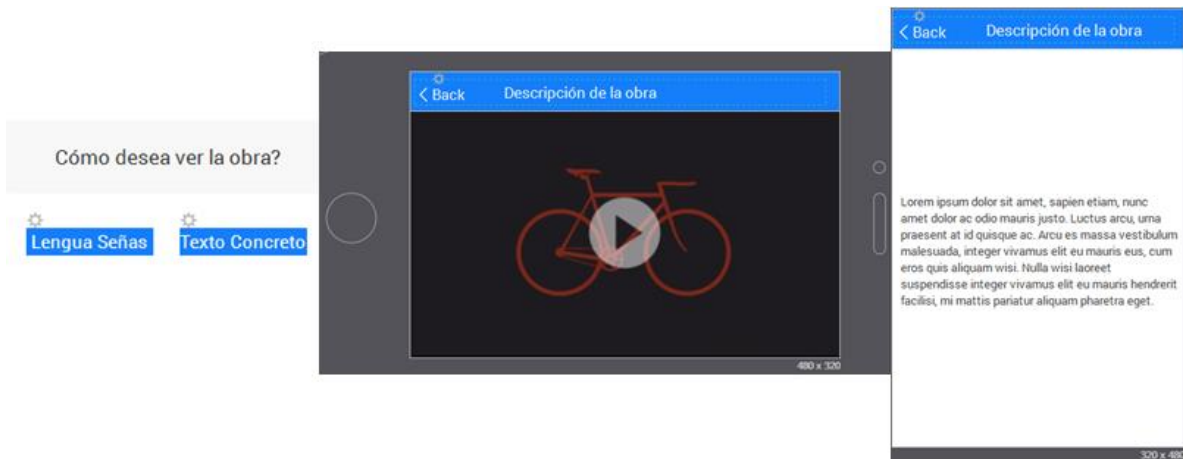
Imagen 8: Registro de exposiciones y obras

#### 4.4.3.2. Prototipos aplicación Móvil

Con la misma herramienta utilizada para los prototipos de Web y las mismas características, se crean los prototipos para la aplicación Móvil, la cual como funcionalidades principales tiene la selección de la discapacidad, escanear el código QR, ver el detalle de la obra acorde a la discapacidad. También tiene la opción para consultar las instrucciones de uso y cambiar el idioma de la aplicación. Tal y como se detalla en las **figuras 9 y 10**.



Imagen 9: Pantallas generales





|  |  |         |            |
|--|--|---------|------------|
| <br>Institución Universitaria | <b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b> | Código  | FDE 089    |
|  |  | Versión | 03         |
|  |  | Fecha   | 2015-01-22 |

Imagen 10: Pantallas para discapacidad auditiva

### 4.4.3.3. Guía de Estilos Móvil - Web

Se definió una guía de estilos, que sirvió para definir las normas y patrones básicos que fueron utilizados para la interfaz. **(23)**. Se definió el esquema de colores para las aplicaciones, la letra que se utilizó, los botones y demás aspectos gráficos. Las guías de estilos se pueden observar en las **tablas 2 y 3**.







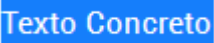




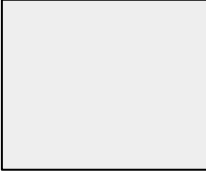

| Guía de estilo de la aplicación Móvil Museo Accesible  |   |  |
|--|---|--|
| Colores  |   |  |
| Fondos de Pantalla   | Color Texto   |  |
| <br>Blanco<br>#FFFFFF   | <br>Azul Claro<br>#157EFB  | <br>Blanco<br>#FFFFFF |
| <b>Tipografía</b><br>Tipo de letra: Roboto (Tipo de letra por defecto de Android)<br>Se utilizan las fuentes Regular y Bold.<br><br><b>Tamaño:</b><br><b>Por defecto</b><br>-Texto Inicial: 12sp<br>-Texto Contenido: 10sp   | Roboto Thin<br>Roboto Light<br>Roboto Regular<br><b>Roboto Medium</b><br><b>Roboto Bold</b><br><b>Roboto Black</b><br>Roboto Thin Italic<br>Roboto Light Italic<br>Roboto Italic  | <b>Logo:</b><br>     |
| <b>Botones</b><br> <br> | <b>Iconos</b><br> <br> |  |

Tabla 2: Guía estilos aplicación móvil

| Guía de estilo de la Página Web Museo Accesible                                     |   |   |
|---|---|---|
| Colores   |   |   |
| Fondos de Pantalla  | Color Texto   |   |
|  |  |  |

|  |  |         |            |
|--|--|---------|------------|
| <br>Institución Universitaria | <b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b> | Código  | FDE 089    |
|  |  | Versión | 03         |
|  |  | Fecha   | 2015-01-22 |

| Blanco<br>#FFFFFF  | Gris claro<br>#EFEFEF   | Azul Oscuro<br>#052D6F   |
|--|---|--|
| <b>Tipografía</b><br>Tipo de letra: Arial<br>Se utilizan las fuentes Regular y Bold.<br><br><b>Tamaño:</b><br><b>Por defecto</b><br>-Texto Encabezados: 19sp<br>-Texto Contenido: 14sp | <b>Logo:</b><br>              |  |
| <b>Botones</b><br>  | <b>Listas desplegables</b><br> | <b>Iconos</b><br> |

Tabla 3: Guía estilos aplicación Web

#### 4.4.3.1. Diagramas de Secuencia

Para el sistema de museo accesible se diseñaron dos actividades, la creación de piezas por parte del museógrafo en la aplicación Web, y la consulta de la obra por parte de un usuario. A continuación, en la **figuras 11 y 12** se muestran los diagramas de secuencia para esos dos casos.

