

MODELO DE USABILIDAD WEB

El modelo de usabilidad Web toma como base otros modelos para productos software y ha sido adaptado a productos orientados a la Web aplicando la norma ISO 25000 SQuaRE. Este modelo tiene en cuenta la división de características y sub-características que se realiza en la ISO 25010 donde hace referencia al modelo de calidad propuesto por esta norma. Estas características son muy genéricas y están descompuestas en sub-características y estas a su vez en atributos, con el objetivo de obtener un modelo de usabilidad lo más amplio posible centrado en el ámbito de las aplicaciones Web.

El modelo de calidad propuesto por la norma ISO 25000 SQuaRE contempla dos vistas del modelo de usabilidad: una que contempla la usabilidad de la aplicación Web vista desde la perspectiva de un producto software, y otra que contempla la usabilidad de la aplicación Web desde la perspectiva de los usuarios en un determinado contexto.

También se estudiado métricas orientadas a la Web con el objetivo de proveer un conjunto de métricas genéricas que puedan ser operacionalizadas en distintos niveles de abstracción y en distintos métodos de desarrollo Web, donde cada métrica es asociada a un único atributo, con el objetivo de descubrir problemas de usabilidad en base a los valores obtenidos de la métrica, pudiendo además cuantificar cómo dicho atributo afecta al nivel de usabilidad de la aplicación Web.

MODELO DE USABILIDAD CENTRADA EN LA CALIDAD PRODUCTO SOFTWARE

SQuaRE propone que la usabilidad de un producto software puede ser descompuesta en las siguientes características:

- Facilidad de entendimiento (*Appropriateness recognisability*)
- Facilidad de aprendizaje (*Learnability*)
- Facilidad de uso (*Ease of use*)
- Facilidad de ayuda (*Helpfulness*)
- Accesibilidad técnica (*Technical accesibility*)
- Grado de atracción (*Attractiveness*)
- Adherencia a normas o convenciones (*Compliance*).

Sin embargo, estas características son demasiado abstractas y necesitan ser descompuestas sub-características y en atributos más fácilmente medibles. Las cinco primeras características (facilidad de entendimiento, facilidad de aprendizaje, facilidad de ayuda, facilidad de uso y accesibilidad técnica) están relacionadas con el rendimiento del usuario hacia la aplicación y pueden ser cuantificadas de una forma más objetiva.

La **facilidad de entendimiento**, hace referencia a todas las características de la aplicación Web que facilitan su entendimiento. Se corresponde con el atributo *Understandability* definido en la ISO 9126-1, el cual se ha renombrado para brindar una definición más precisa. En el Modelo de Usabilidad Web, ésta se ha descompuesto diferenciando entre aquellos atributos que permiten la *legibilidad* visual de los textos e imágenes y aquellos atributos que permiten *facilidad de lectura de la información* en lo que se refiere a la densidad y agrupación cohesionada de la información.

Además, se ha descompuesto en otras sub-características como la *familiaridad* con la que un usuario reconoce aspectos de la interfaz de usuario; el *ahorro de esfuerzo cognitivo* reduciendo los pasos necesarios para completar tareas, y *orientación al usuario* a través de mensajes de aviso y actualización junto con una retroalimentación inmediata de los elementos de la interfaz que indique su posición actual o acciones que está realizando en ese mismo instante.

Las sub-características anteriores provienen de criterios ergonómicos que bien podrían ser aplicables a cualquier tipo de interfaz de usuario, sin embargo, teniendo en cuenta las guías de diseño Web y usabilidad, se ha incorporado la sub-característica *navegabilidad* por ser de gran relevancia en cualquier producto software orientado a la Web, la cual hace referencia a la facilidad que aporta la aplicación Web para navegar sobre su contenido.

La siguiente tabla muestra detalladamente la descomposición de estas sub-características en atributos medibles y su significado.

Tabla 1. Descomposición de la característica “Facilidad de entendimiento”.

Sub-característica	Atributo	Significado
1.1 Legibilidad visual	1.1.1 Adecuación de fuente	Adecuación de la fuente (color, tipo, tamaño) al contexto.
	1.1.2 Adecuación de la visualización textual	La combinación de colores de texto y su fondo no debe impedir su lectura.
	1.1.3 Disposición	Posición del texto visible en cualquier situación (evitando scroll horizontal)
1.2 Facilidad de lectura	1.2.1 Agrupación Cohesiva de la Información	La información se presenta en grupos con un mismo núcleo temático.
	1.2.2 Densidad de información	Cantidad de información necesaria para evitar sobrecarga.
1.3 Familiaridad	1.3.1 Consistencia de formato	Conceptos representados siempre con los mismos formatos (Fecha dd/mm/aaaa)
	1.3.3 Metáfora	Uso de metáforas que ayuden a una interacción más natural imitando objetos del mundo real
	1.3.2 Internacionalización	Uso de elementos y formas que siguen estándares.

