



Web accessibility analysis of the Universities and Public Polytechnic Schools of Guayaquil applying the NTE INEN ISO / IEC 40500: 2012 Standard¹

Análisis de accesibilidad web de las Universidades y Escuelas Politécnicas Públicas de Guayaquil aplicando la Norma NTE INEN ISO/IEC 40500:2012

Luis Rodríguez V.²

José Antepará B.³

Luis Braganza B.⁴

Recibido en noviembre 2018, aceptado en marzo 2019

ABSTRACT

Introduction the purpose of analyzing the way in which electronic public administration is presented in the environment of Public Higher Education, for which the accessibility of web content is evaluated by applying the Ecuadorian standard NTE INEN ISO / IEC 40500: 2012. These criteria will serve as a basis for the necessary adjustments in the interfaces. **Objective** to promote an inclusive service. The selected websites correspond to the University of Guayaquil, Agraria del Ecuador, Escuela Politécnica del Litoral and the Arts, all of them of a public nature and settled in the city of Guayaquil. **Materials and methods** involves five pages of each website as a representative sample. The research has a non-experimental character, transversal design and descriptive type. For this evaluation metric, only the 38 criteria that comply with compliance levels A and AA were taken into account. Automatic and manual tools for the measurement of accessibility are applied to the criteria, excluding the user test. **Results** are presented in four blocks where the levels of accessibility found in the four universities are described. **Discussion** The websites of the Public Higher Education Institutions of Guayaquil on average have a level of accessibility. **Conclusion** The websites of the Public Higher Education Institutions of Guayaquil on average have a deficient level of accessibility in the application of the NTE INEN ISO / IEC 40500: 2012 Standard.

Key words: Education, accessibility, criteria, web portal

¹ El propósito del proyecto es analizar la forma en que se presenta la administración pública electrónica en el entorno a la Educación Superior Pública.

² Subdecano de la Escuela de Diseño y Comunicación Visual (EDCOM) en la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), Campus Gustavo Galindo, Km. 30.5 Vía Perimetral, P.O. BOX 09-01-583, Guayaquil, Ecuador, Irodriugu@espol.edu.ec, ORCID: 0000-0003-3968-4510.

³ Docente de la Universidad de Guayaquil Facultad de Ciencias Naturales, Máster en Gestión y Diseño Web, jose.anteparab@ug.edu.ec, ORCID: 0000-0001-5188-9661.

⁴ Docente de la Universidad Técnica del Norte, Máster en Gestión y Diseño Web, lebraganza@utn.edu.ec, ORCID: 0000-0002-2116-6793





RESUMEN

Introducción la finalidad de analizar la forma en que se presenta la administración pública electrónica en el entorno a la Educación Superior Pública, para lo cual se evalúa la accesibilidad del contenido web aplicando la norma ecuatoriana NTE INEN ISO/IEC 40500:2012. Estos criterios servirán de base para que se realicen los ajustes necesarios en las interfaces. **Objetivo** fomentar un servicio inclusivo. Los sitios webs seleccionados corresponden a la Universidad de Guayaquil, Agraria del Ecuador, Escuela Politécnica del Litoral y de las Artes, todas ellas de carácter público y asentadas en la ciudad de Guayaquil. **Materiales y métodos** involucra a cinco páginas de cada sitio web como muestra representativa. La investigación tiene un carácter no experimental, diseño transversal y tipo descriptiva. Para esta métrica de evaluación se tomó en cuenta sólo los 38 criterios que cumplen con los niveles de conformidad A y AA. Se aplican a los criterios herramientas automáticas y manuales para la medición de la accesibilidad, excluyendo el test de usuario. **Resultados** se presentan en cuatro bloques donde se describen los niveles de accesibilidad hallados en las cuatro universidades. **Discusión** Los sitios web de las Instituciones de Educación Superior Públicas de Guayaquil en promedio tienen un nivel de accesibilidad. **Conclusión** los sitios webs de las Instituciones de Educación Superior Públicas de Guayaquil en promedio tienen un nivel de accesibilidad deficiente en la aplicación de las Norma NTE INEN ISO/IEC 40500:2012.

Palabras clave: educación, accesibilidad, criterios, portal web

1. Introducción

El mundo actual requiere cada vez más que las personas utilicen las herramientas virtuales que brinden varios beneficios entre los que se encuentra la transaccionalidad on-line, la que debería estar caracterizada por un alto grado de accesibilidad web, y así conseguir la interacción con el mayor número de usuarios sin importar que tengan o no alguna discapacidad momentánea o permanente.

El proceso de accesibilidad web está orientado al desarrollo de un sitio, cuando los diseñadores y programadores lo configuran, y para lograrlo deben hacerlo siguiendo las normas establecidas en Web Content Accessibility Guidelines (WCAG 2.0), las cuales se basan en principios, pautas y criterios.

A nivel nacional, esta normativa corresponde a NTE INEN ISO/IEC 40500:2012, que se aplica a partir de 2014, lo cual permite caracterizarla como de nueva y con poca aplicabilidad en base a los estudios realizados. A partir de esto, se genera la necesidad de realizar el presente proyecto de investigación que tiene como objetivo analizar la accesibilidad web en las Universidades y Escuelas Politécnicas públicas de la ciudad de Guayaquil, las cuales representan la mayor población de estudiantes matriculados en esta categoría a nivel nacional durante 2015, incluyendo entre éstos a aquellos con discapacidades.

El desarrollo de un país depende significativamente del sistema educativo, por tanto, la academia actual, debe responder a las necesidades de los ciudadanos tomando en consideración las nuevas políticas sobre inclusión social para lograr sociedades más justas y de equidad para todos. En este sentido, actualmente se vinculan las nuevas tecnologías de la información y comunicación para



fomentar el acceso web y así eliminar restricciones, considerando también a las personas con discapacidad.

Específicamente, sobre accesibilidad web, el estado garantiza que la información y servicios ofrecidos sean accesibles para todos mediante la Ley Orgánica de Discapacidades [1], que trata sobre la atención prioritaria en portales web, donde se puede concluir que actualmente las políticas públicas están orientadas a identificar acciones claves que permitan el desarrollo de gestiones organizacionales, en pro de facilitar a los ciudadanos información y atención personalizada.