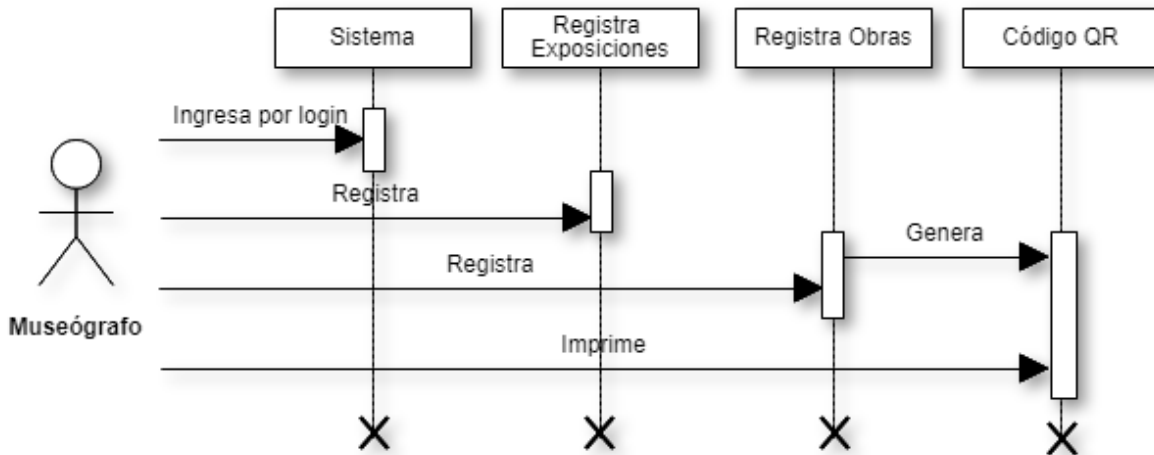


Imagen 11: Diagrama de secuencia página web

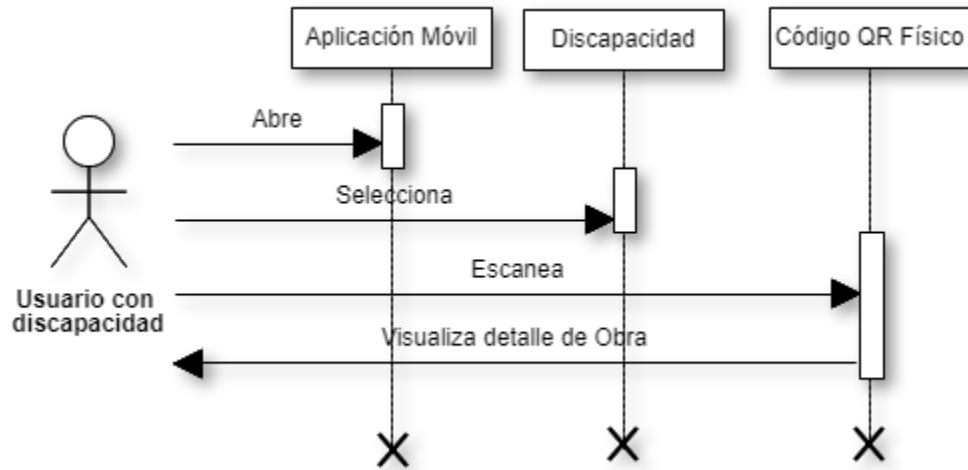


Imagen 12: Diagrama de secuencia Aplicación móvil

#### 4.4.4. Implementación

La implementación de la solución diseñada en la sección anterior, se realizó por medio de las librerías de IONIC y angular con ayuda de los paquetes de NPM, las cuales fueron importadas e instalada al proyecto.

En el anexo **“Anexo – Desarrollo de sprints”** se detallan todas las tareas técnicas para ambas aplicaciones (Web y Móvil), junto con la instalación de programas y creación de repositorios, donde se especifica el logro de cada sprint, en los cuales fueron realizadas las tareas, cumpliendo así con todo lo definido en la lista del backlog para el producto.



Anexo - Desarrollo de sprints.docx

#### 4.4.5. Pruebas

##### Pruebas funcionales aplicación móvil

Para identificar posibles errores en la aplicación móvil, utilizamos chrome accediendo a: `chrome://inspect/#devices` haciendo clic en inspect del webview del dispositivo, conectado al computador. De esta manera se puede hacer una inspección de lo que está ocurriendo cuando se utilizan cada una de las funcionalidades.

De esa forma es posible ver desde la consola de la herramienta de desarrollador una traza de lo que está pasando.