1.4 Ahorro de esfuerzo	1.4.1 Acciones mínimas	Reducción del esfuerzo cognitivo (ej. realizar acciones en pocos pasos).
	1.4.2 Auto-descripción	Los elementos transmiten un concepto de la forma más clara y concisa posible.
	1.4.3 Complejidad de la información	Dificultad de entendimiento de la información proporcionado por la aplicación Web.
1.5 Orientación al usuario	1.5.1 Calidad de los mensajes de actualización	Los mensajes son útiles para que el usuario identifique nuevas interacciones que provee la aplicación Web.
	1.5.2 Calidad de los mensajes de aviso	Los mensajes son avisos adecuadamente al usuario sobre la acción que va a llevar a cabo.
	1.5.3 Retroalimentación inmediata de los controles	Los controles de la interfaz muestran al usuario la posición actual en la aplicación Web.
1.6 Navegabilidad	1.6.1 Soporte a búsqueda interna	La aplicación Web permite alcanzar contenidos sin navegar explícitamente por los enlaces determinados a alcanzar ese contenido.
	1.6.2 Clickabilidad	Capacidad de un enlace para ser reconocido como tal.
	1.6.3 Interconectividad	Grado de interconexión entre los contenidos y/o acciones de la aplicación Web.
	1.6.4 Alcanzabilidad	Facilidad de acceder a los contenidos y/o acciones de la aplicación Web.

La **facilidad de aprendizaje**, hace referencia a todos los atributos de una aplicación Web que hacen posible que el usuario aprenda su uso. Su definición se viene del concepto “adecuación para el aprendizaje” recogido en la ISO 9241-10, y que debido a su importancia fue incorporada en modelos anteriores como una sub-característica más.

En el Modelo de Usabilidad Web, se ha descompuesto en las sub-características: *predictibilidad*, para referirse a la facilidad con la que el usuario puede predecir el resultado de las acciones que va a realizar basándose en los elementos de la interfaz; *potencialidad*, para referirse a cómo los usuarios pueden descubrir qué acciones pueden realizar en su siguiente paso de interacción; y *retroalimentación informativa*, para referirse a la información que se proporciona acerca del resultado de las acciones que se han llevado a cabo anteriormente.

Estas sub-características son de especial interés en las aplicaciones Web, ya que un usuario no suele dedicar mucho tiempo a aprender el funcionamiento, y es posible que si siente frustración es probable que recurra a otras alternativas.

La siguiente tabla muestra detalladamente la descomposición de estas sub-características en atributos medibles.

Tabla 2. Descomposición de la característica “Facilidad de aprendizaje”.

Sub-característica	Atributo	Significado
2.1 Predictibilidad	2.1.1 Nombres de enlaces significativos	Capacidad de predecir la acción que se va a realizar atendiendo al nombre de los enlaces.
	2.1.2 Etiquetas significativas	Capacidad de predecir qué concepto representa una etiqueta asociada a cualquier elemento de la interfaz.
	2.1.3 Controles significativos	Capacidad de predecir que acción realizará un control determinado.
	2.1.4 Contenido multimedia significativo	Capacidad de predecir el objetivo de la aplicación Web atendiendo a los elementos multimedia que emplea (imágenes, videos, sonidos)
2.2 Potencialidad	2.2.1 Determinación de acciones posibles	Facilidad con la que el usuario puede reconocer de forma rápida y clara qué acciones puede realizar.
	2.2.2 Determinación de acciones prometedoras	Facilidad con la que el usuario puede reconocer de forma rápida y clara qué acciones son más relevantes.
2.3 Retroalimentación informativa	2.3.1 Progreso explícito de las transacciones	Capacidad de la aplicación Web de proporcionar a los usuarios el estado de las transacciones que se realizan (tareas completadas con éxito, estado en una transacción, etc.).
	2.3.2 Contexto explícito del usuario	Capacidad de proporcionar a los usuarios el contexto en el que se encuentran dentro de la aplicación Web. (Sesión iniciada, nivel de privacidad de la información, etc.).

La **facilidad de uso**, hace referencia a todos los atributos de la aplicación Web que permiten controlarla y operarla adecuadamente. Se corresponde con el atributo *Operability* definido en la ISO 9126-1, su definición está basada en los términos controlabilidad, tolerancia a fallos y conformidad con las expectativas del usuario definidos en la ISO 9241-10.

