



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INENIERÍA
CARRERA DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN**

Título

**SOFTWARE DE VALIDACIÓN DE ACCESIBILIDAD EN PÁGINAS WEB
PARA PERSONAS CON TRASTORNO DEL ESPECTRO AUTISTA**

**Trabajo de Titulación para optar al título de Ingeniero(a) en
Tecnologías de la Información**

Autor:

Daniel Isaac Huera Bastidas

Tutor:

Mgs. Milton Paul López Ramos

Riobamba, Ecuador 2024.

DECLARATORIA DE AUTORÍA

Yo, Daniel Isaac Huera Bastidas con cédula de ciudadanía 1719599530 autor del trabajo de investigación titulado: Software de validación de accesibilidad en páginas web para personas con Trastorno del Espectro Autista, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mí exclusiva responsabilidad.

Asimismo, cedo a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autor (a) de la obra referida, será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, 29/04/2024.



Daniel Isaac Huera Bastidas
C.I: 1719599530

DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR



Dirección
Académica
VICERRECTORADO ACADÉMICO



UNACH-RGF-01-04-08.11
VERSIÓN 01: 06-09-2021

ACTA FAVORABLE - INFORME FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

En la Ciudad de Riobamba, a los 29 días del mes de abril de 2024, luego de haber revisado el Informe Final del Trabajo de Investigación presentado por el estudiante **DANIEL ISAAC HUERA BASTIDAS** con CC: **1719599530**, de la carrera **TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN** y dando cumplimiento a los criterios metodológicos exigidos, se emite el **ACTA FAVORABLE DEL INFORME FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN** titulado **"SOFTWARE DE VALIDACIÓN DE ACCESIBILIDAD EN PÁGINAS WEB PARA PERSONAS CON TRASTORNO DEL ESPECTRO AUTISTA"**, por lo tanto se autoriza la presentación del mismo para los trámites pertinentes.



Mgs. Milton Paul López Ramos
TUTOR(A)

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación "SOFTWARE DE VALIDACIÓN DE ACCESIBILIDAD EN PÁGINAS WEB PARA PERSONAS CON TRASTORNO DEL ESPECTRO AUTISTA", presentado por Daniel Isaac Huera Bastidas, con cédula de identidad número 1719599530, bajo la tutoría de Mgs. Milton Paul López Ramos; certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba 27 de mayo del 2024.

Jorge Delgado, Mgs.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO



Diego Reina, Mgs.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Fernando Molina, PhD.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



CERTIFICADO ANTIPLAGIO

Original



Dirección
Académica
VICERRECTORADO ACADÉMICO



CERTIFICACIÓN

Que, **Huera Bastidas Daniel Isaac** con CC: **1719599530**, estudiante de la Carrera **Ingeniería en Tecnologías de la Información**, Facultad de **Ingeniería**; ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado **"SOFTWARE DE VALIDACIÓN DE ACCESIBILIDAD EN PÁGINAS WEB PARA PERSONAS CON TRASTORNO DEL ESPECTRO AUTISTA"**, cumple con el 7 %, de acuerdo al reporte del sistema Anti plagio **TURNITIN**, porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 14 de mayo de 2024



MILTON PAUL LÓPEZ
RAMOS

Mgs. Milton López
TUTOR TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

DEDICATORIA

El presente proyecto de titulación está dedicado:

"En memoria de mis queridos abuelos, Nelson Huera y Martha Narea, cuyo amor y sabiduría siguen guiando mis pasos, aunque ya no estén físicamente conmigo. Esta tesis, que representa el logro de obtener el título de Ingeniería en Tecnologías de la Información, lleva impreso el legado de su ejemplo y valores.

A mis amados padres, Josefina Bastidas y Fabian Huera, pilares inquebrantables de mi vida, les dedico este logro con profunda gratitud. Vuestra constante dedicación y apoyo han sido mi mayor fortaleza en este camino académico.

A mis queridas hermanas, Ivonne Huera y Lisbeth Huera, compañeras de vida y cómplices de sueños, les agradezco por su incondicional apoyo y aliento durante esta travesía.

A mi amada novia, Paola Troya, quien ha sido mi roca en los momentos difíciles y mi fuente de alegría en los momentos de celebración, gracias por compartir este viaje conmigo y por creer en mí.

Y a mi leal compañero de cuatro patas, Pithy, cuya presencia alegre y reconfortante ha llenado mis días de calidez y compañerismo, gracias por ser mi fiel acompañante.

A todos ustedes, les dedico este logro con profundo cariño y reconocimiento. Vuestra influencia y amor han sido mi motivación constante, y este título es también vuestro legado. Con gratitud y amor, ¡gracias por estar siempre a mi lado!"

Daniel Isaac Huera Bastidas

AGRADECIMIENTO

"En el transcurso de esta travesía académica, he sido bendecido con el amor, el apoyo y la guía de personas extraordinarias, a quienes deseo expresar mi más profundo agradecimiento. A mis amados abuelos, cuyo amor y sabiduría perduran en mi corazón a pesar de su ausencia física, les dedico este logro con la certeza de que su legado de valores y sacrificio ha sido la luz que ha iluminado mi camino.

A mis queridos padres, quienes desde el primer día me mostraron el valor del esfuerzo y la dedicación, les agradezco por ser mis mayores impulsores y por brindarme su apoyo incondicional en cada paso de este camino hacia la graduación.

A mis adoradas hermanas, cuyo amor, comprensión y aliento han sido mi refugio en los momentos difíciles y mi motivo de alegría en los momentos de triunfo, les agradezco por ser mis eternas compañeras de vida.

A mi amada novia, cuyo amor y comprensión han sido mi roca durante esta travesía, gracias por tu infinita paciencia, apoyo y por ser mi fuente inagotable de inspiración.

A mi fiel mascota, cuya presencia alegra mis días de estudio, gracias por ser mi más fiel compañero.

De igual manera, Agradezco a la Universidad Nacional de Chimborazo y a sus distinguidos docentes, les expreso mi más sincero agradecimiento por brindarme las herramientas y conocimientos necesarios para alcanzar este logro académico. Vuestra dedicación y excelencia académica han sido fundamentales en mi formación como profesional.

A todos ustedes, les debo este logro. Vuestra presencia en mi vida ha sido mi mayor fortaleza y motivación.

Daniel Isaac Huera Bastidas

ÍNDICE GENERAL

DECLARATORIA DE AUTORÍA

DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

CERTIFICADO ANTI PLAGIO

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS

RESUMEN

ABSTRACT

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	15
1.1 Planteamiento del problema.....	15
1.2 Justificación	16
1.3 Formulación del problema	16
1.4 Objetivos	16
General.....	16
Específicos	16
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	16
2.1 Trastorno del espectro autista	16
2.2 Características del trastorno del espectro autista	17
2.3 Importancia de las TIC en personas con TEA	17
2.4 Softwares validadores de accesibilidad	18
2.5 Heurísticas de Evaluación.....	18
2.6 Software para el desarrollo Web.....	19
2.6.1 Visual Studio Code.....	19
2.7 PHPMyAdmin	20
2.8 XAMPP y características	21
2.9 Directrices de accesibilidad para el contenido WEB (WCAG 2.2).....	23
2.9.1 Accesibilidad.....	24
2.9.2 WAVE.....	24
2.10 Metodología SCRUM.....	25

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA.....	28
3. METODOLOGÍA.....	28
3.1 Tipo de investigación.....	28
3.1.1 Investigación descriptiva.....	28
3.2 Diseño de Investigación.....	28
3.2.1 Investigación no experimental	28
3.3 Técnicas de recolección de datos.....	28
3.3.1 Observación.....	28
3.4 Población y muestra.....	28
3.4.1 Población.....	28
3.5 Técnicas de análisis e interpretación de la información	28
3.6 Identificación de variables	29
3.6.1 Variable dependiente.....	29
3.6.2 Variable independiente.....	29
3.7 Operacionalización de variables	29
3.8 Metodología de desarrollo del software validador de Accesibilidad.....	31
3.9 Procedimiento	31
3.9.1 Análisis de requerimientos y obtención de la información.....	31
3.9.2 Requerimientos funcionales	32
3.9.3 Requerimientos no funcionales	33
3.10 Planificación y estimación	34
3.10.1 Product backlog	35
3.10.2 Planificación de Sprints	38
3.11 Diseño	41
3.11.1 Elección de marca.....	43
3.12 Desarrollo.....	43
3.12.1 Sprint 1	43
3.12.2 Sprint 2	44
3.12.3 Sprint 3	46
3.12.4 Sprint 4	48
3.12.5 Sprint 5	48
3.12.6 Sprint 6	50
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	52

4.1	Resultados	52
4.2	Discusión	60
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES		62
BIBLIOGRAFÍA		64
ANEXOS		66

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Operacionalización de variables	30
Tabla 2: Roles SCRUM.....	31
Tabla 3: Personas involucradas	31
Tabla 4: Requerimientos funcionales del Software.....	32
Tabla 5: Requerimientos no funcionales del Software.....	34
Tabla 6: Cronograma de planificación	34
Tabla 7: Producto Backlog	36
Tabla 8: Historia del usuario - Sprint 1	38
Tabla 9: Historia del usuario - Sprint 2	38
Tabla 10: Historia de usuario - Sprint 3	39
Tabla 11: Historia de usuario - Sprint 4	40
Tabla 12: Historia de usuario - Sprint 5	40
Tabla 13: Historia de usuario - Sprint 6	40
Tabla 14: Páginas web para validar la accesibilidad	52
Tabla 15: Evaluación de las Métricas web principales	55
Tabla 16: Accesibilidad para personas con discapacidad o TEA.....	55
Tabla 17: Evaluación de accesibilidad web	56
Tabla 18: Cumplimiento de la directriz WCAG 2.2.....	56
Tabla 19: Niveles de WCAG 2.2 mediante evaluación de la url.....	56
Tabla 20: Nivel de la paginas web evaluadas.....	57
Tabla 21: Resultados de Heurística de validación.....	59
Tabla 22: Cumplimiento de la WCAG 2.2 recopilado por la heurística	60
Tabla 23: Niveles de WCAG 2.2 mediante evaluación heurística	60
Tabla 24: Nivel de las páginas web evaluadas por heurística	60

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Visual Studio Code	20
Figura 2: PHPMyAdmin	21
Figura 3: XAMPP	22
Figura 4: WCAG 2.2	23
Figura 5: Fases metodología SCRUM	26
Figura 6: Notas de Observación	32
Figura 7: Modelo conceptual del software	42
Figura 8: Diseño conceptual "Software validador de páginas web"	42
Figura 9: Evalúese	43
Figura 10: Menú	43
Figura 11: Inicio 1	44
Figura 12: Inicio 2	44
Figura 13: WCAG 2.2	45
Figura 14: Galería.....	45
Figura 15: Saber más.....	46
Figura 16: Qué hacemos?.....	46
Figura 17: Base de datos	47
Figura 18: Registro.....	47
Figura 19: Ingreso	48
Figura 20: Home	48
Figura 21: Validación por URL	49
Figura 22: Informe de validación por URL en PDF	49
Figura 23: Direccionamiento a WAVE por URL.....	50
Figura 24: Validación por heurística.....	50
Figura 25: Informe de la heurística	51
Figura 26: Direccionamiento a Saber más	51
Figura 27: Informe de validación por heurística en PDF	52
Figura 28: Evaluación URL de la UNACH	53
Figura 29: Evaluación URL de la ESPOCH	53
Figura 30: Evaluación URL de la UCUENCA	54
Figura 31: Evaluación URL de la Universidad de Guayaquil.....	54
Figura 32: Evaluación URL de la Universidad técnica de Ambato	55
Figura 33: Evaluación Heurística de la UNACH.....	57
Figura 34: Evaluación Heurística de la ESPOCH.....	58
Figura 35: Evaluación Heurística de la UCUENCA.....	58
Figura 36: Evaluación Heurística de la Universidad de Guayaquil	59
Figura 37: Evaluación Heurística de la Universidad técnica de Ambato.....	59

RESUMEN

El desarrollo del software de validación de accesibilidad de páginas web para personas con trastorno del espectro autista, bajo la directriz WCAG 2.2 representa un paso importante buscando la inclusión digital, con el objetivo de ayudar a la evaluación de la accesibilidad. La metodología de desarrollo del software utilizada fue Scrum, para una gestión flexible y colaborativa del proyecto. Se divide en sprints, cada uno con objetivos claros y entregables definidos, lo que facilita la adaptación a cambios y la entrega de valor de manera iterativa. El software permite una evaluación automatizada a través de la URL de la página web, así como la posibilidad de realizar evaluaciones utilizando una heurística de validación predefinida, lo que brinda flexibilidad en la detección de posibles barreras de accesibilidad. Se evaluaron cinco sitios web de universidades del Ecuador los resultados que se obtuvieron fueron los siguientes, el resultado más alto de la evaluación automática fue la Universidad técnica de Ambato con un nivel AA y 87.38%, mientras que el más bajo es la Universidad Nacional de Chimborazo con un nivel A y 34.87%. Por la evaluación manual los resultados más altos fue la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo con un nivel AA y 59.58%, resultado más bajo fue la Universidad de Cuenca con un nivel A y 42.92% de cumplimiento.