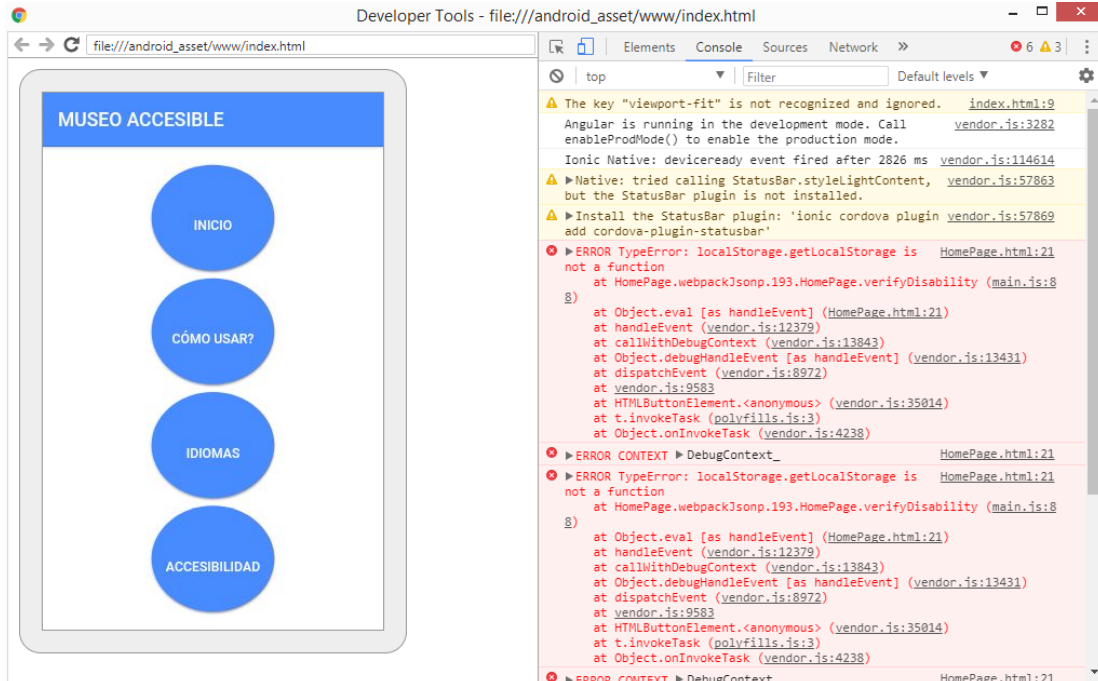


Imagen 13: Vista previa de errores en la consola

## Pruebas funcionales aplicación web

Para la aplicación web se despliega la aplicación en uno de los browsers instalados en el computador de forma local y se verifican los errores presentados también en la consola de la herramienta del desarrollador.



Imagen 14: Vista previa errores página web

## Pruebas accesibilidad página Web

|  |  |         |            |
|--|--|---------|------------|
| <br>Institución Universitaria | <b>INFORME FINAL DE<br/>TRABAJO DE GRADO</b> | Código  | FDE 089    |
|  |  | Versión | 03         |
|  |  | Fecha   | 2015-01-22 |

Para llevar a cabo el análisis de accesibilidad a las aplicaciones se utilizaron herramientas como Wave, el cual ayuda a identificar problemas de accesibilidad del contenido de la página web, presentando en la página diferentes iconos e indicadores, los cuales se describen a continuación.

- Los iconos rojos indican los errores de accesibilidad que deben corregirse
- Los iconos verdes indican características de accesibilidad. Cosas que podrían mejorar la accesibilidad
- Los otros iconos o indicadores son alertas que lo mejor sería evaluarlos.

Que la página esté accesible o no depende del evaluador que está realizando la revisión ya que es quien sabe qué criterios se deben cumplir y cuales ARIAs (criterios técnicos) se deben aplicar. Tal y como se ve en la **figura 15**.