El desarrollo de la accesibilidad se inicia con la creación de la World Wide Web (WWW), por Tim Berners-Lee y Robert Cailliau en 1990, teniendo como objetivo interconectar a todos los usuarios del mundo a partir de un sistema de documentos de hipertexto vinculados por medio de internet; posteriormente, a partir de 1994 se crea el Consorcio World Wide Web (W3C), que incluye a la Web Accessibility Initiative (WAI).

Históricamente, el desarrollo de las Pautas del Contenido Web Accesible 1.0 (Web Content Accessibility Guidelines, WCAG) se inició en 1999, con una nueva edición denominada 2.0 en 2008, pero todas ellas buscan lograr un contenido accesible a personas con discapacidades [2], [3]. El grupo de trabajo de la WCAG, se encuentra desarrollando una actualización de la misma (WCAG 2.1), que aún no está disponible al público [4].

Es importante mencionar que, en 2012 la Organización Internacional para la Estandarización (ISO) y la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC), aprobaron las Pautas de Accesibilidad al Contenido Web (WCAG) 2.0, como un estándar internacional denominado ISO / IEC 40500:2012 [5].

Considerando, las pautas establecidas como estándares mundiales, investigadores como Peñafiel y Luján [6], estudiaron la legislación sobre accesibilidad web en países Iberoamericanos como: España, Uruguay, Chile, Brasil, Colombia y Ecuador, estableciendo que España lideraba en el tema, mientras que Ecuador era el último en lo referente a la aplicación de las mismas.

En nuestro país, se aprueba la Norma Técnica (INEN-ISO/IEC 40500) sobre Tecnología de la Información - Directrices de accesibilidad para el contenido web del y el Reglamento Técnico Ecuatoriano (NEN 288) en 2014 y 2016, respectivamente; determinando el comienzo de la accesibilidad web en Ecuador basado en las pautas internacionalmente aceptadas

Con respecto a la accesibilidad web varios estudios indican el perfeccionamiento de la web como elemento clave para el desarrollo social [7]. En este contexto y tendiendo como premisa que el objetivo es la participación de todos los miembros de la sociedad, Freeman y Loo [8] y Laitano [9] explican la importancia de crear políticas públicas que concienticen, o en último caso obliguen a cumplir con éstos.

Es así, que una de las iniciativas que busca incorporar la accesibilidad web a nivel gubernamental en el país es la denominada como Gobierno Electrónico (e-gobierno o en inglés "e-government"), que busca obtener beneficios específicos a través de la creación de sitios webs públicos como son la eficiencia, comodidad del usuario y participación ciudadana.



Navarrete y Luján [10] abordan la temática de accesibilidad antes de la aprobación de la norma INEN, determinando que las Universidades del Ecuador tenían un desfase en el cumplimiento de las directrices de la WAI. Posteriormente Quiñónez y Arévalo [11] analizaron la aplicación de la norma citada en tres universidades ecuatorianas, siendo la ESPOL la única en la ciudad de Guayaquil, manteniéndose el criterio de los primeros autores mencionados.

A nivel nacional la implementación de las normas técnicas referentes a accesibilidad web es relativamente nueva y con poca aplicabilidad en base a los estudios realizados. Existe la necesidad de evaluar los sitios webs gubernamentales considerando herramientas automáticas y manuales, estableciendo niveles de conformidad y contribuir así con las reglamentaciones existentes que están orientadas al desarrollo y beneficio social y económico de la comunidad. Así como también contribuirá al fortalecimiento del gobierno electrónico, pues la accesibilidad web es un medio para alcanzar mayor participación ciudadana a través de plataformas on-line.

El cantón Guayaquil, es donde se concentra la mayor cantidad de estudiantes matriculados en IES públicas del Ecuador, con 80 838 personas durante 2015 según las rendiciones de cuentas institucionales de Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL) [12], Universidad Agraria del Ecuador (UAGRARIA) [13], Universidad de Guayaquil (UG) [14] y Universidad de las Artes (UARTES) [15], (2016). Además, aquí se encuentra la mayor población de personas con discapacidad, que asciende a 65 490, de las cuales 9042 se encuentran en edad de realizar estudios universitarios, específicamente entre 19 a 29 años, según datos del CONADIS [16]. Esto evidencia que a nivel nacional existe una considerable demanda potencial de personas con alguna discapacidad para realizar estudios universitarios.

Estudios de Accesibilidad web en Universidades

Investigaciones sobre la evaluación de accesibilidad web, aplicada a Universidades en años recientes tanto a nivel nacional como internacional evidencian la limitada aplicación de las pautas de accesibilidad definidas en las WCAG. Así como también permiten identificar que el método de evaluación más usado es el automático seguido del manual (Tabla 1).

**Tabla 1.** Estudios de Accesibilidad web previa con el método utilizado y las conclusiones.

Autor (es)	Año	Método	Conclusión
Peñafiel & Luján [6]	2014	Revisión	Ecuador fue la última en adoptar las Norma de accesibilidad
Luján, Navarrete, & Peñafiel [17]	2014	Automático	La mayoría de los sitios webs gubernamentales no muestran un nivel adecuado de accesibilidad
Laitano [9]	2015	Automático y manual	Las universidades públicas argentinas no alcanzan niveles aceptables de accesibilidad web
Navarrete & Luján [10]	2014	Automático	Los portales web de las universidades analizadas no cumplen la WCAG 2.0
Chacón-Medina, Chacón-López, López-Justicia, & Fernández-Jiménez [18]	2013	Automático y manual	Ni una sola de las universidades españolas cumple con los requisitos de accesibilidad al 100%
Hilera, Fernández, Suárez & Vilar [19]	2013	Automático y manual	La mayoría de los sitios analizados no llegan a un nivel de cumplimiento aceptable.
Acosta & Lujan [20]	nov-2016	Automático	Puntaje promedio alcanzado en la evaluación fue 5,0/10.0. No varía significativamente en las páginas webs de las 44 universidades analizadas.
Acosta & Lujan [22]	Feb-2017	Automático	Las IES no son accesibles. Su puntaje no varía significativamente por el tipo de financiamiento ni por la categoría.
Acosta, Lujan & Salvador [23]	2016	Automático	Ninguna de las páginas webs analizadas de las universidades ecuatorianas cumple con las pautas de accesibilidad
Cruz, Merino & Guerrero [24]	2016	Automático	Las Universidades no cumplen con las normas WCAG 2.0, y la categorización no varía significativamente su puntuación
Campoverde [26]	2016	Automático	Ninguna cumple con las directrices de las WCAG 2.0 con un nivel de conformidad A.
Serhat Kurt [27]	2016	Automático	Los sitios webs universitarios turcos no proporcionan accesibilidad total

Se planteó el siguiente objetivo general: Analizar la accesibilidad web de las Instituciones de Educación Superior Públicas de Guayaquil aplicando la Norma Técnica INEN ISO/IEC 40500:2012.