Palabras clave: Software, WCAG 2.2, accesibilidad, TEA, heurística.

ABSTRACT

ABSTRACT

The web page development and accessibility validation software for people with autism spectrum disorder, under the WCAG 2.2 directive, represents an important step in seeking digital inclusion to help evaluate accessibility. The software development methodology used was Scrum for flexible and collaborative project management. It is divided into sprints, each with clear objectives and defined deliverables, which makes it easier to adapt to changes and deliver value iteratively. The software allows for automated evaluation via the URL of the web page and the ability to perform assessments using a predefined validation heuristic, providing flexibility in detecting potential accessibility barriers. Five websites of universities in Ecuador were evaluated, and the results obtained were the following: the highest result of the automatic evaluation was the Technical University of Ambato with an AA level of 87.38%, while the lowest is the National University of Chimborazo with a level A and 34.87%. By manual evaluation, the highest results were the Escuela Superior Politécnica de Chimborazo with a level AA and 59.58%, the lowest was the University of Cuenca with a level A and 42.92% compliance.

Keywords: Software, WCAG 2.2, accessibility, TEA, heuristics.



Reviewed by:
Ms.C. Ana Maldonado León
ENGLISH PROFESSOR
C.I.0601975980

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años aumenta el interés del uso de entornos digitales y por eso es importante que todo tipo de persona pueda usar la tecnología sin restricciones, esto motiva la necesidad de validar la accesibilidad sobre las páginas web que se usan diariamente.

El trastorno de espectro autista (TEA) es una discapacidad del desarrollo causada por diferencias en el cerebro. Algunas personas con TEA tienen una diferencia conocida, como una afección genética. Todavía no se conoce otras causas. Puede que las personas con TEA se comporten, socialicen y aprendan de maneras distintas. Muchas veces no hay nada en su aspecto que las distinga de las demás personas. Las destrezas y capacidades de las personas con TEA pueden variar de manera significativa. Por ejemplo, algunas personas con TEA podrían no expresarse verbalmente. Algunas personas con TEA necesitan mucha ayuda en su vida diaria; otras pueden trabajar y vivir con poca ayuda o nada de ayuda (CDC, 2022).

Una teoría ampliamente utilizada para evaluar la accesibilidad son las heurísticas como por ejemplo la percepción, operabilidad y robustez, estas se basarán en la accesibilidad de páginas web, son principios generales establecidos por expertos en el campo de la accesibilidad y experiencia de usuario. Estas heurísticas son pautas que ayudan a identificar problemas de accesibilidad y brindan orientación sobre cómo solucionarlos (Villasante, 2019).

La presente investigación propone el desarrollo de un software, que puede ser utilizado para validar la accesibilidad de páginas web utilizando dos métodos, un método autónomo que valide la página web por medio de la url y el otro que lo valide por medio de la heurística.

La implementación de este software que valida la accesibilidad brindara beneficios a los desarrolladores, que pueden tener en cuenta los resultados obtenidos para implementar correcciones o mejoras a las páginas web.

1.1 Planteamiento del problema

Según Shawn (2019), la accesibilidad web se refiere a la capacidad de las personas, independientemente de sus habilidades o discapacidades, de acceder y utilizar la información y funcionalidad disponible en las páginas web. Es esencial que las páginas web sean accesibles para garantizar la inclusión digital y proporcionar igualdad de oportunidades para todos los usuarios. La falta de validación adecuada de la accesibilidad puede tener consecuencias negativas. Las páginas web que no son accesibles excluyendo a personas con Trastorno del Espectro Autista y demás personas con discapacidades visuales, auditivas, motoras o cognitivas, limitando su capacidad para acceder a información, servicios y oportunidades en línea. Esto resulta en una brecha digital y una discriminación hacia estos usuarios.

El problema de la validación de accesibilidad en páginas web radica en la falta de cumplimiento de los estándares y pautas de accesibilidad, así como en la dificultad de evaluar y verificar adecuadamente la accesibilidad de una página web. Abordar este

problema es crucial para garantizar la inclusión digital y brindar igualdad de acceso a todos los usuarios (Garzón, 2018).

La directriz WCAG 2.2 proporciona principios de accesibilidad a páginas web como la percepción, operabilidad y robustez. Estas directrices son ampliamente reconocidas y utilizadas por diseñadores web, desarrolladores y organizaciones para garantizar que sus sitios web sean accesibles para la mayor cantidad posible de personas, independientemente de sus capacidades (glocalqs, 2021).

1.2 Justificación

El proyecto de investigación tiene como objetivo desarrollar una herramienta de software para validar la accesibilidad web para personas con trastorno del espectro autista. Esta iniciativa es crucial para abordar los desafíos que enfrentan las personas con TEA al utilizar la tecnología de manera efectiva.

Al implementar heurísticas y cumplir con pautas de accesibilidad de la WCAG, el software pretende mejorar la inclusión y accesibilidad de las páginas web para este grupo de usuarios específico. En última instancia, este proyecto busca cerrar la brecha digital y promover la igualdad de acceso a información y servicios en línea para personas con TEA.

1.3 Formulación del problema

¿En qué medida el software para validar la accesibilidad de páginas web para personas con TEA permite evaluar la percepción, operabilidad y la comprensión?

1.4 Objetivos

General

Implementar un software para validar la accesibilidad a páginas web dirigidas a personas con TEA.

Específicos

- Investigar la metodología y herramientas para la elaboración del software de validación de accesibilidad.
- Desarrollar un software para la evaluación de la accesibilidad de páginas web para personas con TEA.
- Evaluar la accesibilidad de páginas web para personas con TEA, utilizando la directriz de accesibilidad para el contenido web (WCAG 2.2).

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 Trastorno del espectro autista

Es un trastorno del neurodesarrollo caracterizado por dificultades persistentes en la interacción social recíproca y en la comunicación, así como por la presencia de patrones de

comportamiento, intereses o actividades restringidas y repetitivas. Estas dificultades se presentan desde los primeros años de vida y limitan el funcionamiento personal y social de la persona (OMS, 2023).

Es importante tener en cuenta que la CIE-11 es una clasificación médica utilizada a nivel mundial y proporciona pautas para el diagnóstico de diversas condiciones de salud, incluido el TEA.

2.2 Características del trastorno del espectro autista

El trastorno del espectro autista (TEA) es un trastorno neurobiológico que afecta el desarrollo del cerebro y se manifiesta en problemas en la interacción social, la comunicación y en patrones de comportamiento repetitivos o restrictivos. Las personas que tienen TEA también podrían tener distintas formas de aprender, moverse o prestar atención (CDC, 2022). Aquí hay algunas características comunes asociadas con el TEA:

- Dificultades en la interacción social: Las personas con TEA pueden tener dificultades para entender las señales sociales, como el contacto visual, las expresiones faciales, el lenguaje corporal y las convenciones sociales no verbales.
- Dificultades en la comunicación: Muchas personas con TEA tienen problemas con la comunicación verbal y no verbal. Pueden tener retrasos en el desarrollo del habla, utilizar un lenguaje inusual o repetitivo (ecolalia), tener dificultades para iniciar o mantener una conversación y no entender el lenguaje figurativo o no literal.
- Patrones de comportamientos repetitivos o restrictivos: Las personas con TEA a menudo muestran comportamientos repetitivos, estereotipados o rituales. Pueden ser muy sensibles a ciertos estímulos sensoriales, como sonidos, luces o texturas.
- Rutinas y resistencia al cambio: Las personas con TEA suelen depender de rutinas estructuradas y pueden experimentar ansiedad o angustia ante cualquier cambio en su entorno o en sus rutinas diarias.
- Dificultades sensoriales: Muchas personas con TEA tienen sensibilidades sensoriales inusuales o extremas. Pueden ser hiper o hiposensibles a estímulos como sonidos, luces, olores, texturas, sabores, etc.
- Capacidades cognitivas diversas: Aunque algunas personas con TEA pueden tener discapacidades intelectuales, otras tienen habilidades cognitivas promedio o incluso superiores. El TEA afecta a cada persona de manera diferente y en diferentes grados.

2.3 Importancia de las TIC en personas con TEA

Las TIC ofrecen oportunidades de aprendizaje personalizado y adaptado a las necesidades específicas de las personas con TEA. Las aplicaciones y plataformas educativas pueden ser diseñadas siguiendo las directrices de accesibilidad de WCAG 2.2 para asegurar que sean accesibles para todos los usuarios las TIC desempeñan un papel importante en la vida de las personas con TEA al proporcionar acceso a la información, facilitar la comunicación y apoyar el aprendizaje y desarrollo. Las directrices de accesibilidad WCAG 2.2 son fundamentales para garantizar que estas tecnologías sean accesibles para todos los usuarios, incluyendo aquellos con TEA (Pereira, 2015).

2.4 Softwares validadores de accesibilidad

Son herramientas diseñadas para analizar y evaluar la accesibilidad de sitios web, aplicaciones y otros productos digitales. Estas herramientas automatizadas realizan una revisión técnica de los elementos y características del producto digital en relación con las pautas y estándares de accesibilidad establecidos, como las Pautas de Accesibilidad al Contenido Web (WCAG 2.2).

Los softwares validadores de accesibilidad pueden ofrecer informes detallados sobre los problemas encontrados, así como sugerencias y recomendaciones para corregirlos. Estas herramientas son utilizadas por desarrolladores web, diseñadores y equipos de control de calidad para asegurar que sus productos digitales sean accesibles para una amplia gama de usuarios, incluidos aquellos con discapacidades visuales, auditivas, motoras o cognitivas. Algunos softwares validadores de accesibilidad son herramientas de escritorio o en línea, mientras que otros se integran directamente en navegadores web o en herramientas de desarrollo. Estas herramientas son una parte importante del proceso de diseño y desarrollo inclusivo, ayudando a garantizar que los productos digitales cumplan con estándares de accesibilidad reconocidos (Carreras, 2023).

Estos softwares utilizan algoritmos y reglas predefinidas para escanear el código y el contenido del producto digital, identificando posibles barreras o problemas de accesibilidad. Algunos aspectos que pueden evaluar incluyen la estructura de la página, la disponibilidad de alternativas textuales para imágenes y multimedia, el contraste de colores, la navegación y la interactividad accesible, entre otros (Casiopea, 2020).

2.5 Heurísticas de Evaluación

Son un conjunto de principios o directrices diseñadas para evaluar la accesibilidad y la experiencia del usuario en un producto o sistema, se utilizan para identificar posibles problemas de diseño, accesibilidad y proporcionar recomendaciones para mejorar la calidad y la experiencia de uso. Al aplicar las heurísticas durante una evaluación, se busca identificar y comprender los problemas que pueden afectar negativamente la experiencia del usuario (Hassan Montero, 2022).

Algunas características de las heurísticas de evaluación son:

- **Generalidad:** Las heurísticas son directrices generales que se aplican a una amplia variedad de productos y sistemas. No son específicas de una plataforma o tecnología en particular, lo que las hace aplicables a diferentes contextos.
- **Facilidad de uso:** Las heurísticas están diseñadas para ser fáciles de entender y aplicar. No requieren un conocimiento profundo de teorías o metodologías de accesibilidad, lo que las hace accesibles tanto para expertos en accesibilidad como para personas menos familiarizadas con el campo.

- Cobertura amplia: Las heurísticas de evaluación suelen cubrir diferentes aspectos del diseño y la accesibilidad, como la navegación, la estructura de la información, la legibilidad del texto, la retroalimentación del sistema, la consistencia, entre otros.
- Orientación a problemas comunes: Las heurísticas están diseñadas para identificar problemas comunes que pueden afectar negativamente la experiencia del usuario. Se basan en patrones reconocidos de accesibilidad y en las mejores prácticas de diseño.

Es importante tener en cuenta que las heurísticas de evaluación no reemplazan las pruebas de accesibilidad con usuarios reales, pero son una herramienta útil para identificar problemas iniciales, orientar el proceso de diseño y evaluación. Al utilizar las heurísticas, se pueden realizar evaluaciones rápidas y eficientes de la accesibilidad de un producto o sistema, proporcionando una base sólida para la mejora del diseño.

2.6 Software para el desarrollo Web

Es una herramienta o conjunto de herramientas diseñadas para ayudar a los desarrolladores a crear, probar y mantener aplicaciones web. Estos programas proporcionan un entorno de desarrollo integrado (IDE), bibliotecas, frameworks, y otras utilidades que facilitan el proceso de construcción de aplicaciones web (IBM, 2024).

- HTML/CSS/JavaScript: Estos son los lenguajes fundamentales para el desarrollo web. HTML se utiliza para definir la estructura de la página, CSS para el diseño y estilo visual, y JavaScript para la interactividad y la lógica del lado del cliente.
- Base de Datos: PHPMyAdmin: es una herramienta de software de código abierto escrita en PHP que proporciona una interfaz gráfica basada en web para administrar bases de datos MySQL.