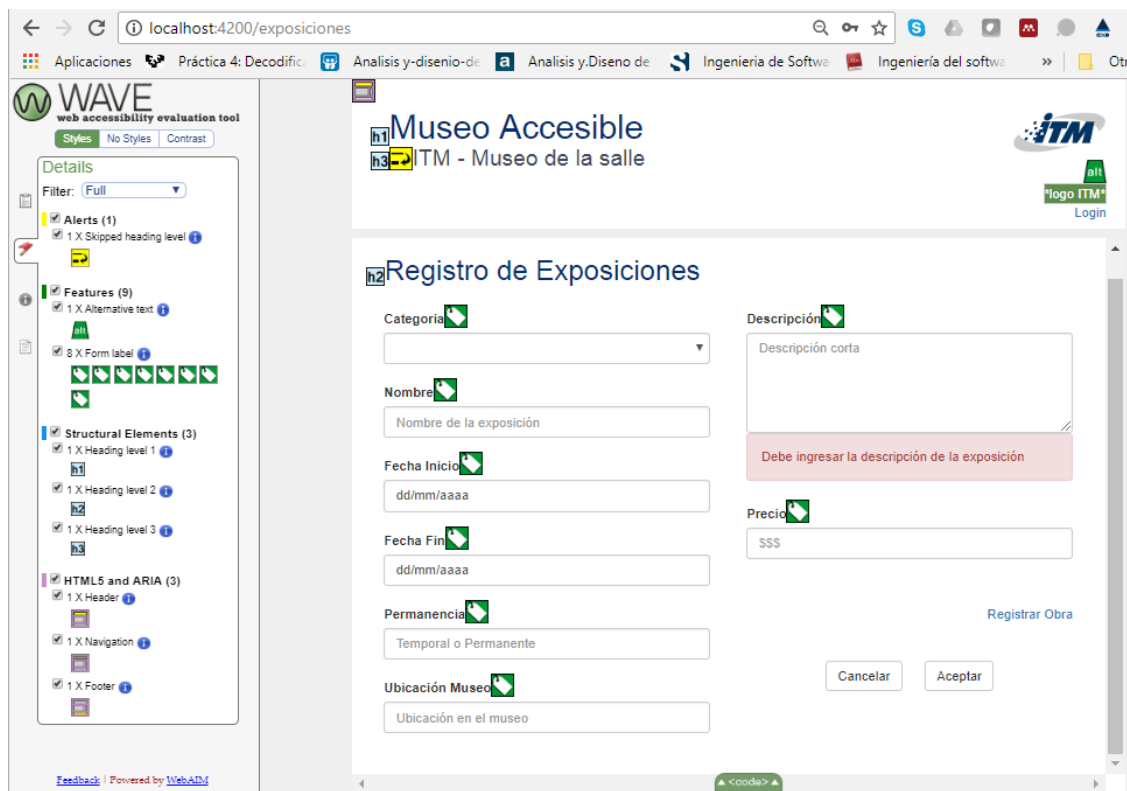


Imagen 15: Análisis de accesibilidad página web

## Análisis de accesibilidad aplicación móvil

Para la aplicación móvil se llevaron a cabo diferentes pruebas con las funcionalidades de accesibilidad del dispositivo. Como el talkback (**figura 16**) que lee el texto de todas las aplicaciones del dispositivo para personas con discapacidades visuales, con el cual encontramos algunas dificultades debido a que los modales y ventanas emergentes hechos en IONIC no están soportados para los lectores de pantalla, por lo que se modificaron las pantallas para la

|   |  |         |            |
|---|--|---------|------------|
|  | <b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b> | Código  | FDE 089    |
|   |  | Versión | 03         |
|   |  | Fecha   | 2015-01-22 |

discapacidad visual. El texto grande: Permite utilizar el zoom o lupa para personas con baja visión y para el cual también se realizaron modificaciones, ya que el texto se salía de los botones.

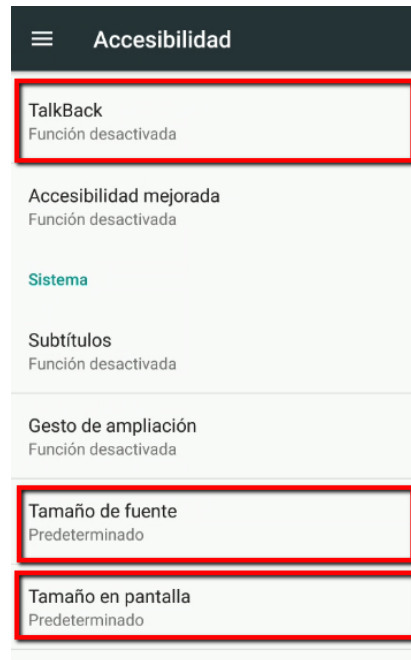


Imagen 16: Opciones de accesibilidad para la aplicación móvil

## Seguimiento de errores

Para realizar el seguimiento de los errores encontrados en la aplicación durante los análisis de calidad a cada una de las aplicaciones, se creó el siguiente flujo para el reporte de los mismos. De esa forma se les dió una prioridad y severidad acorde a la funcionalidad que afectaba. Tal y como se detalla en la **figura 17**.

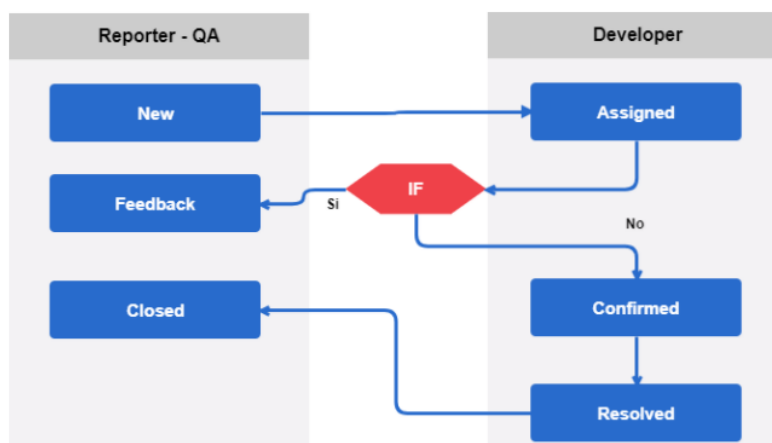


Imagen 17: Flujo para el reporte de errores

|  |                                      |         |            |
|--|--------------------------------------|---------|------------|
| <br>Institución Universitaria | INFORME FINAL DE<br>TRABAJO DE GRADO | Código  | FDE 089    |
|  |                                      | Versión | 03         |
|  |                                      | Fecha   | 2015-01-22 |

Adicionalmente se diseñó una plantilla **“Bug – Museo Accesible”** donde se detalla la información del error encontrado, así se dió solución oportuna y organizada.