2. Materiales y métodos

El trabajo es de carácter no experimental, de diseño transversal y de tipo descriptivo; esto se debe a que su objetivo es describir y analizar el comportamiento de una variable en una población, correspondiente a los sitios webs de las universidades públicas de Guayaquil.

El trabajo se enmarca en tres fases que involucran la identificación de los sitios webs de las universidades públicas de Guayaquil, definición de los instrumentos de evaluación a utilizar y finalmente la medición de la accesibilidad de cada una de las páginas webs, a continuación, se describen cada uno de ellos. El estudio se basa en la metodología reportada por Chacón et al., (2013) e Hilera et al., (2013), quienes evaluaron universidades españolas públicas y privadas. Para el análisis prospectivo de este trabajo se tomó como población a los sitios webs de los centros universitarios públicos de la ciudad de Guayaquil, tomando en cuenta que el estudio se basa en la importancia que tiene el gobierno electrónico en el desarrollo del sector público específicamente en la educación universitaria, siendo Guayaquil el cantón con la mayor concentración de estudiantes universitarios, cuyo número asciende a 80 838 personas

Lo óptimo es la evaluación exhaustiva de un sitio web, esto sería necesario si el objetivo fuera certificar dicho portal en sus "n" número de páginas en los niveles de conformidad de la norma. Pero según la metodología WCAG-EM de la W3C, (2014), se recomienda hacer una evaluación de una muestra de páginas del sitio web para identificar las barreras de accesibilidad obvias y desarrollar una comprensión global de la accesibilidad.

Se seleccionaron las páginas por su relevancia y utilidad a la mayoría de los usuarios, que en este caso son los estudiantes: La página principal (Home) de la universidad, Oferta académica, Investigación, Acceso individual a sistema web (Login) y la página de Carrera de grado. Es importante destacar que la fecha en que se realizó la evaluación fue entre 11 y el 18 de marzo de 2017.

A la plantilla de evaluación o checklist elaborada en base a las normas antes mencionadas, se le incorporó según lo metodología aplicada por Hilera [19], las opciones de comprobar en base a los valores de: "Bien", "Mal", "Pocos fallos" y "No aplicable (NA)", cuyos significados corresponden a:

La WAI recomienda que las evaluaciones de accesibilidad se realicen de forma automática, manual y con test de usuario. En este trabajo no se utiliza la tercera herramienta mencionada, ya que varios reportes sugieren sólo el uso de herramientas automáticas y manuales. Esto es por el alto costo del test de usuario, cuya aplicación debería realizarse una vez se hayan detectado previamente los problemas más graves mediante la evaluación automática y manual. Caso contrario podría ser considerado un desperdicio de recursos el utilizarlo para descubrir incumplimientos a los principios generales de accesibilidad web que pudieron ser descubiertos por los expertos a un coste menor [30].

Se utiliza cuatro herramientas de libre acceso que se describen en la tabla 3 con su función específica.



Tabla 3. Herramientas de análisis automático utilizadas.

No.	Herramienta	Tipo	URL
1	Test de Accesibilidad Web (TAW)	Evaluación de accesibilidad web	http://www.tawdis.net/
2	Total Validator Basic	Validación HTML	https://www.totalvalidator.com/
3	Validador (X) HTML de W3C	Validación de gramática	https://validator.w3.org
4	WAVE Web Accessibility Evaluation Tool	Evaluación de accesibilidad web	http://wave.webaim.org
5	Chrome	1. Verificar funcionalidades y legibilidad	Navegador
6	Web Developer Toolbar	Barra de herramientas en navegador	http://chrispederick.com/work/web-developer/chrome/
7	Color contrast Analyzer de google	Contraste de color de texto	https://goo.gl/ZAn6f9

Para establecer el porcentaje de éxito se utiliza el modelo de Hilera [19], en el cual se evalúan los criterios con las siguientes opciones: “Bien”, “Mal”, “Pocos fallos” y “No aplicable (NA)”, utilizando la Fórmula 1:

$$P_e = \frac{w_b + 0.50 * w_o}{(N_c * N_p) - N_a} \quad (1)$$

Dónde:

P_e : determina el Porcentaje de Éxito del sitio web.

w_b : Número de puntuaciones “Bien”.

w_o : Número de puntuaciones “Pocos Fallos”.

N_c : Número potencial de criterios.

N_p : Total de páginas evaluadas.

N_a : Número de criterios “No aplicable”.

El número potencial de criterios es igual a 38, pues son los criterios que cumplen con la conformidad de los niveles A-AA. El número de páginas evaluadas es cinco, pero puede ser uno en caso de evaluaciones individuales. A la multiplicación de estas dos variables se le resta el número de criterios “No aplicables” que varían de acuerdo a las páginas.

Como se observa en la fórmula, las puntuaciones “Bien” son ingresadas en su valor completo y las “Pocos Fallos” en su 50 %, de no haber “Pocos fallos” y de cumplir el total de criterios, el porcentaje de éxito de la web sería del 100 %.



Con base en la matriz de verificación de criterios, se aplica la fórmula 1 a todos los principios y pautas, generando así los resultados en porcentajes de éxito en cada página según la universidad. Este porcentaje permite categorizar en cuatro niveles: ALTO con el rango de 75 % a 100 %, MODERADO de 50 % a 75 %, DEFICIENTE de 25 % a 50 % y MUY DEFICIENTE si es menor al 25 %.