2.6.1 Visual Studio Code

Es una herramienta que edita el código fuente desarrollado por Microsoft, altamente popular utilizada por programadores y desarrolladores de software para escribir, editar y depurar código en una variedad de lenguajes de programación. A diferencia del IDE completo de Visual Studio, Visual Studio Code es más ligero y está diseñado para ser un editor de código fuente más simple pero potente, que se clasifica por la eficiencia y la facilidad de uso. A pesar de ser más ligero, Visual Studio Code proporciona una amplia gama de características y funcionalidades que ayudan a los desarrolladores a ser más productivos (Microsoft, Visual Studio Code, 2024).

A continuación, en la figura1 se observa el logo de la plataforma Visual Studio Code.



Figura 1: Visual Studio Code
Fuente: (Microsoft, Visual Studio Code, 2024)

Se detallan, 4 componentes importantes de Visual Studio Code (Microsoft, Visual Studio Code, 2024).

- **Gratuito y de código abierto:** VS Code es gratuito y de código abierto, lo que significa que los desarrolladores pueden usarlo sin costo y contribuir a su desarrollo si así lo desean.
- **Rendimiento:** Aunque es un editor liviano, ofrece un rendimiento excepcional incluso en proyectos grandes y complejos.
- **Extensibilidad:** La capacidad de personalización y las numerosas extensiones disponibles permiten a los desarrolladores adaptar el editor según sus necesidades y preferencias.
- **Comunidad activa:** Cuenta con una gran comunidad de usuarios y desarrolladores que proporcionan soporte, comparten conocimientos y contribuyen con extensiones y mejoras.

Visual Studio Code es un editor de código fuente altamente funcional, flexible y potente que se ha convertido en una herramienta indispensable para muchos desarrolladores de software. Su popularidad se debe a su facilidad de uso, rendimiento, amplia gama de características y extensibilidad.

2.7 PHPMyAdmin

Es una herramienta de software libre y de código abierto escrita en PHP que proporciona una interfaz web para administrar bases de datos MySQL. Fue creada originalmente por Tobias Ratschiller y se ha convertido en una de las herramientas más populares para administrar bases de datos MySQL, especialmente en entornos de desarrollo web, PHPMyAdmin permite a los usuarios administrar fácilmente sus bases de datos MySQL a través de una interfaz web intuitiva (PHPMyAdmin, 2024).

A continuación, en la figura 2 se observa el logo de la plataforma PHPMyAdmin.



Figura 2: PHPMyAdmin
Fuente: (PHPMyAdmin, 2024)

Algunas de las características principales de phpMyAdmin incluyen (PHPMyAdmin, 2024):

- **Gestión de bases de datos:** Permite crear, eliminar y modificar bases de datos.
- **Gestión de tablas:** Proporciona herramientas para crear, eliminar y modificar tablas, así como para importar y exportar datos.
- **Ejecución de consultas SQL:** Permite a los usuarios ejecutar consultas SQL directamente desde la interfaz web, lo que facilita la manipulación y el análisis de datos.
- **Gestión de usuarios y privilegios:** Permite administrar usuarios y sus privilegios dentro de la base de datos, controlando quién puede acceder y realizar cambios en la base de datos y en qué medida.
- **Diseño visual de tablas:** Ofrece una interfaz gráfica para diseñar tablas de bases de datos, lo que facilita la creación de tablas y la definición de sus columnas, tipos de datos, claves, etc.
- **Importación y exportación de datos:** Facilita la importación y exportación de datos hacia y desde la base de datos MySQL en una variedad de formatos, incluyendo SQL, CSV y XML.
- **Soporte multiplataforma:** phpMyAdmin es una aplicación web basada en PHP, lo que significa que puede ejecutarse en una variedad de plataformas y sistemas operativos que admiten PHP y MySQL.

PHPMyAdmin es una herramienta esencial para administrar bases de datos MySQL en entornos de desarrollo web. Su interfaz web intuitiva y sus numerosas características hacen que sea fácil y conveniente para los usuarios administrar y manipular sus datos de manera eficiente.

2.8 XAMPP y características

Es un paquete de software libre y de código abierto que facilita la instalación y configuración de un entorno de desarrollo web local. El nombre XAMPP es un acrónimo que representa los siguientes componentes del paquete (Friends, 2023):

- **X:** Se refiere a cualquier sistema operativo (Windows, Linux, macOS).

- A: Apache, un servidor web.
- M: MySQL, un sistema de gestión de bases de datos relacionales.
- P: PHP, un lenguaje de programación de uso común para desarrollo web.
- P: Perl, un lenguaje de programación de uso general.

Además de estos componentes principales, XAMPP también puede incluir otros programas y herramientas útiles para el desarrollo web, como phpMyAdmin (para gestionar bases de datos MySQL a través de una interfaz web), OpenSSL (para cifrado SSL/TLS), y varios módulos de PHP y Apache. XAMPP está diseñado principalmente para crear un entorno de desarrollo web local que simula un servidor web en un sistema operativo típico de producción. Esto permite a los desarrolladores trabajar en sus sitios web y aplicaciones web de manera local en sus propios equipos, sin necesidad de una conexión a Internet ni de alojar sus proyectos en un servidor remoto (Friends, 2023).

A continuación, en la figura 3 se observa el logo de la plataforma XAMPP.



Figura 3: XAMPP
Fuente: (Friends, 2023)

Algunas de las características principales de XAMPP incluyen (Friends, 2023):

- **Facilidad de instalación:** XAMPP proporciona un instalador sencillo que facilita la instalación y configuración de todos los componentes necesarios para el desarrollo web local.
- **Entorno completo:** Incluye todos los componentes esenciales para el desarrollo web, como un servidor web, un sistema de gestión de bases de datos y lenguajes de programación.
- **Portabilidad:** XAMPP es portátil, lo que significa que puede ser instalado en una unidad USB o en cualquier directorio del sistema, lo que facilita su transporte y uso en diferentes equipos.
- **Compatibilidad multiplataforma:** Está disponible para diferentes sistemas operativos, incluyendo Windows, Linux y macOS.

- Configuración predefinida: Viene con una configuración predeterminada que funciona bien para la mayoría de los casos de uso, lo que permite a los desarrolladores empezar a trabajar rápidamente sin necesidad de realizar configuraciones complejas.

XAMPP es una herramienta muy útil para desarrolladores web que desean crear y probar sitios web y aplicaciones web en un entorno de desarrollo local antes de publicarlos en un servidor web en producción.

2.9 Directrices de accesibilidad para el contenido WEB (WCAG 2.2)

El Consorcio World Wide Web (W3C) publicó las Pautas de accesibilidad al contenido web (WCAG) 2.1 en 2018 y ha obtenido reconocimiento internacional. Este marco garantiza que los diseñadores y desarrolladores de contenido web creen recursos que sean accesibles para la audiencia más amplia posible. La versión anterior de esta directriz, WCAG 2.0, fue publicada por el W3C en 2008 y adoptada como estándar por la Organización Internacional de Normalización (ISO) en 2012 como ISO/IEC 40500:2012 (glocalqs, 2021).

Las WCAG 2.2 se respalda y es concisa a la WCAG 2.0. WCAG 2.1 añade nuevos criterios de éxito adicionales relativos a la accesibilidad de páginas web para personas con discapacidades cognitivas. Es decir, que el contenido que se ajusta a las WCAG 2.1 también cumple con las WCAG 2.0 (glocalqs, 2021).

En la figura 4, se visualiza el logotipo de la WCAG 2.2.

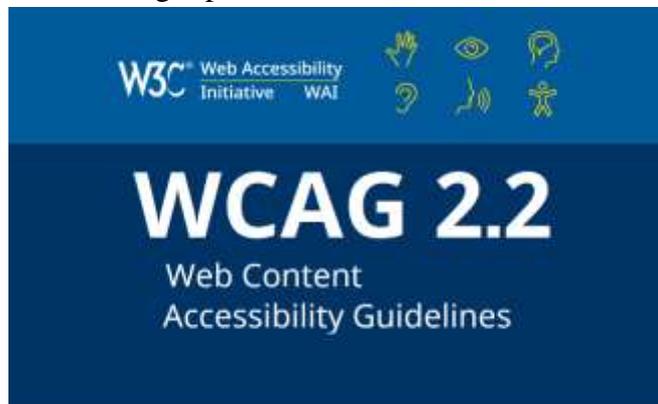


Figura 4: WCAG 2.2
Fuente: (glocalqs, 2021)

Principios fundamentales de las WCAG (glocalqs, 2021):

- **Perceptible:** se refiere a la capacidad de los usuarios para percibir y entender el contenido presentado en una página web, independientemente de sus capacidades sensoriales.
 - ✓ Distinguible. Ayuda de forma significativa a los usuarios ver y oír el contenido de la Página web.

- ✓ Alternativas en texto. Texto Alternativo: Proporcionar texto alternativo para imágenes y otros elementos no textuales, de modo que las personas con discapacidad visual puedan comprender el contenido a través de tecnologías de asistencia.
- **Operable:** Los componentes de navegación y de interfaz de usuario deben ser operables.
 - ✓ Navegable. Proporcionar formas de ayudar a los usuarios a navegar, encontrar contenido y determinar su ubicación.
 - ✓ Parpadeos y reacciones físicas. No se diseña el contenido de manera que cause convulsiones.
- **Comprensible:** La funcionalidad de la interfaz y la navegación de usuario deben ser comprensibles y fáciles de usar.
 - ✓ Legible. El contenido en texto sea legible y comprensible.

2.9.1 Accesibilidad

La evaluación de accesibilidad en páginas web es un proceso fundamental para garantizar que el contenido en línea sea accesible para todas las personas, incluyendo aquellas con discapacidades (Estudio, 2023). Existen diferentes formas de evaluar la accesibilidad de un sitio web. Aquí están algunas opciones:

- Herramientas automatizadas: estas herramientas verifican su sitio en busca de problemas comunes de accesibilidad y brindan una descripción detallada de los problemas que deben abordarse. Algunas herramientas populares incluyen WebAIM, AChecker y WAVE.
- Prueba manual: implica inspeccionar manualmente el sitio web y probar varios aspectos como la navegación, el contraste de color, la compatibilidad del lector de pantalla, la accesibilidad del teclado y otros elementos de accesibilidad. También puede utilizar tecnología de asistencia, como un lector de pantalla.
- Pruebas de usuario: como se mencionó anteriormente, las pruebas de usuario son una técnica eficaz para evaluar la accesibilidad de un sitio web. Puede invitar a personas con diferentes habilidades a probar su sitio y brindar comentarios sobre su accesibilidad y accesibilidad.

2.9.2 WAVE

Es una herramienta de evaluación de accesibilidad en línea que proporciona un análisis detallado de la accesibilidad de una página web. Fue desarrollada por WebAIM

(Accesibilidad en Internet) y se utiliza para identificar problemas de accesibilidad y ayudar a los desarrolladores a mejorar la accesibilidad de sus sitios web (WebAIM, 2024).

Características principales de WAVE (WebAIM, 2024):

- **Análisis de la página web completa:** WAVE escanea toda la página web y proporciona un informe detallado de los problemas de accesibilidad encontrados.
- **Identificación de problemas específicos:** WAVE identifica una variedad de problemas de accesibilidad, incluyendo la falta de texto alternativo en imágenes, problemas de contraste de color, errores en la estructura semántica del HTML, enlaces rotos y más.
- **Visualización de iconos y etiquetas:** WAVE muestra iconos y etiquetas directamente en la página web para indicar la ubicación y el tipo de problema de accesibilidad encontrado. Esto facilita la identificación y corrección de problemas.
- **Inspección de elementos individuales:** WAVE permite a los usuarios inspeccionar elementos individuales en la página web para obtener información detallada sobre su accesibilidad. Esto puede ser útil para comprender mejor los problemas específicos y cómo corregirlos.
- **Opciones de personalización:** WAVE ofrece varias opciones de personalización, como resaltar los elementos con problemas de accesibilidad en la página web, ocultar ciertos tipos de errores, y cambiar el nivel de detalle del informe.
- **Compatibilidad con múltiples navegadores:** WAVE es compatible con varios navegadores web, incluyendo Google Chrome, Mozilla Firefox y Microsoft Edge. También está disponible como una extensión de navegador para una integración más fácil en el flujo de trabajo de desarrollo.

WAVE es una herramienta poderosa y fácil de usar que ayuda a los desarrolladores a identificar y corregir problemas de accesibilidad en sus sitios web. Al proporcionar un análisis detallado de la accesibilidad de una página web, WAVE facilita la creación de sitios web accesibles para todas las personas, incluyendo aquellas con discapacidades.

2.10 Metodología SCRUM

Es un marco de trabajo ágil utilizado en el desarrollo de software y otros proyectos que requieren trabajo colaborativo y adaptativo. Se basa en principios iterativos e incrementales que promueven la flexibilidad, la colaboración y la entrega temprana de valor. Scrum se centra en la entrega de productos de alta calidad de forma regular, permitiendo a los equipos adaptarse a medida que avanzan en el proyecto (Rubio, 2023).

En la figura 5, se visualiza las fases de esta metodología.



Figura 5: Fases metodología SCRUM
Fuente: (Rubio, 2023).