Bugs - Museo Accesible.xlsx

#### 4.4.6. Entrega

En esta fase se llegó a una versión desarrollada que se consideró lista para su liberación, con el fin de evaluar la usabilidad del sistema Museo Accesible y la aceptación de los usuarios. Se realizó una prueba de aceptación con usuarios con discapacidades sensoriales (Visual y Auditiva) y el museógrafo del museo de La Salle en el ITM (Instituto Tecnológico Metropolitano), que permitió la verificación del cumplimiento de los requisitos de usabilidad planteados en el desarrollo de la aplicación.

Se utilizó la exposición **“Visión de los antioqueños sobre las montañas y sus bosques”** expuesta en el museo, la cual consta de dos secciones **“Bosques”** y **“Colibríes”** para la cual se realizó la parte de los bosques con el sistema de Museo Accesible implantado y la de los colibríes sin el sistema para evaluar la usabilidad y diferencia entre los recorridos.

Para visualizar el producto, se detalla en el Anexo **“Manual de instalación”**:



Manual de Instalación.docx

|   |  |         |            |
|---|--|---------|------------|
|  | <b>INFORME FINAL DE<br/>TRABAJO DE GRADO</b> | Código  | FDE 089    |
|   |  | Versión | 03         |
|   |  | Fecha   | 2015-01-22 |

## 5.RESULTADOS Y EVALUACIÓN FINAL

---

### 5.1.1. Descripción del Sistema

Museo accesible es un sistema que permite realizar recorridos guiados en los museos para personas con discapacidades sensoriales (Visual y Auditiva), a su vez promueve a la inclusión ya que la aplicación puede ser utilizada por personas convencionales. Es apta para personas de todas las edades que deseen disfrutar de un recorrido por las exposiciones y cultura que ofrecen los museos de nuestro entorno.

La aplicación móvil se desarrolló para el sistema operativo Android compatible con Smartphones y tablets desde la versión 5.0 hasta la versión 7.0 y la página web se desarrolló multibrowser y adaptable a los tamaños de los dispositivos (responsive).

El desarrollo se realizó bajo la metodología de trabajo SCRUM y cuenta con servicios en la nube por parte de Firebase, en el cual se guardan todos los recursos de la obra (Imágenes, audios, videos), a su vez fue implementado el servicio de autenticación y como base de datos utilizamos Firebase Realtime Database integrado con el servicio del almacenamiento Firebase Storage al guardar la ruta de los recursos de las obras para asociarlos al código QR y obtener la información desde la aplicación móvil.

### Funcionalidades

El sistema está dividido en dos aplicaciones, el primero es la página web que realiza la gestión del museo, desde el cual se almacena toda la información de la exposiciones y sus obras. La segunda es la aplicación móvil, utilizada por los usuarios finales, la cual consulta y despliega la información de acuerdo a la discapacidad seleccionada.

#### Aplicación Web:

La aplicación web cuenta con un sistema de autenticación, el cual es un servicio expuesto por Firebase (Firebase Authentication) donde se configuran los usuarios con su respectiva información para el ingreso a la aplicación.

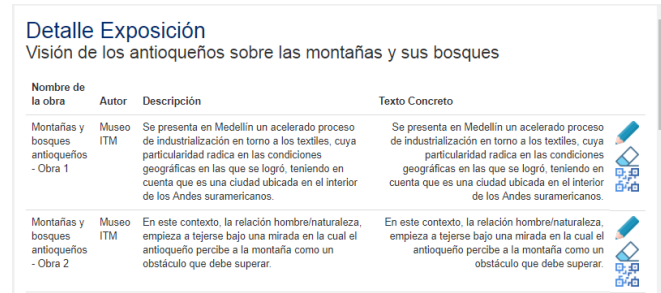
Al ingresar a la aplicación se visualizan las exposiciones creadas en el sistema y al ingresar a cada una de ellas se pueden ver las obras asociadas con opción a editarlas, eliminarlas y consultar su código QR.

Permite el registro de las exposiciones y obras y al guardar la obra se genera el código QR con la información correspondiente para la impresión el cual se visualiza desde el link en el modal del mensaje exitoso de almacenamiento de la obra.





Vista de las exposiciones creadas



Detalles de las exposiciones – Obras asociadas

Imagen 18: Exposiciones y detalle



Formulario registro de exposiciones



Formulario registro de obras

Imagen 19: Registro de información del museo

|  |                                      |         |            |
|--|--------------------------------------|---------|------------|
| <br>Institución Universitaria | INFORME FINAL DE<br>TRABAJO DE GRADO | Código  | FDE 089    |
|  |                                      | Versión | 03         |
|  |                                      | Fecha   | 2015-01-22 |

Registro de la obra

---

Obra registrada exitosamente

[Ver código QR](#)

Modal QR ×



Imprimir

*Modal registro exitoso de la obra*

*Vista del código QR*

*Imagen 20: Generación y detalle del código QR*

### Aplicación móvil

La aplicación móvil tiene la opción de escanear el código QR generado desde la página web, cambiar de idioma los textos de la aplicación y consultar un tutorial de uso. Desde la opción **Inicio** se escanea el código QR si ya se ha seleccionado la discapacidad (La discapacidad sólo se selecciona una vez).