Para el análisis de los datos se verificó la distribución normal de los mismos utilizando una prueba de Anderson-Darling y la homocedasticidad con una prueba de Levene. A fin de comparar las medias entre universidades y bloques de páginas en cuanto al cumplimiento de los criterios de la norma ISO/IEC 40500:2012 se aplicó ANOVA de una vía y test a posteriori de Tukey con un nivel de significancia de $p < 0,05$. Todas las pruebas se realizaron con el programa MiniTab versión 17.

3. Resultados

Una vez evaluada la accesibilidad de los cuatro sitios webs de las instituciones de educación superior públicas de Guayaquil a partir de las cinco páginas seleccionadas, se presentan los resultados en cuatro bloques de acuerdo a los objetivos específicos.

Verificación de cumplimiento de la norma NTE INEN ISO/IEC 40500:2012

Al comprobar el cumplimiento en las cinco páginas seleccionadas (1-Home, 2-Login, 3-Oferta Académica, 4-Investigación y 5-Carrera) se observa que existe conformidad de $9,6 \pm 2,98$ criterios en promedio con respecto a los 38 de la norma NTE INEN ISO/IEC 40500:2012 nivel A-AA (Figura 2). Se muestra un mayor cumplimiento de criterios en el portal de la ESPOL (11-15) y un menor cumplimiento en la UG (5-8).

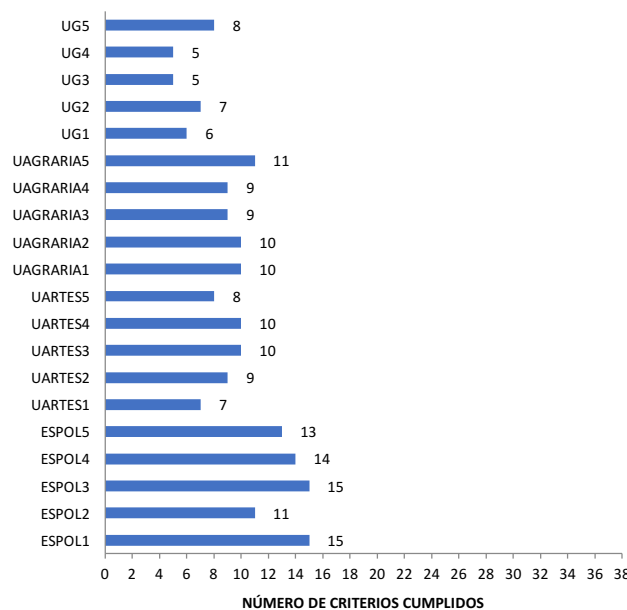


Figura 2. Criterios cumplidos en las páginas seleccionadas de cada Universidad.



Clasificación del cumplimiento para las cinco páginas webs de cada universidad

Al clasificar los 38 criterios en: “Bien”, “Mal”, “Pocos fallos” y “No aplicable (NA)”, se observa en la ESPOL que la página de Login presenta un mayor número de criterios “Mal” (15) y a su vez presentó el menor número de criterios “bien” (11); por otro lado, la página con menor número de criterios mal es Home (7) y también presenta el mayor número de criterios conformes (15) (Figura 3).

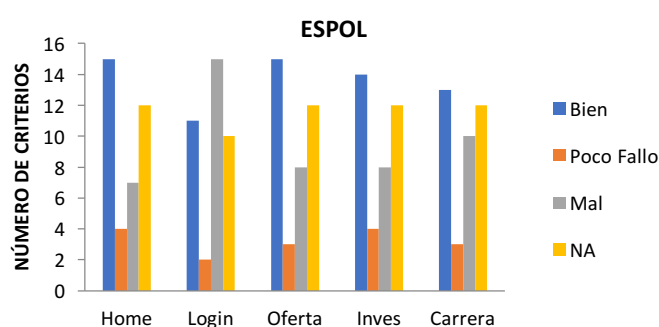


Figura 3. Verificación de criterios en las cinco páginas seleccionadas de la ESPOL.

La UARTES presenta una alta cantidad de criterios que no aplican (14-16), esto se debe a que su web es nueva y no tiene un grado alto de contenido, además, muestra una alta cantidad de criterios no cumplidos (10-15) y solo cumple de 7 a 10 criterios, lo que significa una conformidad de 26,3 % de la norma (Figura 4).

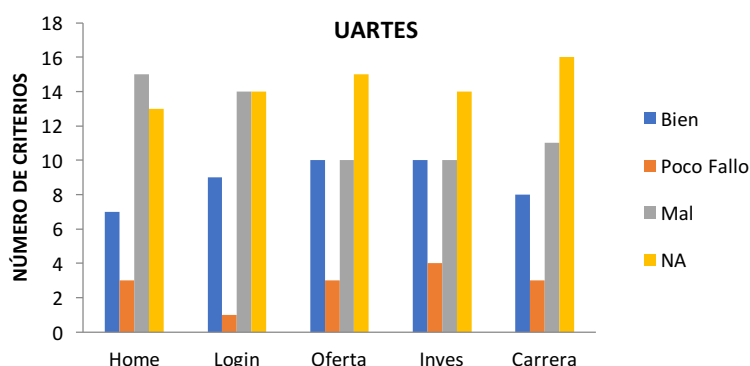


Figura 4. Verificación de criterios en las cinco páginas seleccionadas de la UARTES.

Resalta en la UAGRARIA la cantidad de criterios que no se cumplen (13-14) y los que no se aplican 11-12 (Figura 5). La Web de esta institución al igual que la UARTES es relativamente nueva y su



contenido es bajo. Pero ese hecho no está en correlación en el incumplimiento de criterios, pues un portal puede no tener ciertos elementos, pero en los que tiene debe cumplir las normas. Cumplen con un máximo de 28,9 % de los criterios de la norma.