Las cinco fases principales de Scrum son las siguientes (WebAIM, 2024).:

- Inicio (Inicio del Proyecto o Sprint Planning):
 - ✓ Durante esta fase, se define el alcance general del proyecto y se establecen los objetivos y requisitos iniciales.
 - ✓ El Product Owner trabaja con los stakeholders para crear el Product Backlog, una lista priorizada de las características y requisitos del producto.
 - ✓ El equipo de Scrum lleva a cabo una reunión de Sprint Planning para seleccionar un conjunto de elementos del Product Backlog para trabajar durante el Sprint inicial.
 - ✓ Se establece el tiempo y la duración del primer Sprint.

- Planificación y Ejecución del Sprint (Sprint):
 - ✓ Durante esta fase, el equipo de Scrum trabaja en el conjunto de elementos seleccionados del Product Backlog para el Sprint actual.
 - ✓ Las tareas se descomponen en unidades manejables y se asignan a los miembros del equipo.
 - ✓ Se celebra una reunión diaria de Scrum, llamada Daily Scrum o Stand-up, para revisar el progreso, identificar obstáculos y planificar el trabajo diario.
 - ✓ El equipo trabaja en incrementos de producto potencialmente entregables, con el objetivo de completar el trabajo al final del Sprint.

- Revision del Sprint (Sprint Review):
 - ✓ Al final de cada Sprint, se celebra una reunión de Sprint Review en la que el equipo de Scrum presenta el trabajo completado durante el Sprint a los stakeholders.
 - ✓ Se revisa el incremento de producto entregado y se recopila la retroalimentación de los stakeholders.

- ✓ Se adapta el Product Backlog en función de la retroalimentación recibida y de las nuevas necesidades o prioridades.
- Retrospectiva del Sprint (Sprint Retrospective):
 - ✓ Después de la reunión de Sprint Review, el equipo de Scrum celebra una reunión de Sprint Retrospective para reflexionar sobre el proceso y la colaboración durante el Sprint.
 - ✓ Se identifican los puntos fuertes y las áreas de mejora, y se planifican acciones para mejorar el proceso en futuros Sprints.
 - ✓ Se establecen objetivos de mejora continua para el próximo Sprint.
- Entrega del Producto (Despliegue):
 - ✓ Después de múltiples Sprints, el producto alcanza un estado en el que se considera completo y listo para su despliegue.
 - ✓ El equipo de Scrum trabaja en la preparación y el despliegue del producto final, siguiendo los procedimientos establecidos por la organización.
 - ✓ El producto se entrega a los usuarios finales para su uso y se recopila la retroalimentación adicional para futuras iteraciones y mejoras.

Estas cinco fases son fundamentales para el proceso de Scrum y se repiten en ciclos sucesivos para permitir una entrega continua y adaptativa del producto. El enfoque iterativo e incremental de Scrum permite a los equipos responder a cambios en los requisitos y en el entorno de desarrollo de manera ágil y eficiente.

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3. METODOLOGÍA

El presente proyecto de investigación tiene un enfoque mixto, dado que se requiere utilizar métodos y técnicas para la recolección y análisis de datos, así como la validación de accesibilidad de la página web utilizando la directriz de accesibilidad para el contenido web (WCAG 2.2).

3.1 Tipo de investigación

3.1.1 Investigación descriptiva

Este tipo de investigación se realizó para obtener información detallada sobre el estado actual de la accesibilidad de las páginas web, lo que puede servir como punto de partida para tomar medidas correctivas y mejoras.

3.2 Diseño de Investigación

3.2.1 Investigación no experimental

Permitió obtener conocimiento e información sobre el desarrollo del software validador de accesibilidad para personas con TEA y representa una herramienta invaluable para comprender y mejorar la experiencia de los usuarios con TEA en el uso de las páginas web.

3.3 Técnicas de recolección de datos

3.3.1 Observación

Con el propósito de recolectar información sobre los problemas que tiene los usuarios diagnosticados con TEA en el manejo de páginas web se realizó una observación de diferentes sitios web para ayudar a los desarrolladores a identificar y corregir problemas de accesibilidad en sus sitios web y proporcionar un análisis detallado de la accesibilidad.

3.4 Población y muestra

3.4.1 Población

Se validará 5 páginas web que cumpla la directriz WCAG 2.2 en los principios: perceptibilidad, operabilidad, comprensibilidad.

3.5 Técnicas de análisis e interpretación de la información

Se tabuló el resultado de la evaluación de los sitios web bajo los principios de la WCAG 2.2: perceptibilidad, operabilidad, comprensibilidad.

3.6 Identificación de variables

3.6.1 Variable dependiente

Accesibilidad de páginas web considerando los indicadores de la WCAG 2.2: perceptible, operable y comprensible.

3.6.2 Variable independiente

Software para validar la accesibilidad sobre páginas web para personas con TEA.

3.7 Operacionalización de variables

En la tabla1, se presenta la operacionalización de variables del proyecto.

Tabla 1: Operacionalización de variables

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	TEMA	OBJETIVOS	VARIABLES	CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIÓN	INDICADORES
¿En qué medida el software para validar la accesibilidad de páginas web para personas con TEA permite evaluar la percepción, operabilidad y la comprensión?	Software de validación de accesibilidad en páginas web para personas con Trastorno del Espectro Autista	<p>Objetivo general</p> <ul style="list-style-type: none"> •Implementación de Software para validar accesibilidad sobre páginas web dirigidas a personas con TEA. <p>Objetivos específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> •Investigar la metodología y herramientas para la elaboración de software para validar accesibilidad sobre páginas web para personas con TEA. •Desarrollar un software para la evaluación de la accesibilidad de páginas web para personas con TEA. • Evaluar la accesibilidad de páginas web para personas con TEA utilizando la directriz de accesibilidad para el contenido web (WCAG 2.2). 	<p>Independiente:</p> <p>Software para validar accesibilidad sobre páginas web para personas con TEA.</p> <p>Dependiente:</p> <p>Accesibilidad de páginas web considerando los indicadores de la WCAG 2.2: perceptible, operable y comprensible.</p>	<p>Proporciona una rectificación de como la accesibilidad de las páginas web son importantes para personas diagnosticadas con TEA, lo que facilitara el acceso, la percepción y el manejo.</p> <p>La validación de la accesibilidad para páginas web es un proceso importante para garantizar que se accesible a todas las personas, incluyendo a personas diagnosticadas con el trastorno de espectro autista</p>	<p>Software que valida la accesibilidad en páginas web dirigidas a personas con Trastorno del Espectro Autista</p> <p>Evaluación del software validador de accesibilidad en páginas web dirigidas a personas con Trastorno del espectro autista, mediante encuesta cerrada e introducción del código de la página web al software desarrollado</p>	<p>Independiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Numero de Módulos - Técnicas a utilizar <p>Dependiente:</p> <p>Criterios de accesibilidad en base a la directriz de accesibilidad para el contenido web (WCAG 2.2).</p> <p>Perceptible: La información y los componentes de la interfaz deben presentarse de modo que puedan ser percibidos por los usuarios.</p> <p>Operable: La navegación y los componentes de la interfaz de usuario deben ser operables.</p> <p>Comprensible: La información y el funcionamiento de la interfaz de usuario deben ser comprensibles.</p>

Elaborado por: Daniel Huera

3.8 Metodología de desarrollo del software validador de Accesibilidad

Se utilizó la metodología SCRUM para el desarrollo del Software validador de Accesibilidad, que está orientado a evaluar la accesibilidad en páginas web según la directriz WCAG 2.2 y orientado a usuarios con TEA: los roles establecidos en el proyecto se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2: Roles SCRUM

Rol	Competencia
Product Owner	Requiere el software validador de accesibilidad de páginas web para personas diagnosticadas con TEA
Scrum Master	Responsable del Software, asegurando el progreso de esta. Entre sus responsabilidades están: <ol style="list-style-type: none"> 1. Planificación 2. Gestión de tareas y prioridades
Scrum Team	Responsable de las tareas de desarrollo y funcionamiento del Software

Elaborado por: Daniel Huera.

El equipo de trabajo se indica a continuación en la tabla 3. La nominación de los roles se basa en las premisas de la metodología SCRUM.

Tabla 3: Personas involucradas

Rol	Responsabilidad	Personal
Product Owner	Toma decisiones finales sobre qué funcionalidades se incluyen en cada iteración del desarrollo y en qué orden se desarrollan	Mgs. Milton López
Scrum Máster	Persona encargada de asignar tareas y prioridades	Mgs. Diego Reina
Team	Encargado del desarrollo y funcionamiento del Software	Sr. Daniel Huera

Elaborado por: Daniel Huera

3.9 Procedimiento

3.9.1 Análisis de requerimientos y obtención de la información

En esta parte se realizó notas de observación a modelos de software validador de accesibilidad y como se representaría las diferentes propiedades y características significativas en el desarrollo del software validador de accesibilidad de páginas web para personas con Trastorno del Espectro Autista, por parte del tutor y desarrollador de tesis véase en la figura 6.

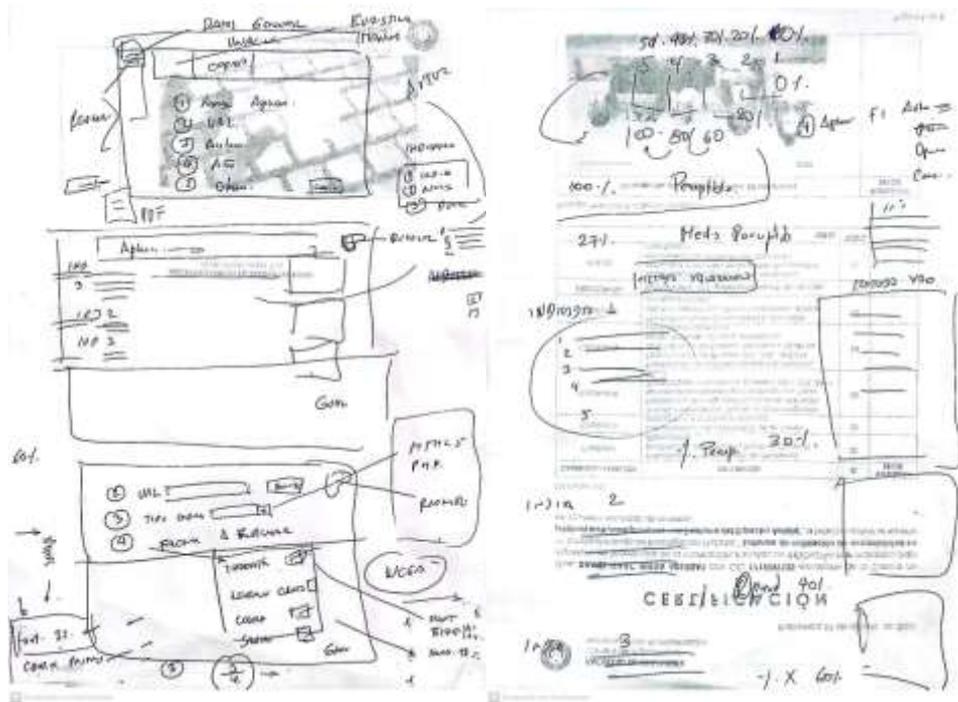


Figura 6: Notas de Observación
Elaborado por: Daniel Huera

Análisis: A través de las notas de observación realizadas con el tutor de tesis y desarrollador de tesis, se obtuvo el diseño de la estructura y arquitectura del software validador. Se estableció 2 características principales; el ingreso del url para sitios que están publicados para la validación automática y un segundo escenario la validación a través de una heurística ajustada para personas con TEA.

3.9.2 Requerimientos funcionales

A continuación, se presentan los requerimientos funcionales, se visualiza en la tabla 4.

Tabla 4: Requerimientos funcionales del Software

LISTADO DE REQUERIMIENTOS FUNCIONALES			
RF ^o	Nombre del requerimiento	Descripción	Prioridad
RF01	Menú	Un menú bien diseñado facilita que los visitantes encuentren rápidamente lo que están buscando en el sitio web. Les permite acceder a diferentes secciones, páginas o categorías de contenido con solo unos pocos clics.	Alta
RF02	Opción de navegación “Inicio”	Permite a los usuarios informarse sobre las dificultades que tiene las personas con TEA y la importancia de TIC	Alta
RF03	Opción de navegación “WCAG”	Permite a los usuarios saber más sobre la directriz WCAG que se aplicó al software validador de accesibilidad	Media
RF04	Opción de navegación “Galería”	Permite a los usuarios visualizar el logo y varias imágenes donde los usuarios usan la tecnología sin brecha alguna.	Media

RF05	Opción de navegación” Saber Más”	Permite al usuario informarse sobre la web EVALUEASE	Media
RF06	Opción de navegación” Qué hacemos”	Permite al usuario informarse sobre que se hace en el software validador de accesibilidad y de que trata las heurísticas.	Alta
RF07	Login de “Registro”	El registro en una página web sirve principalmente para identificar y autenticar a los usuarios, lo que permite acceder a contenido personalizado, realizar acciones específicas y proporcionar una experiencia más personalizada.	Alta
RF08	Login de “Ingresar”	Permite a los usuarios ingresar a su cuenta utilizando credenciales únicas, como un nombre de usuario y una contraseña. La función principal del login de ingreso es garantizar que solo los usuarios autorizados puedan acceder a determinados recursos o funcionalidades.	Alta
RF09	Home	El usuario podrá introducir la URL de su página web a evaluar o si no lo dispone podrá hacer una heurística de validación de accesibilidad.	Alta
RF10	Evaluación por “URL”	Al introducir la URL el usuario visualizara un informe donde se validó la accesibilidad de su página web	Alta
RF11	Informe de validación por URL en PDF	Se podrá ver el informe, guardar un PDF en escritorio o imprimir.	Alta
RF12	Direccionamiento a WAVE por URL	Al introducir la URL, el usuario tiene la opción de redirigir a otro validador llamado WAVE donde tiene más opciones validadoras de accesibilidad.	Alta
RF13	Evaluación por “Heurística”	El usuario podrá responder una serie de preguntas de si o no para validar la accesibilidad de la página web de forma teórica	Alta
RF14	Informe de la Heurística	El usuario al terminar de responder la heurística, podrá visualizar un informe donde se dará los resultados de la validación de accesibilidad	Alta
RF15	Direccionamiento a “Saber más”	El usuario tendrá la opción de informarse sobre la directriz WCAG la cual se aplicó al software	Media
RF16	Informe de validación por heurística en PDF	Se podrá ver el informe, guardar un PDF en escritorio o imprimir.	Alta

Elaborado por: Daniel Huera

3.9.3 Requerimientos no funcionales

Por otra parte, los requerimientos no funcionales describen el funcionamiento general del sistema comprendiendo categorías de disponibilidad, restricción de diseño, rendimiento, interfaces externas y control de usuario, véase la tabla 5.