MUSEO ACCESIBLE



INICIO

CÓMO USAR?



IDIOMAS

ACCESIBILIDAD

← SELECCIONA TU IDIOMA

SELECCIONA TU DISCAPACIDAD ×

*Inicio de la aplicación*

*Opciones de idioma*

*Selección de discapacidad*

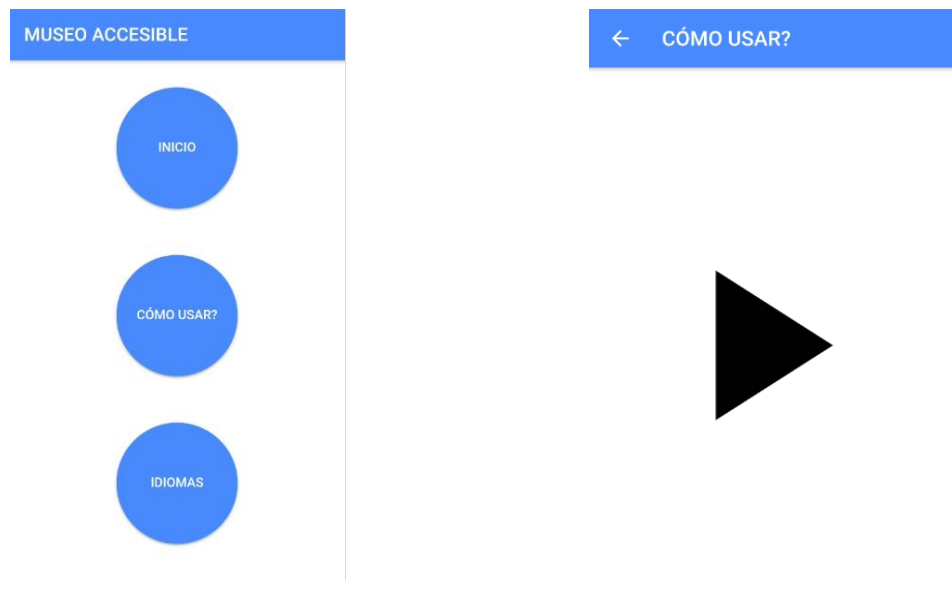
*Imagen 21: Páginas principales de la aplicación para discapacidad auditiva o convencional*

|  |  |         |            |
|--|--|---------|------------|
| <br>Institución Universitaria | <b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b> | Código  | FDE 089    |
|  |  | Versión | 03         |
|  |  | Fecha   | 2015-01-22 |



Imagen 22: Carrusel cómo usar para discapacidad auditiva o convencional

Adicional para las personas con discapacidades visuales, la aplicación detecta cuando se tiene habilitado el talkback del dispositivo para mostrar la información específica para ellos como el tutorial y no se visualiza la opción de accesibilidad.



Inicio de la aplicación

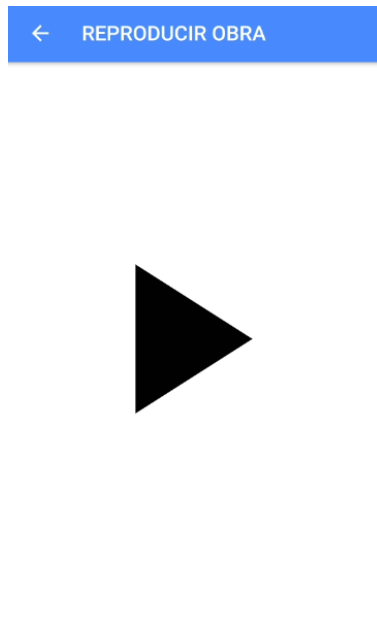
Cómo usar para visual

Imagen 23: Páginas principales de la aplicación para discapacidad visual

Las interfaces del detalle de la obra escaneada se ven de acuerdo a la discapacidad, así:

- Las personas con discapacidades visuales escuchan un audio-descripción.
- Las personas convencionales ven una imagen relacionada a la obra con su descripción y un audio-descripción de la misma.
- Las personas con discapacidades auditivas tienen dos opciones para ver el detalle de la obra, por medio de lengua de señas o texto concreto.

|   |  |         |            |
|---|--|---------|------------|
|  | <b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b> | Código  | FDE 089    |
|   |  | Versión | 03         |
|   |  | Fecha   | 2015-01-22 |