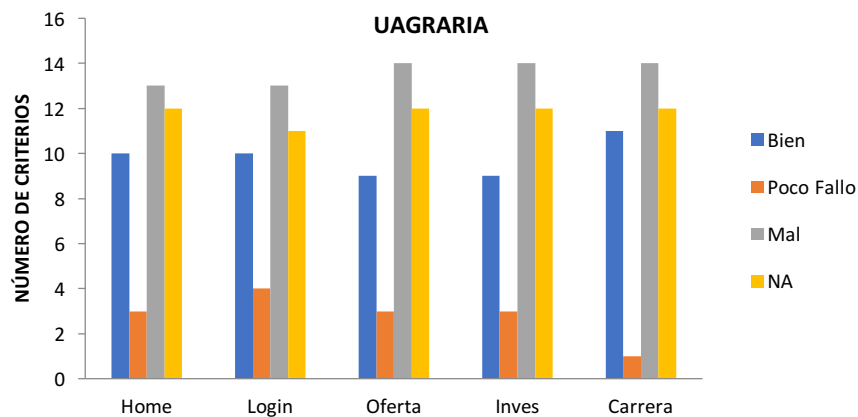


Figura 5. Verificación de criterios en las cinco páginas seleccionadas de la UAGRARIA

La UG tiene el mayor número de criterios que no se cumplen en cuatro de cinco de sus páginas evaluadas (11-19), pero resalta que la Home tenga el mayor incumplimiento, pues esta es la presentación del portal universitario. De las universidades estudiadas es la que presenta el menor cumplimiento de la norma con un 21,1 %.

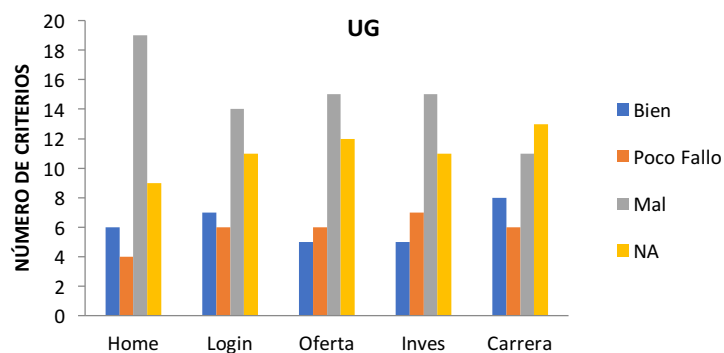


Figura 6. Verificación de criterios en las cinco páginas seleccionadas de la UG.

Porcentaje de éxito de los sitios webs de las Universidades con respecto a cada principio y pauta



En función de los 38 criterios analizados, la ESPOL obtiene el mayor cumplimiento de criterios con un 36,0 %, mientras que la Universidad de Guayaquil obtiene el menor valor con 16,0 %. En los criterios que no se cumplen, los resultados fueron inversos, el mayor porcentaje se encuentra en la Universidad de Guayaquil (39,0 %) y el menor en la ESPOL (25,0 %). La Universidad de las Artes y la Agraria tienen un porcentaje de criterios cumplidos semejante con 23,0 y 26,0 %, respectivamente.

En lo referente al nivel de accesibilidad, la ESPOL tiene el 39,0 % de criterios en nivel ALTO, seguida de la Universidad Agraria del Ecuador con 29,0 %, a continuación, la Universidad de las Artes (18,0 %) y por último la Universidad de Guayaquil con 16,0 %. Al analizar por pautas como se describe en la tabla XII, se observa que la mayor concentración de accesibilidad está en los principios 1 y 3; el primero con más presencia en la ESPOL y UARTES y el tercero en la universidad Agraria y en ESPOL.

Tabla 4. Porcentaje de éxito (Nivel Cumplimiento prioridad A-AA) de los cuatro sitios webs de las universidades con respecto a cada principio y pauta.

	ESPOL	UARTES	UAGRARIA	UG
Porcentajes de éxito				
Principio 1. Perceptible			48,7%	40,0%
Pauta 1.1: Alternativas textuales	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Pauta 1.2: Medios tiempo dependientes	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Pauta 1.3: Adaptable			46,4%	40,0%
Pauta 1.4: Distinguible				
Principio 2. Operable		40,4%	42,3%	38,8%
Pauta 2.1: Accesible por teclado				
Pauta 2.2: Tiempo suficiente	0,0%	16,7%	5,6%	20,0%
Pauta 2.3: Convulsiones	0,0%	0,0%	0,0%	
Pauta 2.4: Navegable	43,9%	30,9%	34,8%	33,3%
Principio 3. Comprensible		48,0%		30,0%
Pauta 3.1: Fácil de leer y de comprender	40,0%	20,0%	0,0%	44,4%
Pauta 3.2: Predecible				33,3%
Pauta 3.3: Entrada de datos asistida		0,0%	25,0%	6,3%
Principio 4. Robusto	20,0%	10,0%	0,0%	0,0%
Pauta 4.1: Compatible	20,0%	10,0%	0,0%	0,0%



En la figura 7 se evidencia que el principio cuatro (Robusto), tiene un nivel MUY DEFICIENTE de cumplimiento, pese a que sube en pequeña medida en la ESPOL (20,0 %). Además, de que la ESPOL alcanza mayores niveles en comparación a las otras instituciones de educación superior, donde la Universidad de Guayaquil tiene un nivel DEFICIENTE en promedio.

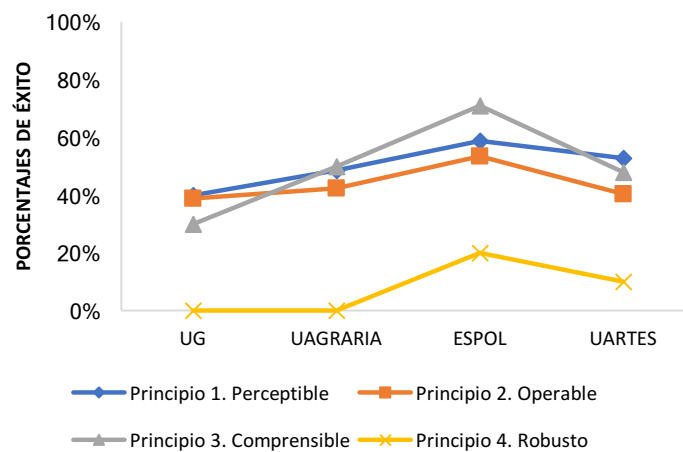


Figura 7. Porcentaje de Éxito de los sitios webs de las Universidades con respecto a los cuatro principios de la Norma Técnica.