Tabla 5: Requerimientos no funcionales del Software

LISTADO DE REQUERIMIENTOS NO FUNCIONALES			
RNF°	Nombre del requerimiento	Descripción	Categoría
RNF01	Página Web responsiva	El juego debe ser compatible con los sistemas operativos móviles Android.	Diseño Flexible
RNF02	Perceptible	La información y los componentes de la interfaz deben presentarse de modo que puedan ser percibidos por los usuarios.	Accesibilidad
RNF03	Operable	La navegación y los componentes de la interfaz de usuario deben ser operables.	Accesibilidad
RNF04	comprensible	La información y el funcionamiento de la interfaz de usuario deben ser comprensibles.	Accesibilidad

Elaborado por: Daniel Huera

3.10 Planificación y estimación

La planificación se llevó a cabo considerando el tiempo necesario para desarrollar el Software de validación de accesibilidad en páginas web para personas con Trastorno del Espectro Autista, como se detalla en la tabla 6. Se estableció que la duración total para completar el proyecto será de aproximadamente 5 meses.

Tabla 6: Cronograma de planificación

N.º	ACTIVIDADES	SEMANAS																			
		MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5			
		S 1	S 2	S 3	S 4	S 5	S 6	S 7	S 8	S 9	S 10	S 11	S 12	S 13	S 14	S 15	S 16	S 17	S 18	S 19	S 20
1	Tutorías del proyecto de Investigación.																				
2.	Análisis de la Investigación																				
2.1	Planificación del proyecto de investigación	x																			
2.2	Recopilación de información de softwares validador de Accesibilidad	x																			
2.3	Levantamiento de requerimientos funcionales y no funcionales.		x																		
2.4	Diseño del software validador de Accesibilidad		x																		

Autista. A continuación, se observa la lista de tareas tomadas en consideración, de acuerdo con los requerimientos establecidos, véase la tabla 7.

Tabla 7: Producto Backlog

Backlog del Proyecto			
ID	Requisitos	Descripción	Tiempo de realización
PB01	Menú	Se muestra al usuario el menú del software que contiene opciones de navegación el cual contiene lo siguiente: <ul style="list-style-type: none"> • Inicio • WCAG • Galería • Saber más • ¿Qué hacemos? • Ingresar • Registrarse 	2 semanas
PB02	Inicio	Se visualiza imágenes por un scroll, que contiene información sobre las dificultades que tiene las personas con TEA en el uso de la tecnología	1 semanas
PB03	WCAG	Se visualiza una imagen representativa de la WCAG 2.2 como también la información de los principios de la directriz WCAG 2.2	1 semana
PB04	Galería	Permite a los usuarios visualizar el logo y varias imágenes donde los usuarios usan la tecnología sin brecha alguna.	1 semanas
PB05	Saber más	Permite al usuario informarse sobre el software EVALUEASE	1 semana
PB06	¿Qué hacemos?	Permite al usuario informarse sobre que se hace en el software validador de accesibilidad, de que trata las heurísticas y algunas características.	1 semana
PB07	Base de datos en PHPMyAdmin	Es importante diseñar la estructura de la base de datos que almacenará la información relevante	1 semana
PB08	Registrarse	Para ingresar al Software validador los usuarios ingresan sus credenciales para crear una nueva Cuenta, donde se incluye los siguientes elementos: <ul style="list-style-type: none"> • Nombre • Correo electrónico • Contraseña • Repetición de contraseña • Botón que valida el registro 	1 semana

PB09	Ingresar	<p>Una vez creada una nueva cuenta registrada, ingresamos las credenciales de acceso para autenticarse en el software, donde se incluye los siguientes elementos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Correo electrónico • Contraseña • Recordar credenciales • Botón de ingreso al software • Botón de olvide mi contraseña 	1 semana
PB10	Home	El usuario visualizara una imagen informática de la directriz WCAG 2.2 y una barra de búsqueda donde ingresaremos la URL de la página web para validar o a su vez validar por una Heurística	1 semana
PB11	Validación por “URL”	Al ingresar la URL de la página web para la validación, procederá analizar y validar su contenido bajo la directriz WCAG 2.2 como también un TEST de prueba de rendimiento y velocidad de carga	2 semana
PB12	Informe de validación por URL en PDF	Al introducir la URL el usuario visualizara un informe donde se validó la accesibilidad de la página web, se podrá guardar en pdf e imprimir	1 semana
PB13	Direccionamiento a WAVE por URL	Al introducir la URL, el usuario tiene la opción de redirigir por medio de un botón a otro validador llamado WAVE donde tiene más opciones evaluadoras de accesibilidad.	1 semana
PB14	Validación por “Heurística”	El usuario podrá responder una serie de preguntas de si o no para evaluar la accesibilidad de la página web de forma teórica	1 semana
PB15	Informe de la Heurística	El usuario al terminar de responder la heurística, podrá visualizar un informe donde se dará los resultados de la validación de accesibilidad según la directriz WCAG 2.2	1 semana
PB16	Direccionamiento a “Saber más”	El usuario podrá redireccionarse por un botón a la página oficial de la directriz WCAG 2.2 la cual se aplicó al software y sus principios fundamentales son: <ul style="list-style-type: none"> • Perceptible • Operable • Comprensible 	1 semana
PB17	Informe de validación por Heurística en PDF	Se podrá ver el informe, guardar un PDF en escritorio o imprimir.	1 semana

Elaborado por: Daniel Huera

3.10.2 Planificación de Sprints

Esta distribución permitió estructurar el proyecto en diferentes sprints, los cuales se llevaron a cabo según el cronograma de planificación establecido.

Sprint 1

La ejecución del primer sprint, consta de 1 ítem, tomo aproximadamente 3 semanas laborables, véase la tabla 8.

Tabla 8: Historia del usuario - Sprint 1

HISTORIA DE USUARIO – SPRINT 1			
ID	Requisitos	Descripción	Tiempo de realización
PB01	Menú	Se muestra al usuario el menú del software que contiene opciones de navegación el cual contiene lo siguiente: <ul style="list-style-type: none">• Inicio• WCAG• Galería• Saber más• ¿Qué hacemos?• Ingresar• Registrarse	2 semanas
PB02	Inicio	Se visualiza imágenes por un scroll, que contiene información sobre las dificultades que tiene las personas con TEA en el uso de la tecnología	1 semanas

Elaborado por: Daniel Huera

Sprint 2

El segundo sprint, consta de 5 ítems, tomo aproximadamente 4 semanas laborables, véase la tabla 9.

Tabla 9: Historia del usuario - Sprint 2

HISTORIA DE USUARIO – SPRINT 2			
ID	Requisitos	Descripción	Tiempo de realización
PB03	WCAG	Se visualiza una imagen representativa de la WCAG 2.2 como también la información de los principios de la directriz WCAG 2.2	1 semana
PB04	Galería	Permite a los usuarios visualizar el logo y varias imágenes donde los usuarios usan la tecnología sin brecha alguna.	1 semanas
PB05	Saber más	Permite al usuario informarse sobre el	1

		software EVALUEASE	semana
PB06	¿Qué hacemos?	Permite al usuario informarse sobre que se hace en el software validador de accesibilidad, de que trata las heurísticas y algunas características.	1 semana

Elaborado por: Daniel Huera

Sprint 3

El tercer sprint, consta de 2 ítems, tomo aproximadamente 3 semanas laborables, véase la tabla 10.

Tabla 10: Historia de usuario - Sprint 3

HISTORIA DE USUARIO – SPRINT 3			
ID	Requisitos	Descripción	Tiempo de realización
PB07	Base de datos en PHPMyAdmin	Es importante diseñar la estructura de la base de datos que almacenará la información relevante	1 semana
PB08	Registrarse	Para ingresar al Software validador los usuarios ingresan sus credenciales para crear una nueva Cuenta, donde se incluye los siguientes elementos: <ul style="list-style-type: none"> • Nombre • Correo electrónico • Contraseña • Repetición de contraseña • Botón que valida el registro 	1 semana
PB09	Ingresar	Una vez creada una nueva cuenta registrada, ingresamos las credenciales de acceso para autenticarse en el software, donde se incluye los siguientes elementos: <ul style="list-style-type: none"> • Correo electrónico • Contraseña • Recordar credenciales • Botón de ingreso al software • Botón de olvide mi contraseña 	1 semana

Elaborado por: Daniel Huera

Sprint 4

El cuarto sprint, consta de 1 ítem, tomó aproximadamente 1 semana laborable, véase la tabla 11.

Tabla 11: Historia de usuario - Sprint 4

HISTORIA DE USUARIO – SPRINT 4			
ID	Requisitos	Descripción	Tiempo de realización
PB10	Home	El usuario visualizara una imagen informática de la directriz WCAG 2.2 y una barra de búsqueda donde ingresaremos la URL de la página web para validar o a su vez validar por una Heurística	1 semana

Elaborado por: Daniel Huera

Sprint 5

El quinto sprint, consta de 3 ítems, tomó aproximadamente 4 semanas laborables, véase la tabla 12.

Tabla 12: Historia de usuario - Sprint 5

HISTORIA DE USUARIO – SPRINT 5			
ID	Requisitos	Descripción	Tiempo de realización
PB11	Validación por “URL”	Al ingresar la URL de la página web para la validación, procederá analizar y validar su contenido bajo la directriz WCAG 2.2 como también un TEST de prueba de rendimiento y velocidad de carga	2 semana
PB12	Informe de validación por URL en PDF	Al introducir la URL el usuario visualizara un informe donde se validó la accesibilidad de la página web, se podrá guardar en PDF e imprimir	1 semana
PB13	Direccionamiento a WAVE por URL	Al introducir la URL, el usuario tiene la opción de redirigir por medio de un botón a otro validador llamado WAVE donde tiene más opciones evaluadoras de accesibilidad.	1 semana

Elaborado por: Daniel Huera

Sprint 6

El sexto sprint, consta de 3 ítems, tomó aproximadamente 4 semanas laborables, véase la tabla 13.

Tabla 13: Historia de usuario - Sprint 6

HISTORIA DE USUARIO – SPRINT 6			
---------------------------------------	--	--	--

ID	Requisitos	Descripción	Tiempo de realización
PB14	Validación por “Heurística”	El usuario podrá responder una serie de preguntas de si o no para evaluar la accesibilidad de la página web de forma teórica	1 semana
PB15	Informe de la Heurística	El usuario al terminar de responder la heurística, podrá visualizar un informe donde se dará los resultados de la validación de accesibilidad según la directriz WCAG 2.2	1 semana
PB16	Direccionamiento a “Saber más”	El usuario podrá redirigirse por un botón a la página oficial de la directriz WCAG la cual se aplicó al software y sus principios fundamentales son: <ul style="list-style-type: none"> • Perceptible • Operable • Comprensible 	1 semana
PB17	Informe de validación por Heurística en PDF	Se podrá ver el informe, guardar un PDF en escritorio o imprimir.	1 semana

Elaborado por: Daniel Huera

3.11 Diseño

Se ha realizado la estructuración esquemática del software de validación de accesibilidad en páginas web para personas con trastorno del espectro autista que se va a desarrollar. La estructura muestra las diferentes opciones de navegación que tiene el menú principal, login de ingreso y registro para usuarios, como también la herramienta de validación y heurística

La figura 7 presenta la estructura del software validador de páginas web. Se presentó un modelo conceptual que da a conocer una idea general de lo que ofrece el software.