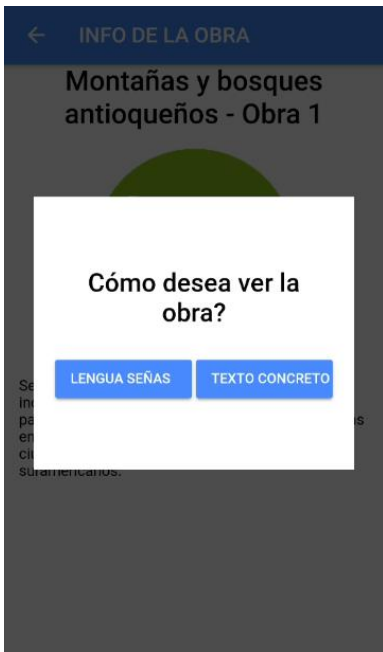


Detalle de la obra discapacidad visual

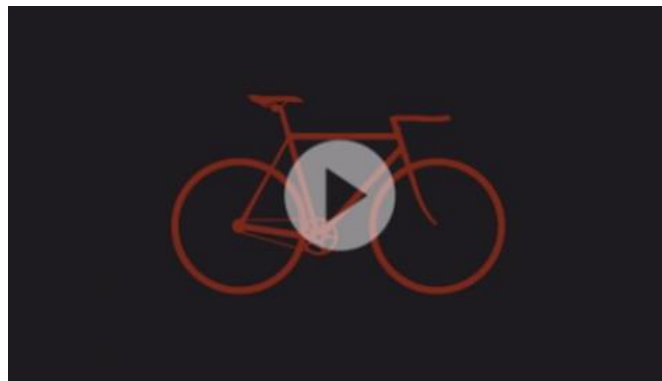


Detalle de la obra personas convencionales

Imagen 24: Detalles de obra 1



Opción como ver la obra



Vista lengua de señas



Vista texto concreto

Imagen 25: Detalles de obra 2

|   |  |         |            |
|---|--|---------|------------|
|  | <b>INFORME FINAL DE<br/>TRABAJO DE GRADO</b> | Código  | FDE 089    |
|   |  | Versión | 03         |
|   |  | Fecha   | 2015-01-22 |

### 5.1.2. Pruebas de aceptación

Las pruebas de aceptación se realizan con el fin de conocer la opinión de los usuarios, sobre un producto desarrollado y se utilizan para determinar la satisfacción que les generó. Para los fines de la aplicación móvil diseñada, se diseñó un cuestionario con el objetivo de conocer el nivel de aceptación de los usuarios.

Este cuestionario se aplicó a un grupo de 5 personas en condición de discapacidad visual y auditiva, a personas convencionales y al museógrafo del museo. En la **Tabla 4** se presentan los resultados obtenidos en la prueba de aceptación.

| Resultados Prueba de Aceptación  |                |     |
|--|----------------|-----|
| Criterio a Evaluar   | Resultados (%) |     |
|  | SI             | NO  |
| ¿La aplicación Móvil Museo Accesible cumplió con sus expectativas?         | 90%            | 10% |
| ¿La apariencia de la aplicación le resulta agradable?                      | 10%            | 90% |
| ¿Le pareció sencillo navegar por la aplicación?                            | 90%            | 10% |
| ¿Le resultó agradable la visualización y escucha del detalle de las obras? | 70%            | 30% |
| ¿Cree que la aplicación le ayudó a comprender mejor la obra expuesta?      | 90%            | 10% |
| M - ¿Cree que la aplicación puede ayudar a sus labores diarias?            | 100%           | 0%  |

*Tabla 4: Resultado final de evaluación*

Como resultado de la aplicación de la prueba de aceptación es posible concluir que el sistema MUSEO ACCESIBLE obtuvo un 75% de aceptación, lo que significa que más de la mitad de los usuarios califican los aspectos de usabilidad de la aplicación de manera positiva, lo que la convierte en una aplicación usable para que las personas con discapacidades puedan disfrutar de un recorrido guiado en los museos.

|   |  |         |            |
|---|--|---------|------------|
|  | <b>INFORME FINAL DE<br/>TRABAJO DE GRADO</b> | Código  | FDE 089    |
|   |  | Versión | 03         |
|   |  | Fecha   | 2015-01-22 |

## 6. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO

---

Gracias a las aplicaciones móviles y a las distintas tecnologías que día a día surgen para el desarrollo de las mismas, ha motivado a crear nuevas experiencias y a la vez ser útil para las personas con condiciones de discapacidad y que para disfrutar de la cultura que nos rodea requiere de características específicas en su entorno.

Para el actual proyecto se pensó en la inclusión, en que todas las personas podemos tener la oportunidad de conocer y vivir cosas nuevas y que gracias a los dispositivos y a la programación se puede lograr.

Se realizaron diferentes evaluaciones de usabilidad y accesibilidad con usuarios involucrados en las discapacidades, permitiendo detectar posibles errores o inconsistencias en la usabilidad a lo largo del desarrollo, lo cual nos permitió entender el día a día y desarrollo de actividades de las personas con discapacidades, sus necesidades y algunas formas de sentirse mejor.

### **RECOMENDACIONES**

Se recomienda tener personas especializadas en el tema de la inclusión para la creación de los contenidos para las personas con discapacidades sensoriales.

### **TRABAJO FUTURO**

Para el trabajo futuro se recomienda mejorar el proceso del registro de la información de la obra en los museos, adicional los siguientes funcionalidades para que la aplicación sea más usada por personas de diferentes edades o discapacidades.