Comparación del cumplimiento de los criterios de la norma ISO/IEC 40500:2012 entre las universidades

Los resultados se presentan como media±desviación estándar (Figura 8). Letras iguales indican que no existen diferencias significativas entre las medias según ANOVA de una vía y test a posteriori de Tukey ($p>0,05$). La universidad que cumplió un mayor número de criterios en sus páginas webs fue la ESPOL con $13,60\pm 1,67$, seguida por UAGRARIA ($9,80\pm 0,83$) y UARTE ($8,80\pm 1,30$) y la Universidad que cumplió con un menor número de criterios fue la UG ($6,20\pm 1,30$).

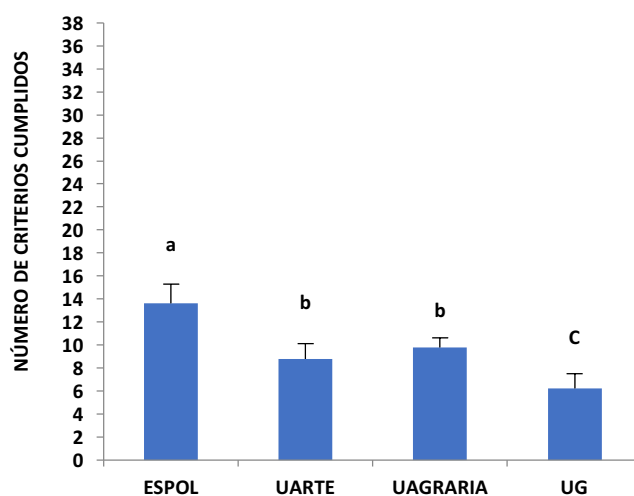


Figura 8. Comparación del cumplimiento de los criterios de la norma ISO/IEC 40500:2012 entre las Instituciones de Educación Superior en Guayaquil.

Estimación el nivel de conformidad de cada página analizada transversalmente

Para verificar si existían diferencias significativas en el número de criterios cumplidos por bloques de páginas de todas las universidades públicas se aplicó una ANOVA de una vía y test a posteriori de Tukey ($p < 0,05$) evidenciándose que no existían diferencias ($F=0.03$; $P=0.998$) (Figura 9).

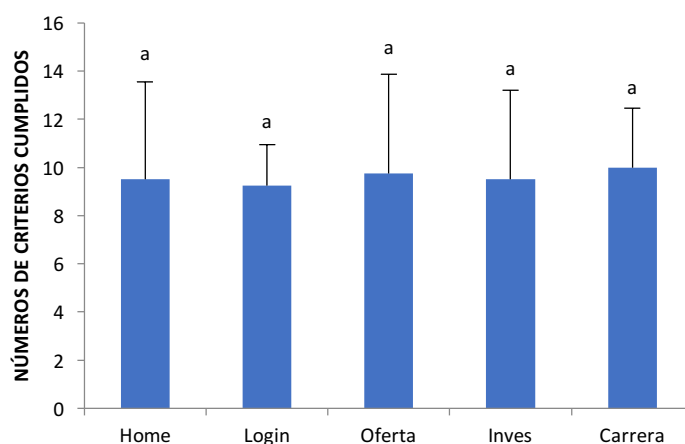


Figura 9. Comparación del cumplimiento de criterios de la norma INEN ISO/IEC 40500:2012 por tipo de página.

Utilizando los porcentajes de éxito se determinan un ALTO nivel de accesibilidad en la pauta 2.1 (Accesible por teclado) con mayor representatividad en Login (93,8 %), lo que demuestra la correcta



estructura web para formularios y entrada de datos. Así también, las páginas de Carreras en su pauta 3.2 (Predecible) tienen un 84,6 % debido a la fácil lectura del contenido, su inalterabilidad y por poseer una navegación coherente (Figura 10).

Evidenciando un nivel superior de accesibilidad en el principio tres (Comprensible) en la mayoría de las páginas evaluadas, excepto la de Login, donde más bien, el principio dos (Operable) es el que sobresale.

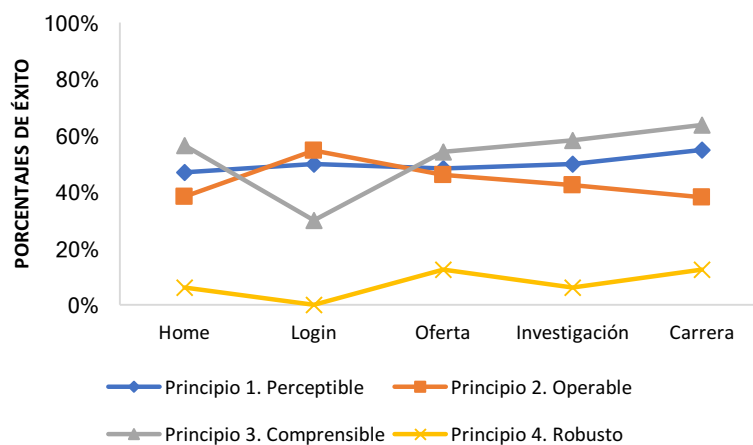


Figura 10. Porcentaje de éxito de las páginas webs de las universidades con respecto a los principios de la Norma Técnica.

En relación a las páginas universitarias, existe una conformidad a la norma en los criterios de prioridad AA que no supera los 50 %, y esto es, discriminando los criterios No Aplicables. El mayor valor lo tiene la página de Carreras con 40,4 %.

Similares resultados se muestran utilizando los porcentajes de éxito, donde las páginas en general tienen un nivel DEFICIENTE de accesibilidad que va desde 41,0 % en Login hasta 47,0 % en Carrera, debiéndose señalar que Home está sólo a 1,5 % de ser la menos accesible (Tabla 5).

Tabla 5. Resumen Final de resultados de éxito de las cinco páginas webs de las universidades.

	Conformidad AA	Porcentaje de éxito
Home	35,9%	42.5%
Login	34,9%	41.0%
Oferta Académica	38,6%	46.0%
Investigación	36,9%	45.6%
Carrera	40,4%	47.0%



La conformidad AA de los sitios web apenas superan el 50,0 % y esto sólo la ESPOL, observando una deficiencia en la aplicación que se generaliza en todos los sitios. Adicionalmente, al aplicar los porcentajes de éxito cuya fórmula incluye las No Conformidades Menores como son los “Pocos Fallos” (Fórmula 1), muestran un valor mayor, limitando su uso en la categorización de los sitios.