En el Modelo de Usabilidad Web, la facilidad de uso se ha descompuesto en otras sub-características más relacionadas con aspectos técnicos de la aplicación Web: *Compatibilidad* con los otros productos software que influyen en su funcionamiento y otros agentes externos; *Gestión de datos* en cuanto a la validez en su introducción y representación de los mismos en la interfaz; *Controlabilidad* en la ejecución de los servicios que se proveen al usuario; *Capacidad de adaptación* que se refiere a la capacidad de la aplicación Web de ser adaptada por el usuario,

y “adaptativo” que se corresponde con la capacidad de la aplicación Web de adaptarse a las necesidades de los usuarios; *Consistencia en el comportamiento* de los enlaces y controles de la aplicación Web; y *gestión de errores*, que hace referencia a la capacidad de prevenir y recuperarse de los errores que surgen en la ejecución, refiriéndose también a la calidad de los mensajes de error.

La siguiente tabla muestra detalladamente la descomposición de estas sub-características en atributos medibles.

Tabla 3. Descomposición de la característica “Facilidad de uso”.

Sub-característica	Atributo	Significado
3.1 Compatibilidad	3.1.1 Compatibilidad con navegadores y plugins	Capacidad de la aplicación Web de ser ejecutada en los navegadores más comunes sin alterar su comportamiento y apariencia.
	3.1.2 Compatibilidad con sistemas operativos	Capacidad de la aplicación Web de ser visualizada los sistemas operativos más comunes sin alterar su comportamiento y apariencia.
	3.1.3 Compatibilidad con velocidades de conexión	Capacidad de la aplicación Web de ser usada bajo las velocidades de conexión más comunes.
	3.1.4 Compatibilidad con la resolución de pantalla	Capacidad de la aplicación Web de ser adaptable a las resoluciones de pantalla más comunes.
3.2 Gestión de los datos	3.2.1 Validez de los datos de entrada	Se proveen mecanismos que verifiquen la validez datos que introduce el usuario.
	3.2.2 Visibilidad de los datos	Se proveen mecanismos que muestren la información de acuerdo a su privacidad.
3.3 Controlabilidad	3.3.1 Edición posterior	El contenido introducido por el usuario se puede editar en cualquier momento.
	3.3.2 Soporte a operaciones de cancelación	Las acciones se pueden cancelar sin efectos perjudiciales al funcionamiento normal.
	3.3.3 Soporte a la interrupción	Las acciones se pueden interrumpir sin perjudiciales al funcionamiento normal.
	3.3.4 Soporte a operaciones de deshacer	Las acciones se pueden deshacer sin perjudiciales al funcionamiento normal.
	3.3.5 Soporte a operaciones de rehacer	Las acciones se pueden rehacer para ahorrar trabajo al usuario.
	3.3.6 Soporte a la impresión	Capacidad de la aplicación Web de imprimir su contenido de forma correcta
3.4 Capacidad de adaptación	3.4.1 Adaptabilidad	Capacidad de la aplicación Web de ser adaptada por los usuarios
	3.4.2 Adaptativo	Capacidad de la aplicación Web para adaptarse a las necesidades de los

		distintos usuarios.
3.5 Consistencia	3.5.1 Comportamiento constante de los enlaces	Enlaces con el mismo nombre siempre apuntan al mismo destino.
	3.5.2 Comportamiento constante de los controles	Los controles siempre se comportan de la misma forma.
	3.5.3 Permanencia de los enlaces	Los enlaces se mantienen siempre en la misma posición de la interfaz
	3.5.4 Permanencia de los controles	Los controles aparecen siempre que las acciones asociadas a ellos se puedan realizar.
	3.5.5 Consistencia en el orden de los enlaces	Los enlaces pertenecientes a un mismo grupo siempre aparecen en el mismo orden.
	3.5.6 Consistencia en el orden de los controles	Los controles respetan su posición respecto a otros para no confundir al usuario.
	3.5.7 Consistencia en las etiquetas	Las etiquetas se corresponden con las acciones que representan.
3.6 Gestión de errores	3.6.1 Prevención de errores	Capacidad de la aplicación Web de proporcionar mecanismos para prevenir errores comunes.
	3.6.2 Recuperación ante errores	Capacidad de la aplicación Web de volver a un estado estable tras un error.
	3.6.3 Calidad de los mensajes de error	El mensaje representa de forma clara y concisa el error ocurrido

La **facilidad de ayuda**, hace referencia a todos los atributos de la aplicación Web que proveen ayuda a los usuarios cuando lo necesitan. Esta sub-característica es una de las novedades presentes en SQuaRE, ya que en modelos de calidad anteriores como el de la ISO 9126-1, esta definición se incluía dentro de la facilidad de aprendizaje. La *facilidad de ayuda* cobra un especial importancia en las aplicaciones Web puesto que en estos entornos los manuales de usuario desaparecen para dar paso a la ayuda online. En el Modelo de Usabilidad Web ésta se descompone en atributos centrados en ofrecer al usuario un apoyo adicional en sus tareas mientras usa la aplicación Web.