- Por geo localización dar bienvenida al museo y nombrar información general de mismo.
- Que funcione en dispositivos IOS

|   |  |         |            |
|---|--|---------|------------|
|  | <b>INFORME FINAL DE<br/>TRABAJO DE GRADO</b> | Código  | FDE 089    |
|   |  | Versión | 03         |
|   |  | Fecha   | 2015-01-22 |

## 7. REFERENCIAS

---

- (1) OMS | Ceguera y discapacidad visual. (2017). *WHO*.
- (2) OMS | Discapacidad y salud. (2017). *WHO*. Retrieved from <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs352/es/>
- (3) E S U M E N, S. R. (n.d.). INFORME MUNDIAL LA DISCAPACIDAD. Retrieved from [http://www.who.int/disabilities/world\\_report/2011/summary\\_es.pdf?ua=1](http://www.who.int/disabilities/world_report/2011/summary_es.pdf?ua=1)
- (4) Gabriel Ojeda, P., Myriam Ordóñez, P., & Luis Hernando Ochoa, C. P. (2011). Encuesta nacional de demografía y salud Colombia 2010. *Isbn*, 5, 794. Retrieved from <https://dhsprogram.com/pubs/pdf/FR246/FR246.pdf>
- (5) Leyes desde 1992 - Vigencia expresa y control de constitucionalidad [CONSTITUCION\_POLITICA\_1991\_PR002]. (n.d.). Retrieved December 18, 2017, from [http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/constitucion\\_politica\\_1991\\_pr002.html#70](http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/constitucion_politica_1991_pr002.html#70)
- (6) MARCO LEGAL DE LA DISCAPACIDAD (Recopilación Efectuada por la Vicepresidencia de la Republica). (n.d.). Retrieved from [https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/discapacidad/marco\\_legal.pdf](https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/discapacidad/marco_legal.pdf)
- (7) CONVENCIÓN SOBRE LOS DERECHOS DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD. (n.d.). Retrieved from <http://www.un.org/esa/socdev/enable/documents/tccconvs.pdf>
- (8) MinTIC y Davivienda firman alianza para ofrecer servicios accesibles a la población con discapacidad visual y auditiva. (n.d.). Retrieved from <http://www.mintic.gov.co/portal/604/w3-article-19532.html>
- (9) MinTIC promueve la accesibilidad en páginas web para personas con discapacidad visual. (n.d.). Retrieved from <http://www.mintic.gov.co/portal/604/w3-article-6053.html>
- (10) <https://evemuseografia.com/2015/07/22/que-es-museografia/>
- (11) <https://arquitecturaaccesible.wordpress.com/2011/06/04/concepto-de-discapacidad-sensorial/>
- (12) <http://www.who.int/topics/blindness/es/>
- (13) <https://www.w3.org/WAI/EO/Drafts/PWD-Use-Web/#usage>
- (14) <https://www.w3.org/WAI/mobile/>
- (15) <https://www.w3.org/WAI/GL/mobile-a11y-tf/>
- (17) Schwaber, K., & Sutherland, J. (2013). La Guía de Scrum. *Scrumguides.Org*, 1, 21. Retrieved from <http://www.scrumguides.org/docs/scrumguide/v1/Scrum-Guide-ES.pdf>
- (18) Museos Accesibles - Fundación Orange. (n.d.). Retrieved May 4, 2017, from


|   |  |         |            |
|---|--|---------|------------|
|  | <b>INFORME FINAL DE<br/>TRABAJO DE GRADO</b> | Código  | FDE 089    |
|   |  | Versión | 03         |
|   |  | Fecha   | 2015-01-22 |

<http://www.fundacionorange.es/accesibilidad-cultural/museos-accesibles/>

- (19) (20) Gallego, S. S., Gallego, S. S., & Núñez, A. J. C. (2014). Museos para todos: evaluación de una guía audiodescriptiva para personas con discapacidad visual en el museo de ciencias. *REVISTA ESPAÑOLA DE DISCAPACIDAD*, 2(2), 145–167. Retrieved from <http://www.cedd.net/redis/index.php/redis/article/view/94>
- (21) Arias, M., Arango, A., Agudelo, S., Urrego, D., & Serrano, J. (n.d.). Autonomous navigation interface for visually impaired in museographic exhibition halls Interfaz para navegación autónoma de discapacitados visuales en salas de exposiciones museográficas. Retrieved from <http://fundacioniai.org/actas/Actas1/Actas.1.32.pdf>
- (22) <https://www.w3.org/TR/mobile-accessibility-mapping/>
- (23) <https://www.ida.cl/blog/disenio/guia-de-estilo-disenio-web/>



|   |  |         |            |
|---|--|---------|------------|
|  | <b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b> | Código  | FDE 089    |
|   |  | Versión | 03         |
|   |  | Fecha   | 2015-01-22 |

|   |  |         |            |
|---|--|---------|------------|
|  | <b>INFORME FINAL DE INGENIERÍA PARA LA GENTE</b> | Código  | FDE 028    |
|   |  | Versión | 01         |
|   |  | Fecha   | 2015-10-05 |

FIRMA ESTUDIANTES Jesús Gil

FIRMA ASESOR Gloria M. S.

FECHA ENTREGA: 03-05-2018

FIRMA COMITÉ TRABAJO DE GRADO DE LA FACULTAD \_\_\_\_\_

RECHAZADO \_\_\_      ACEPTADO \_\_\_      ACEPTADO CON MODIFICACIONES \_\_\_

ACTA NO. \_\_\_\_\_

FECHA ENTREGA: \_\_\_\_\_

FIRMA CONSEJO DE FACULTAD \_\_\_\_\_

ACTA NO. \_\_\_\_\_

FECHA ENTREGA: \_\_\_\_\_