Se resalta que ningún sitio web de los analizados tiene un grado ALTO de cumplimiento de la norma, más bien todos tienen un estado DEFICIENTE excepto la ESPOL, cuyo nivel de accesibilidad es MODERADO con un 57,6 %. La Universidad de Guayaquil, por el contrario, tiene las observaciones más bajas en relación al cumplimiento y las más altas en los criterios no cumplidos.

Finalmente podemos indicar que el orden descendente del nivel de accesibilidad de prioridad A-AA en porcentajes de éxito es: ESPOL (57,6 %), Universidad de las Artes (43,2 %), Universidad Agraria del Ecuador (42,7 %) y la Universidad de Guayaquil (34,0 %) (Tabla 6).

Tabla 6. Resumen Final de resultados con porcentaje de éxito de los sitios webs de las universidades.

	Conformidad AA	Porcentaje de éxito
ESPOL	51,52%	
UARTES	37,29%	43.2%
AGRARIA	37,40%	42.7%
UG	23,13%	34.0%

4. Discusión

Los sitios web de las Instituciones de Educación Superior Públicas de Guayaquil en promedio tienen un nivel de accesibilidad DEFICIENTE en la aplicación de las Norma NTE INEN ISO/IEC 40500:2012. Sin embargo, el mayor nivel de cumplimiento está en el portal web de la ESPOL que alcanza el 57,6 % y que corresponde a la categoría de MODERADO. Los 38 criterios evaluados determinan que todas las páginas cumplen el 25,0 % de criterios en promedio, lo que equivale a un nivel DEFICIENTE en la aplicación de las normas de accesibilidad. Además, los criterios con mayor cumplimiento son 1.3.2 (Secuencia significativa) y 3.2.1 (Al recibir el foco).

Existe un nivel MODERADO en las pautas 1.3 (adaptable) y 1.4. (distinguible) de las cinco páginas, excluyendo a la Universidad de Guayaquil. Por otra parte, hay un nivel DEFICIENTE en el principio dos: Operable, por la inconsistencia en la estructura de contenido (pauta 2.4. navegable). Todas las páginas tienen un nivel MUY DEFICIENTE en el principio de robustez, esto sucede por no presentar soporte para softwares de apoyo.

Asimismo, las páginas webs de la ESPOL no cumplen todos los criterios y pautas, pero son las páginas con mayor nivel de accesibilidad. Además, la ESPOL obtiene un promedio de accesibilidad MODERADO en cada página evaluada (excepto Login) e igual nivel en tres principios: Perceptible



(59,0 %), operable (53,4 %), comprensible (74,8 %) y sólo en el de robustez tuvo un 20,0 %. Aparte de ello, las páginas de Oferta Académica e Investigación de la UARTES tienen un nivel MODERADO. Por último, las páginas de Carrera, poseen el promedio más alto (46,8 %) comparadas con las otras páginas universitarias. La pauta 2.1 (Accesible por teclado) tiene un nivel de accesibilidad ALTO con mayor presencia en las páginas de Login (93,8 %) por la correcta estructura web para formularios y entrada de datos. Así mismo, las páginas de Carrera en su pauta 3.2 (Predecible) tienen un 84,6 % debido a la fácil lectura del contenido, así como por su inalterabilidad y poseer una navegación coherente. Inclusive, el principio tres demuestra un nivel ALTO de accesibilidad en todas las páginas, exceptuando Login donde se destaca el principio dos.

Las páginas en general obtienen un grado DEFICIENTE de accesibilidad: Login 41,0 %, Home 42,5 %, Investigación 45,6 %, Oferta Académica 46,0 % y Carrera 47,0 %. La Universidad de las Artes y Agraria del Ecuador tienen porcentajes similares en número de criterios cumplidos (23,0 y 26,0 %). Más aun, el mayor cumplimiento de la accesibilidad lo tienen los principios uno y tres. Además, la ESPOL tiene el mayor cumplimiento de criterios en un 36%, y la Universidad de Guayaquil en menor grado con sólo el 16%.

5. Conclusiones

En consecuencia, al nivel de accesibilidad deficiente establecido luego de la aplicación de la Norma NTE INEN ISO/IEC 40500:2012 en los sitios webs de las Instituciones de Educación Superior Públicas de Guayaquil, se recomienda: la socialización de la normativa vigente a los actores que están en contacto directo a la gestión y desarrollo de las TIC's. Siendo las Universidades generadoras de conocimiento debería conformarse un grupo de desarrollo en el departamento de Tecnologías para generar plantillas y contenidos accesibles. De manera que se implemente contenido multimedia de acuerdo a las normas para futuras actualizaciones. Así mismo, incorporar en las mallas de las carreras de Tecnologías de la Información y Comunicación asignaturas que fomenten el cumplimiento de la norma.

Mejorar la estructura semántica del lenguaje de marcado y sus tecnologías para mejorar el soporte y compatibilidad al software de apoyo. Además, de la estructura de contenido para la navegabilidad. Por otra parte, se recomienda poner énfasis en la accesibilidad de las páginas en donde hay entrada de datos como formularios porque interactúan directamente con el usuario. Más aun, se sugiere por el nivel deficiente encontrado, adquirir una plantilla personalizada que cumpla con las normas, ya que el equipo de desarrollo web interno de las Universidades no abastece a las exigencias de las normas de accesibilidad. Es necesaria la capacitación a los desarrolladores y a los encargados de gestionar la información en las páginas webs de las universidades, acerca de los principios y pautas de accesibilidad. Tomando en consideración que el Reglamento 288 de la Norma NTE INEN ISO/IEC 40500:2012 decreta que se cumpla un nivel AA hasta el 2018.

La Universidad de las Artes y la Universidad Agraria del Ecuador al disponer sitios web no extensos ni complejos, podrían escalar positivamente su nivel de accesibilidad mejorando en el principio



Operable. Así mismo, se recomienda una auditoría de calidad web en la Universidad de Guayaquil debido al nivel deficiente de accesibilidad. De la misma manera es necesaria la creación de entes certificadores de accesibilidad web en Ecuador, tal como lo expresa el reglamento 288 de la Norma NTE INEN ISO/IEC 40500:2012.