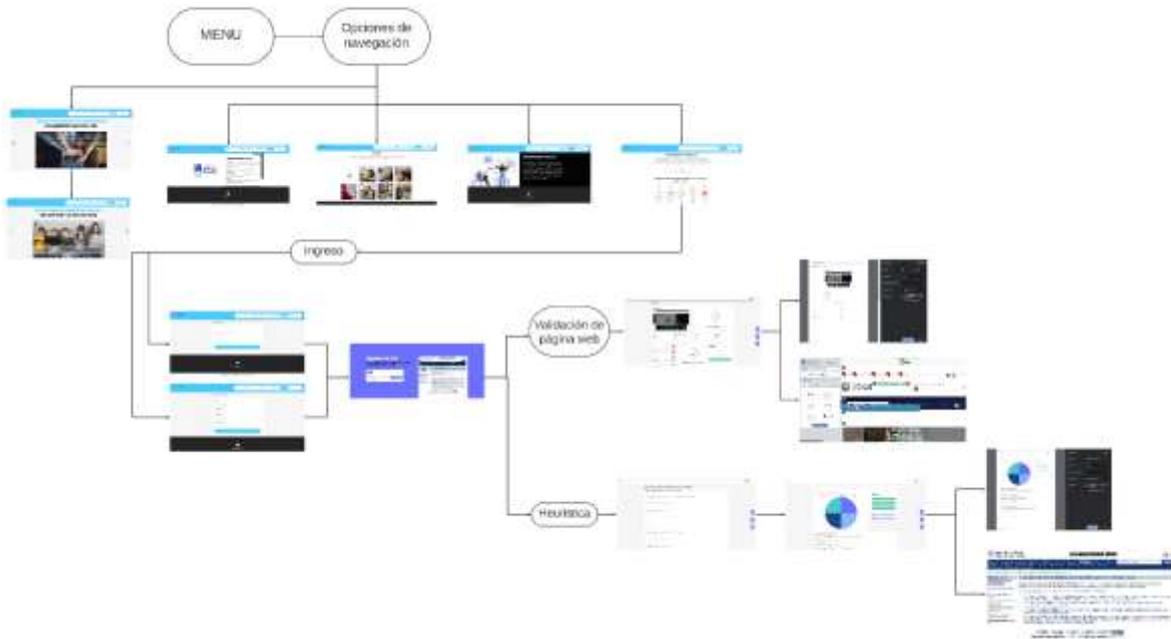


Figura 7: Modelo conceptual del software
Elaborado por: Daniel Huera

Se elaboró el modelo conceptual considerando la guía de varios softwares de validación de páginas web. Se utilizó las opciones básicas que se encuentran en varios softwares de validación de accesibilidad, véase la figura 8.

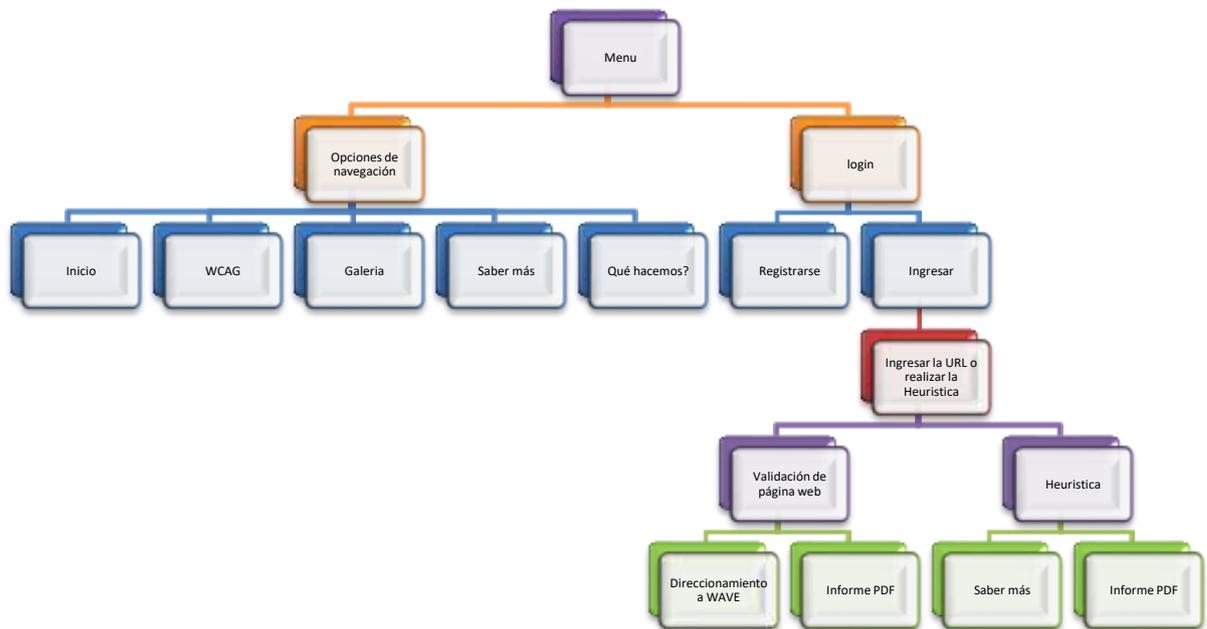


Figura 8: Diseño conceptual "Software validador de páginas web"
Elaborado por: Daniel Huera

3.11.1 Elección de marca

El nombre del software y el logotipo debe explicar de manera sencilla al usuario lo que se realiza y el propósito, el nombre se realizó con la palabra en español “evaluación” y la palabra en inglés” ease” que significa facilidad, cumple con la finalidad del software de validación de accesibilidad en páginas web para personas con trastorno del espectro autista, véase la figura 9.



Figura 9: Evaluatease
Elaborado por: Daniel Huera

3.12 Desarrollo

En la fase de desarrollo del software se realizaron las siguientes actividades:

3.12.1 Sprint 1

Sprint 1 - Desarrollo

PB01 – Menú

En PB01, se implementó un menú donde tiene opciones de navegación que incluyen:

- Inicio
- WCAG
- Galería
- Saber más
- ¿Qué hacemos?
- Ingresar
- Registrarse

El menú está en forma horizontal y con color llamativo para el ingreso del usuario.

EL proceso tuvo una duración de 2 semanas, véase la figura10.



Figura 10: Menú
Elaborado por: Daniel Huera

PB02 - Inicio

En PB02, se desarrolló la opción navegable del *inicio*, se visualiza imágenes con un scroll, que contiene información sobre las dificultades que tiene las personas con TEA en el uso de la tecnología.

El proceso tuvo una duración de 1 semana, véase la figura 11 y 12.



Figura 11: Inicio 1
Elaborado por: Daniel Huera



Figura 12: Inicio 2
Elaborado por: Daniel Huera

3.12.2 Sprint 2

Sprint 2 – Desarrollo

PB03 - WCAG

En PB03, se implementó una imagen representativa de la WCAG 2.2 como también la información de los principios de la directriz WCAG 2.2.

Este proceso tuvo una duración de 1 semana, véase la figura 13.



Figura 13: WCAG 2.2
Elaborado por: Daniel Huera

PB04 - Galería

En PB04, se implementó la *galería* que permite a los usuarios visualizar el logo y varias imágenes.

El proceso tuvo una duración de 1 semana, véase la figura 14.



Figura 14: Galería
Elaborado por: Daniel Huera

PB05 – Saber más

En PB05, se implementó el *saber más* que permite al usuario informarse sobre el software EVALUEASE

El proceso tuvo una duración de 1 semana, véase la figura 15.



Figura 15: Saber más
Elaborado por: Daniel Huera

PB06 – Qué hacemos?

En PB06, se implementó el *qué hacemos* que permite al usuario informarse sobre las funcionalidades del software validador de accesibilidad, de que trata las heurísticas y algunas características.

El proceso tuvo una duración de 1 semana, véase la figura 16.



Figura 16: Qué hacemos?
Elaborado por: Daniel Huera

3.12.3 Sprint 3

Sprint 3 – Desarrollo

PB07 – Base de datos en PHPMyAdmin

En PB07, se desarrolló el diseño la estructura de la base de datos que almacenará la información para el registro, ingreso al sistema. El proceso tuvo una duración de 1 semanas, véase la figura 17.

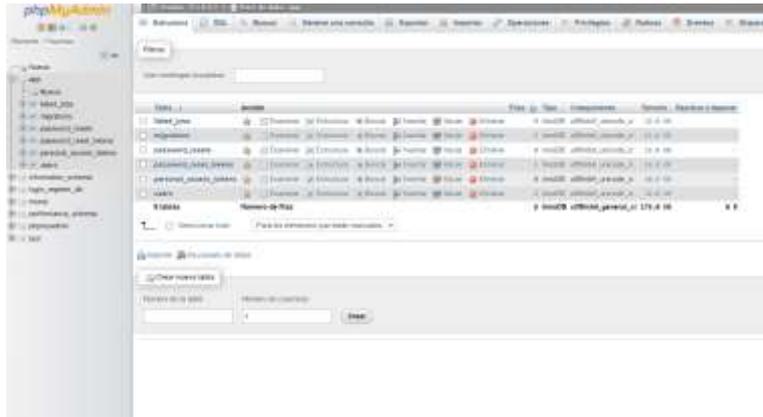


Figura 17: Base de datos
Elaborado por: Daniel Huera

PB08 – Registrarse

En PB08, se desarrolló la página registrarse para ingresar al software validador, los usuarios ingresan sus credenciales para crear una nueva cuenta, se incluye los siguientes elementos:

- Nombre
- Correo electrónico
- Contraseña
- Repetición de contraseña
- Botón que valida el registro

El proceso tuvo una duración de 1 semana, véase la figura 18.



Figura 18: Registro
Elaborado por: Daniel Huera

PB09 – Ingresar

En PB09, se desarrolló la página ingresar para que, una vez creada la nueva cuenta registrada, ingresar las credenciales de acceso para autenticarse en el software, se incluye los siguientes elementos:

- Correo electrónico
- Contraseña
- Recordar credenciales
- Botón de ingreso al software

- Botón de olvide mi contraseña

El proceso tuvo una duración de 1 semana, véase la figura 19.



Figura 19: Ingreso
Elaborado por: Daniel Huera

3.12.4 Sprint 4

Sprint 4 – Desarrollo

PB10 – Home

En PB10, se desarrolló la página que visualiza una imagen informativa de la directriz WCAG 2.2 y una barra de búsqueda para ingresar la URL de la página web para validar o a su vez validar por una Heurística.

Este proceso tuvo una duración de 1 semana, véase la figura 20.



Figura 20: Home
Elaborado por: Daniel Huera

3.12.5 Sprint 5

Sprint 5 – Desarrollo

PB11 – Validación por URL

En PB11, se implementó un informe donde al ingresar la URL de la página web para la validación, se analiza y valida su contenido bajo la directriz WCAG 2.2, además un TEST de prueba de rendimiento y velocidad de carga. Este proceso tuvo una duración de 2 semana, véase la figura 21.

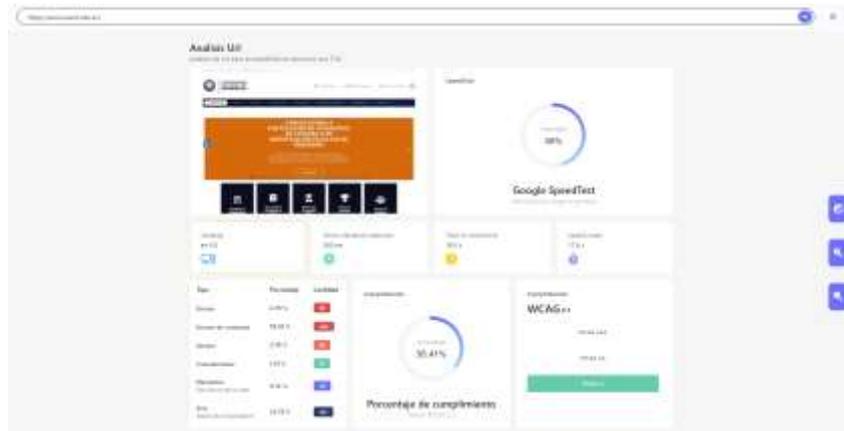


Figura 21: Validación por URL
Elaborado por: Daniel Huera

PB12 – Informe de validación por URL en PDF

En PB12, se implementó la opción de visualizar un informe, se validó la accesibilidad de la página web y se puede guardar en PDF e imprimir. Este proceso tuvo una duración de 1 semana, véase la figura 22.

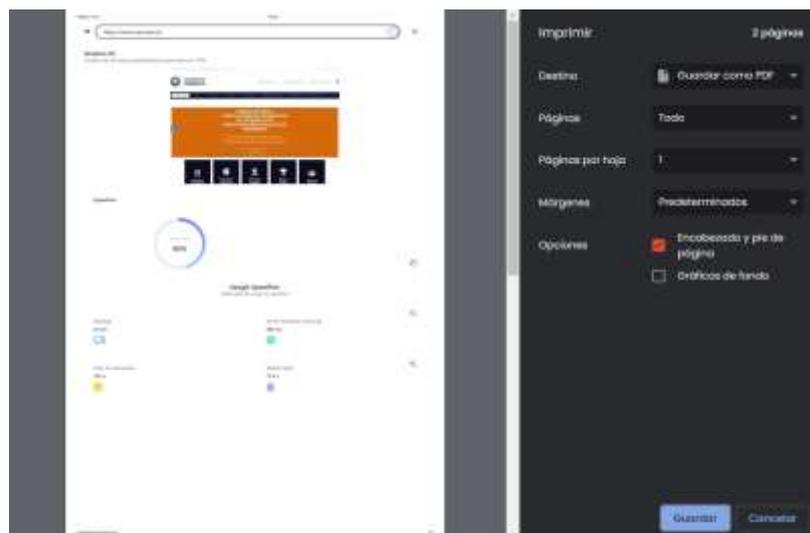


Figura 22: Informe de validación por URL en PDF
Elaborado por: Daniel Huera

PB13 – Direccionamiento a WAVE por URL

En PB13, se implementó la opción para que el usuario tenga la posibilidad de redirigir por medio de un botón a otro validador llamado WAVE, que tiene más opciones evaluadoras de accesibilidad. Este proceso tuvo una duración de 1 semana, véase la figura 23.



Figura 23: Direccionamiento a WAVE por URL
Elaborado por: Daniel Huera

3.12.6 Sprint 6

Sprint 6 – Desarrollo

PB14 – Validación por Heurística

En PB14, se desarrolló la heurística para que el usuario pueda responder una serie de preguntas de si o no para evaluar la validación de la página web a través de la observación. Este proceso tuvo una duración de 1 semana, véase la figura 24.



Figura 24: Validación por heurística
Elaborado por: Daniel Huera

PB15 – Informe de la Heurística

En PB15, se desarrolló la página de informe de heurística para que el usuario al terminar de responder la heurística, puede visualizar un informe con los resultados de la validación de accesibilidad según la directriz WCAG 2.2. Este proceso tuvo una duración de 1 semana, véase la figura 25.



Figura 25: Informe de la heurística
Elaborado por: Daniel Huera

PB16 – Direccionamiento a Saber más

En PB16, se desarrolló la posibilidad de redireccionarse por un botón a la página oficial de la directriz WCAG la cual se aplicó al software y sus principios fundamentales son:

- Perceptible
- Operable
- Comprensible

Este proceso tuvo una duración de 1 semana, véase la figura 26.



Figura 26: Direccionamiento a Saber más
Elaborado por: Daniel Huera

PB17 – Informe de validación por heurística en PDF

En PB17, se implementó la opción de visualizar un informe, se valida de manera teórica la página web y se puede ver el informe, guardar un pdf en escritorio o imprimir. Este proceso tuvo una duración de 1 semana, véase la figura 27.

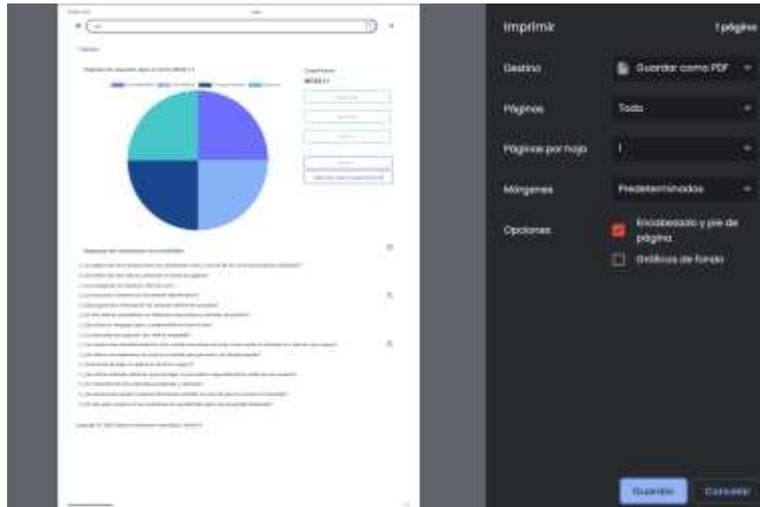


Figura 27: Informe de validación por heurística en PDF
Elaborado por: Daniel Huera

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados

Con el objetivo de revisar si las páginas institucionales de universidades, tratan de cumplir con las normas de accesibilidad para personas con TEA se consideró la evaluación de los sitios web: Universidad Nacional de Chimborazo, Escuela superior politécnica de Chimborazo, Universidad de Cuenca, Universidad de Guayaquil y la Universidad técnica de Ambato (véase la tabla 14).

Tabla 14: Páginas web para validar la accesibilidad

Páginas web
https://www.unach.edu.ec/
https://www.esPOCH.edu.ec/
https://www.ucuenca.edu.ec/
https://www.ug.edu.ec/
https://www.uta.edu.ec/v4.0/

Elaborado por: Daniel Huera.

Validación por URL en el Software EVALUEASE, en base a la directriz de accesibilidad WCAG 2.2

En la figura 28, se muestra la validación por URL de la Universidad Nacional de Chimborazo.

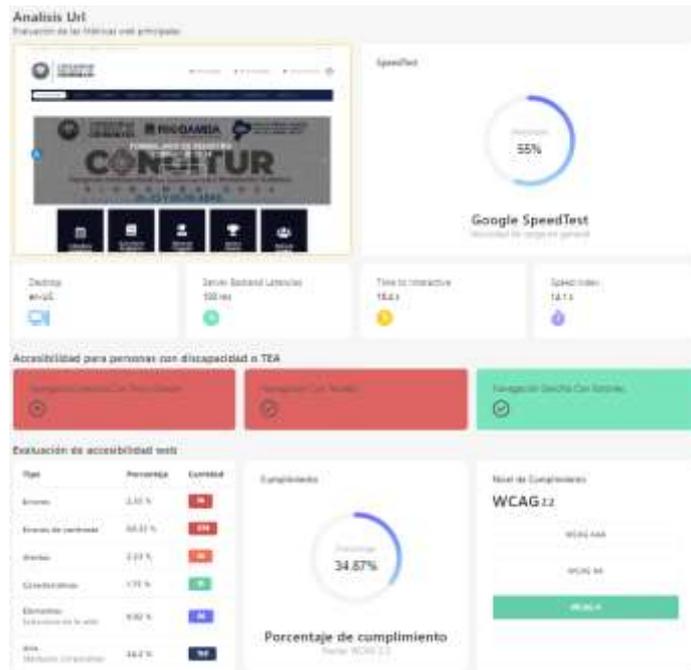


Figura 28: Evaluación URL de la UNACH
Elaborado por: Daniel Huera

En la figura 29, se presenta la validación por URL de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.



Figura 29: Evaluación URL de la ESPOCH
Elaborado por: Daniel Huera

En la figura 30, se observa la validación por URL de la Universidad de Cuenca.

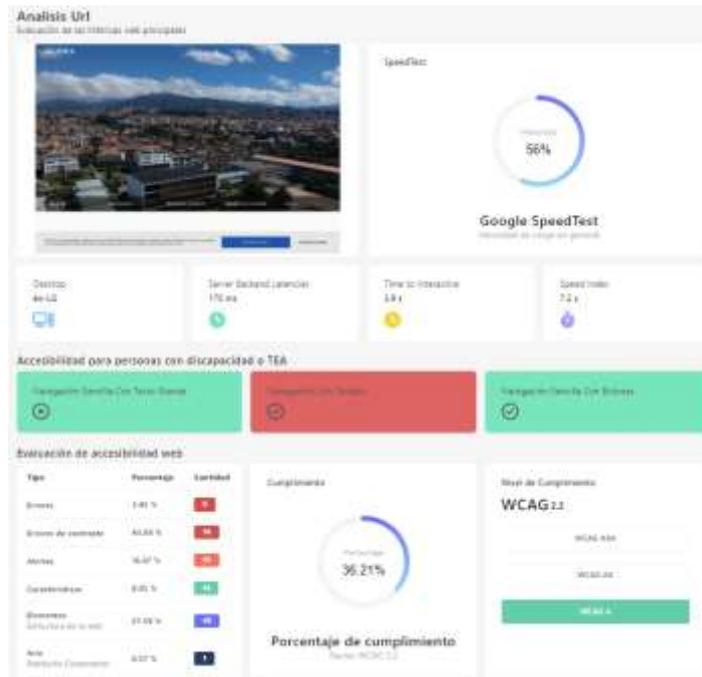


Figura 30: Evaluación URL de la UCUENCA
Elaborado por: Daniel Huera

En la figura 31, se registró la validación por URL de la Universidad de Guayaquil

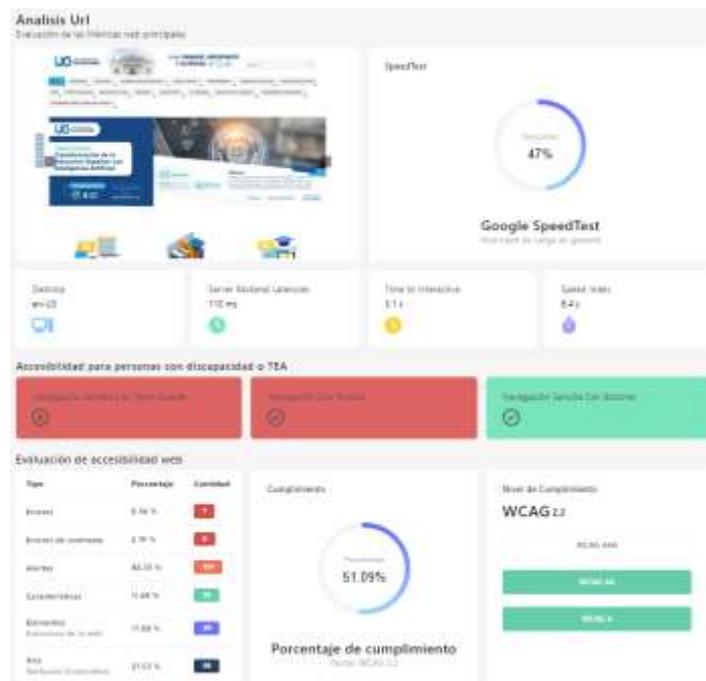


Figura 31: Evaluación URL de la Universidad de Guayaquil
Elaborado por: Daniel Huera

En la figura 32, se obtuvo la validación por URL de la Universidad técnica de Ambato.

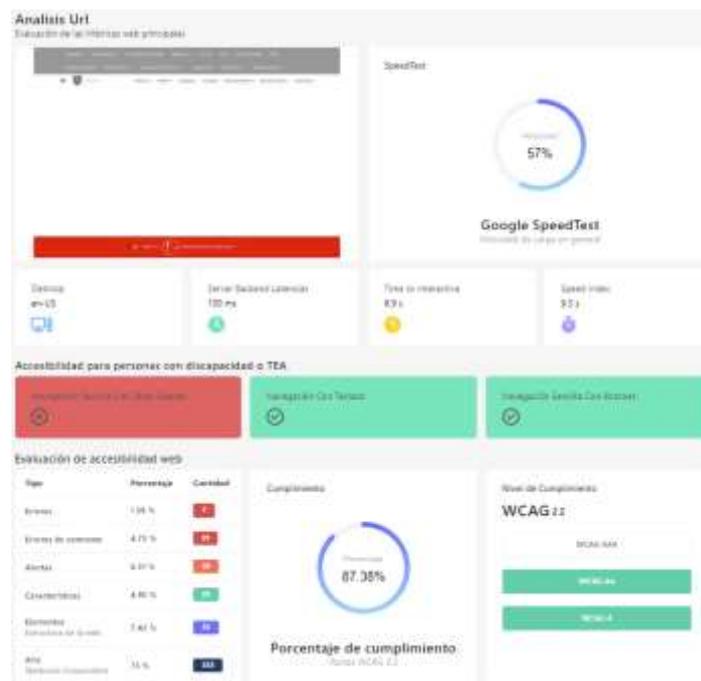


Figura 32: Evaluación URL de la Universidad técnica de Ambato
Elaborado por: Daniel Huera

El resultado obtenido del análisis con el software EVALUEASE y la visualización de datos en WAVE (véase anexo 1), permitió medir los resultados considerando los siguientes aspectos: Evaluación de las Métricas web principales (véase la tabla 15), Accesibilidad para personas con discapacidad o TEA (véase la tabla 16) y Evaluación de accesibilidad web (véase la tabla 17).

Tabla 15: Evaluación de las Métricas web principales

Página web	Prueba de velocidad	Plataforma y lenguaje nativo	Latencia del servidor	Tiempo de interactividad de la página	Tiempo de carga de la página
UNACH	55%	Desktop en-US	100 ms	16.4 s	14.1 s
ESPOCH	66%	Desktop en-US	440 ms	2.6 s	4.3 s
UCUENCA	56%	Desktop en-US	170 ms	3.9 s	7.2 s
UG	47%	Desktop en-US	110 ms	3.1 s	6.4 s
UTA	57%	Desktop en-US	100ms	6.9 s	9.3 s

Elaborado por: Daniel Huera.

Tabla 16: Accesibilidad para personas con discapacidad o TEA

Página web	Navegación sencilla con texto grande	Navegación con teclado	Navegación sencilla con botones
UNACH			X
ESPOCH			X
UCUENCA	X		X
UG			X
UTA		X	X

Elaborado por: Daniel Huera.