Referencias bibliográficas

Asamblea Nacional República del Ecuador, Ley Orgánica de discapacidades. Ecuador: Registro Oficial, Quito, Ley Orgánica Año IV No.796, 2012, pp. 1–28.

W3C, “Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0,” 2008. [Online]. Available: <https://www.w3.org/TR/WCAG20/>. [Accessed: 14-Dec-2016].

W3C, “Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 1.0,” 1999. [Online]. Available: <https://www.w3.org/TR/WCAG10/>. [Accessed: 14-Dec-2016].

M. Cooper, “WCAG 2.1 under exploration,” W3C, 2016. [Online]. Available: <https://www.w3.org/blog/2016/10/wcag-2-1-under-exploration/>. [Accessed: 28-Dec-2016].

J. Ian and R. Frost, “Las Pautas de Accesibilidad al Contenido en la Web 2.0 del W3C aprobadas como Estándar Internacional ISO/IEC,” 2012. [Online]. Available: http://www.w3c.es/Prensa/2012/nota121015_wcag2pas. [Accessed: 21-Dec-2016].

M. Peñafiel and S. Luján mora, “Legislación sobre accesibilidad web: una comparativa de seis países,” *Rev. Politécnica*, vol. 34, no. 2, 2014.

G. Miranda, A. Martín, R. Mazalu, G. Gaetán, and V. E. Saldaño, “Agentes inteligentes para propiciar la accesibilidad web,” in XVIII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación, 2013, pp. 817–826.

R. J. Freeman and P. Loo, “Web 2.0 and E-government at the municipal level,” in 2009 World Congress on Privacy, Security, Trust and the Management of e-Business, 2009, pp. 70–78.

M. I. Laitano, “Accesibilidad web en el espacio universitario público argentino,” *Rev. Española Doc. Científica*, vol. 38, no. 1, pp. 1–9, 2015.

R. Navarrete and S. Luján mora, “Accesibilidad web en las Universidades del Ecuador. Análisis preliminar,” *Rev. Politécnica*, vol. 33, no. 2, pp. 1–8, 2014.

N. Quiñonez and R. Arévalo, “Análisis del cumplimiento de la norma NTE INEN-ISO/IEC 40500 en las páginas web de las Universidades Públicas del Ecuador para evaluar su accesibilidad web. Caso aplicativo: Implementación de la página web oficial del ICITS con la plantilla tipo A,” Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador, 2016.

Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), “Informe de Rendición de Cuentas 2015,” 2016. [Online]. Available: <http://www.transparencia.espol.edu.ec/informe-de-labores>. [Accessed: 28-Dec-2016].



Universidad Agraria del Ecuador (UAE), "Informe de Rendición de Cuentas 2015," 2016. [Online]. Available: <http://www.uagraria.edu.ec/transparencia/2016/Rendicion-de-Cuentas-UAE-2015.pdf>. [Accessed: 28-Dec-2016].

Universidad de Guayaquil (UG), "Universidad de Guayaquil crecimiento de la población estudiantil," Guayaquil, 2016.

Universidad de las Artes (UA), "Informe de Rendición de Cuentas 2015," 2016. .

Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades (CONADIS), "Personas con discapacidad registradas," 2016. [Online]. Available: <http://www.consejodiscapacidades.gob.ec/estadistica/index.html>. [Accessed: 23-Dec-2016].

S. Luján Mora, R. Navarrete, and M. Peñafiel, "Egovernment and web accessibility in South America," in First International Conference on e-Democracy & e-Government – ICEDEG 2014, 2014, pp. 77–82.

Chacón-Medina, H. Chacón-López, D. López-Justicia, and C. Fernández-Jiménez, "Dificultades en la Accesibilidad Web de las Universidades Españolas de acuerdo a la norma WCAG 2.0," Rev. española Doc. Científica, vol. 36, no. 4, pp. 1–13, 2013.

J. R. Hilera, L. Fernández, E. Suárez, and E. T. Vilar, "Evaluación de la accesibilidad de páginas web de universidades españolas y extranjeras incluidas en rankings universitarios internacionales," Rev. Española Doc. Científica, vol. 36, no. 1, pp. 1–16, 2013.

P. Acosta-Vargas, S. Lujan-Mora, and L. Salvador-Ullauri, "Evaluation of the web accessibility of higher-education websites," 2016 15th Int. Conf. Inf. Technol. Based High. Educ. Train., pp. 1–6, 2016.

T. Acosta and S. Luján Mora, "Errores de accesibilidad más comunes en los sitios web de las universidades ecuatorianas," in 1st International Conference on Information Systems and Computer Science (INCISCOS 2016), 2016, pp. 48–55.

T. Acosta and S. Luján Mora, "Análisis de la accesibilidad de los sitios web de las universidades ecuatorianas de excelencia," Enfoque UTE, vol. 7, no. 1, pp. 46–61, 2017.

P. Acosta-vargas, S. Luján-mora, and L. Salvador-ullauri, "traducción accesibilidad de IES extranjeras."

R. Cruz Vadillo and M. Á. Casillas Alvarado, "Las instituciones de educación superior y los estudiantes con discapacidad en México," Rev. la Educ. Super., vol. 46, no. 181, pp. 37–53, 2017.

N. Cruz Esparza, Z. Acosta Merino, and H. Guerrero Torres, "Accesibilidad Web en las Instituciones de Educación Superior del Ecuador: Año 2016," J. Sci. Res. Rev. Cienc. e Investig., vol. 1, pp. 44–48, 2016.

M. Campoverde Molina, "La accesibilidad web. un reto en el entorno educativo ecuatoriano," Rev. Científica y Tecnológica UPSE, vol. 3, no. 3, pp. 90–98, 2016.



S. Kurt, "Accessibility of Turkish university Web sites," *Univers. Access Inf. Soc.*, pp. 1–11, Apr. 2016.

O. Revilla, *WCAG 2.0 de forma sencilla*, Itákora., no. November. Madrid-España, 2013.

B. Parmanto and X. Zeng, "Metric for Web Accessibility Evaluation," vol. 56, no. 13, pp. 1394–1404, 2005.