Tabla 17: Evaluación de accesibilidad web

Página web	Errores	Errores de contraste	Alertas	Características	Elementos	Aria
UNACH	16	379	14	11	56	152
ESPOCH	24	20	54	15	83	434
UCUENCA	6	76	29	14	48	1
UG	1	6	127	32	49	59
UTA	7	21	28	22	33	333

Elaborado por: Daniel Huera.

A partir de los resultados obtenidos, el cálculo para determinar el porcentaje de cumplimiento de la directriz WCAG 2.2 bajo los principios: perceptibilidad, operabilidad y comprensibilidad, se realizó según la ecuación que se describe a continuación.

$$Total =$$

$$Errores + Errores de contraste + Alertas + Característica + Elemento + Aria$$

$$Total fallos = Errores + Errores de contraste + Alertas$$

$$Cumplimiento = (((Total - Total fallos) * 100) / Total)$$

De acuerdo al porcentaje calculado los niveles de cumplimiento de la WCAG 2.2 se presentan a continuación

Con el porcentaje de cumplimiento de la directriz WCAG 2.2 de la página web evaluada, (véase la tabla 18).

Tabla 18: Cumplimiento de la directriz WCAG 2.2

Página web	%
UNACH	34.87
ESPOCH	84.44
UCUENCA	36.21
UG	51.19
UTA	87.38

Elaborado por: Daniel Huera.

Este estudio considero la calificación del sitio web en tres niveles de aceptación de la accesibilidad, (véase la tabla 19).

Tabla 19: Niveles de WCAG 2.2 mediante evaluación de la url.

Nivel	%	Descripción
WCAG 2.2 nivel AAA	>=98	cumple los 3 niveles de aceptación
WCAG 2.2 nivel AA	>=50 y < 98%	cumple los 2 niveles de aceptación

WCAG 2.2 nivel A	<=50	cumple 1 nivel de aceptación
------------------	------	------------------------------

Elaborado por: Daniel Huera.

Los resultados de evaluar los sitios web se presenta en la (tabla 20).

Tabla 20: Nivel de la paginas web evaluadas

Página web	A	AA	AAA
UNACH	X		
ESPOCH	X	X	
UCUENCA	X		
UG	X	X	
UTA	X	X	

Elaborado por: Daniel Huera.

Validación por Heurística utilizando el Software EVALUEASE, en base a la directriz de accesibilidad WCAG 2.2

En la figura 33, se muestra la de validación por heurística de la página de la Universidad Nacional de Chimborazo.



Figura 33: Evaluación Heurística de la UNACH
Elaborado por: Daniel Huera

En la figura 34, se presenta la validación por heurística de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.



Figura 34: Evaluación Heurística de la ESPOCH
Elaborado por: Daniel Huera

En la figura 35, se observa la validación por heurística de la Universidad de Cuenca.



Figura 35: Evaluación Heurística de la UCUENCA
Elaborado por: Daniel Huera

En la figura 36, se registra la validación por heurística de la Universidad de Guayaquil.



Figura 36: Evaluación Heurística de la Universidad de Guayaquil
Elaborado por: Daniel Huera

En la figura 37, se obtuvo la validación por heurística de la Universidad técnica de Ambato.



Figura 37: Evaluación Heurística de la Universidad técnica de Ambato
Elaborado por: Daniel Huera

La heurística de validación bajo la directriz WCAG 2.2, se construyó recopilando las preguntas del sitio web ConecTEA además de las sugeridas por el experto en accesibilidad web Yusef Hassan Montero. Esta evaluación es de forma manual realizada por expertos y dio los siguientes resultados (véase la tabla 21).

Tabla 21: Resultados de Heurística de validación

Página web	Perceptibilidad	Operabilidad	Comprensibilidad	Robustez
UNACH	15	6.25	8.33	16.67
ESPOCH	20	6.25	16.66	16.67

UCUENCA	20	6.25	8.33	8.34
UG	20	6.25	16.66	8.34
UTA	20	6.25	25	8.34

Elaborado por: Daniel Huera.

Los resultados de la validación en relación con los aspectos de perceptibilidad, operabilidad, comprensibilidad y robustez, (véase la tabla 22).

Tabla 22: Cumplimiento de la WCAG 2.2 recopilado por la heurística

Página web	Cumplimiento
UNACH	46.25
ESPOCH	59.58
UCUENCA	42.92
UG	51.25
UTA	59.59

Elaborado por: Daniel Huera.

Para evaluar el cumplimiento de la directriz WCAG 2.2, se consideró el siguiente análisis, (véase la tabla 23).

Tabla 23: Niveles de WCAG 2.2 mediante evaluación heurística

Nivel	%	Descripción
WCAG 2.2 nivel AAA	≥ 98	cumple los 3 niveles de aceptación
WCAG 2.2 nivel AA	≥ 47 y $< 98\%$	cumple los 2 niveles de aceptación
WCAG 2.2 nivel A	≤ 46	cumple los 1 nivel de aceptación

Elaborado por: Daniel Huera.

Los niveles pertenecientes a la evaluación de las páginas web (véase la tabla 24).

Tabla 24: Nivel de las páginas web evaluadas por heurística

Página web	A	AA	AAA
UNACH	X		
ESPOCH	X	X	
UCUENCA	X		
UG	X	X	
UTA	X	X	

Elaborado por: Daniel Huera.

4.2 Discusión

Usando el software evaluador de páginas web para personas con TEA, el resultado más alto obtenido por validación de URL o método automático, registran a la Universidad técnica de Ambato con un nivel AA y un 87.38% de cumplimiento de la directriz WCG 2.2, su página web contiene navegación sencilla con teclado y botones para personas con TEA. El resultado

más bajo de la evaluación por URL es la Universidad Nacional de Chimborazo con un nivel A y 34.87%, su página web contiene navegación sencilla con botones para personas con TEA. Los resultados más altos de la evaluación por el método manual o evaluación heurística considerando la directriz WCAG 2.2 y los parámetros de accesibilidad para personas con TEA fueron, la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo con un nivel AA y 59.58% de cumplimiento. El resultado más bajo de la evaluación heurística fue la Universidad de Cuenca con un nivel A y 42.92% de cumplimiento.

En resumen, la evaluación realizada por el software evalúese a páginas web de universidades del Ecuador, con el método automático y manual proporciona características a mejorar como la velocidad de carga de la página web, accesibilidad para personas con discapacidad o TEA, bajo el cumplimiento de la directriz WCAG 2.2.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- El artefacto de esta investigación fue desarrollado utilizando la metodología SCRUM la cual permitió un desarrollo ágil en un tiempo aproximado de 5 meses, las herramientas de softwares utilizadas son: Visual Studio Code, Xampp y Phpmyadmin, además se usaron apis consumidas de: Pagespeedonline y Webaim, los lenguajes de desarrollo fueron: Html, Php, Css y Js.
- El software desarrollado contempla dos módulos importantes, una evaluación automática de la url del sitio web cuya característica principal es evaluar aspectos relacionas al TEA como: navegación sencilla con texto grande, navegación sencilla con teclado y navegación sencilla con botones, el otro módulo es la aplicación de una heurística manual que la puede realizar un experto en accesibilidad, la heurística tiene como base de conocimiento las propuestas recogidas en el sitio ConecTEA y además de 15 preguntas propuestas por Yusef Hassan Montero experto en accesibilidad.
- Para la evaluación de la accesibilidad, se probó con los sitios web de cinco universidades del Ecuador (Tabla 14) y utilizando la directriz WCAG 2.2, centrándose en la perceptibilidad, operabilidad y comprensibilidad. Los resultados más altos de la evaluación por el método automático o evaluación por Url, registra a la Universidad técnica de Ambato con un nivel AA y 87.38%, su página web contiene navegación sencilla con teclado y botones para personas con TEA. El resultado más bajo de la evaluación por Url es la Universidad Nacional de Chimborazo con un nivel A y 34.87%, su página web contiene navegación sencilla con botones para personas con TEA. Los resultados más altos de la evaluación por el método manual o evaluación heurística considerando la directriz WCAG 2.2 y los parámetros de accesibilidad para personas con TEA fueron, la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo con un nivel AA y 59.58% de cumplimiento. El resultado más bajo de la evaluación heurística fue la Universidad de Cuenca con un nivel A y 42.92% de cumplimiento.

5.2 Recomendaciones

- Se recomienda tomar en cuenta la directriz WCAG 2.2 y sus principios para el desarrollo de software o páginas web, es esencial para garantizar la inclusión, cumplir con requisitos legales, mejorar la experiencia del usuario y alcanzar un público más amplio.
- Se recomienda prioriza el diseño accesible en el desarrollo de tecnologías. Esto implica seguir las directrices de accesibilidad, como WCAG 2.2, para garantizar que las aplicaciones, sitios web y dispositivos sean utilizables por personas con diversas discapacidades, permitiéndoles participar más plenamente en la sociedad digital.

- Comprender las limitaciones de los softwares evaluadores de accesibilidad, tienen limitaciones y no pueden identificar todas las barreras de accesibilidad de manera automática. Es importante complementar la evaluación con pruebas manuales y la participación de usuarios reales, incluidos aquellos con discapacidades.

BIBLIOGRAFÍA

- Carreras, O. (16 de 01 de 2023). *usableaccesible*. Obtenido de usableaccesible: https://www.usableyaccesible.com/recurso_misvalidadores.php#:~:text=Es%20un%20validador%20autom%C3%A1tico%20de,tengamos%20instalada%20en%20el%20m%C3%B3vil.
- Casiopea. (2020). *CASIOPEA*. Obtenido de CASIOPEA: https://wiki.ead.pucv.cl/Accesibilidad_Web:_Estudio_y_Evaluaci%C3%B3n_para_el_desarrollo_Digital
- CDC. (26 de abril de 2022). *CDC*. Obtenido de CDC: [https://www.cdc.gov/ncbddd/spanish/autism/facts.html#:~:text=Los%20trastornos%20del%20espectro%20autista%20\(TEA\)%20son%20discapacidades%20del%20desarrollo,no%20se%20conocen%20otras%20causas](https://www.cdc.gov/ncbddd/spanish/autism/facts.html#:~:text=Los%20trastornos%20del%20espectro%20autista%20(TEA)%20son%20discapacidades%20del%20desarrollo,no%20se%20conocen%20otras%20causas).
- Estudio, T. (28 de 3 de 2023). *torresburriel*. Obtenido de torresburriel: <https://torresburriel.com/weblog/pruebas-de-accesibilidad-web/>
- Friends, A. (2023). *Apache Friends*. Obtenido de Apache Friends: <https://www.apachefriends.org/es/index.html>
- Garzón, J. F. (2018). *redtis.org*. Obtenido de redtis.org: <https://redtis.org/index.php/Redtis/article/view/58/32>
- glocalqs*. (2021). Obtenido de <https://www.glocalqs.com/las-directrices-de-accesibilidad-web-WCAG>
- Hassan Montero, Y. (2022). *nosolousabilidad*. Obtenido de nosolousabilidad: <https://www.nosolousabilidad.com/articulos/heuristica.html>
- Henry, S. L. (2019). *Web Accessibility*. Obtenido de Web Accessibility: <https://www.w3.org/WAI/fundamentals/accessibility-intro/es>
- IBM. (2024). *IBM*. Obtenido de IBM: <https://www.ibm.com/es-es/topics/software-development>
- INEN. (2014). *normalizacion.gob.ec*. Obtenido de normalizacion.gob.ec: https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_iso_iec_40500.pdf
- Microsoft. (2024). *Visual Studio*. Obtenido de Visual Studio: <https://learn.microsoft.com/es-es/visualstudio/get-started/visual-studio-ide?view=vs-2022>
- Microsoft. (2024). *Visual Studio Code*. Obtenido de Visual Studio Code: <https://code.visualstudio.com/>
- OMS. (2023). *Organizacion Mundial de la Salud*. Obtenido de Organizacion Mundial de la Salud: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/autism-spectrum-disorders>
- Pereira, G. y. (2015). Impacto de las tecnologías de la información y las comunicaciones en el funcionamiento en la vida diaria de niños con trastorno del espectro del autismo.
- PHPMYAdmin. (2024). *PHPMYAdmin*. Obtenido de PHPMYAdmin: <https://www.phpmyadmin.net/>
- Rubio, E. (2023). *Linkedin*. Obtenido de Linkedin: https://es.linkedin.com/posts/eduardorubiom_linkedin-linkedin-liderazgo-activity-7043921698848473089-MvLb

Villasante, N. (2019). *Medium*. Obtenido de Medium:
<https://medium.com/@nmartivi/evaluaci%C3%B3n-heur%C3%ADstica-4fe5c61580f4>
WebAIM. (2024). *wave*. Obtenido de wave: <https://wave.webaim.org/>

ANEXOS

Anexo 1:

Utilizando WAVE se evaluó la pagina de la Universidad nacional de Chimborazo



Utilizando WAVE se evaluó la pagina de la Escuela Superios Politécnica de Chimborazo



Utilizando WAVE se evaluó la pagina de la Universidad de Cuenca



Utilizando WAVE se evaluó la pagina de la Universidad de Guayaquil



Utilizando WAVE se evaluó la pagina de la Universidad técnica de Ambato