La siguiente tabla muestra detalladamente la descomposición de estas sub-características en atributos medibles.

Tabla 4. Descomposición de la característica “Facilidad de ayuda”.

Sub-característica	Atributo	Significado
4. Facilidad de ayuda	4.1 Completitud de la ayuda online	Los ayuda online contempla todas las funcionalidades especificadas para la

		aplicación Web.
	4.2 Documentación Multiusuario	La ayuda está personalizada según el público objetivo de la aplicación Web (rol del usuario, idioma del usuario, etc)
	4.3 Completitud del mapa de sitio	El mapa del sitio Web es de gran utilidad si contempla, de forma jerárquica, la estructura de la Web para que el usuario alcance sus objetivos
	4.4 Calidad de los mensajes de asesoramiento	Los mensajes de asesoramiento han de ser claros y concisos para ayudar de la mejor forma posible al usuario (uso de tooltips, consejos antes de empezar, sugerencias, etc)

La **accesibilidad técnica**, hace referencia a todos los atributos de la aplicación Web que permiten a los usuarios con discapacidades específicas operar con la aplicación Web. Esta sub-característica es otra de las novedades de la norma SQuaRE, en un intento de unir los conceptos accesibilidad y usabilidad. En este modelo de Usabilidad Web, ésta sub-característica se ha considerado contemplando no solo discapacidades del usuario, sino también las de su entorno.

En la siguiente tabla se muestra en qué atributos se ha descompuesto la accesibilidad técnica, tomando como base guías de accesibilidad propuestas por la iniciativa de accesibilidad Web (WAI) del World Wide Web Consortium (W3C), los cuales se han adaptado para ofrecer una definición independiente de la plataforma tecnológica y más centrada en cualidades deseables de la aplicación Web.

Tabla 5. Descomposición de la característica “Accesibilidad técnica”.

Sub-característica	Atributo	Significado
5. Accesibilidad técnica	5.1 Soporte a la ampliación/reducción del texto	El texto de la aplicación Web debe redimensionarse independientemente de las opciones que ofrezca el navegador para ello.
	5.2 Independencia de dispositivos de control	El contenido debe ser accesible sin importar el tipo de dispositivo de entrada empleado (ratón, teclado, entrada por voz).
	5.3 Soporte a texto alternativo	El contenido multimedia (imágenes, sonidos, animaciones) deben tener una descripción alternativa.
	5.4 Colores seguros	Los colores empleados no dañan la integridad de los usuarios con problemas específicos.
	5.5 Grado de conformidad con WCAG	Capacidad de la aplicación Web de seguir las directrices del Web Content Accessibility Guidelines.

El **grado de atracción**, hace referencia a los aspectos estéticos de la aplicación Web que influyen en las impresiones que el usuario percibe. Si bien es cierto que la atracción de un usuario es un aspecto claramente subjetivo y condicionado por muchos factores en un contexto determinado de uso, es posible definir atributos presentes en la misma aplicación Web que tienen un gran impacto en la percepción del usuario.

De esta forma, en el Modelo de Usabilidad Web, ésta se ha descompuesto en atributos como la *uniformidad* de los elementos presentes en las interfaces de usuario (fuente, color, posición, etc); la *personalización de la estética* de la interfaz de usuario, referido a las preferencias estéticas; y al *grado de interactividad*, que es el grado en el que un usuario puede participar en la modificación de la forma y contenido de un entorno mediático en tiempo real.

La siguiente tabla presenta la descomposición del grado de atracción en atributos que representarían aquellos aspectos medibles en los que no sería estrictamente necesaria la intervención del usuario.

Tabla 3.6. Descomposición de la característica “Grado de atracción”.

Sub-característica	Atributo	Significado
6. Grado de atracción	6.1 Uniformidad del color de fondo	Los colores de fondo empleados en los mismos elementos de las interfaces el usuario son siempre los mismos.
	6.2 Uniformidad de la fuente	El color, estilo y tipo de fuente empleados en los mismos elementos de las interfaces de usuario no varía.
	6.3 Uniformidad en la posición de las secciones de la interfaz	Las secciones en las que se divide la interfaz de usuario se mantienen a lo largo de toda la aplicación Web.
	6.4 Personalización de la estética de la interfaz de usuario	Las características estéticas (color, estilos temáticos) de una interfaz pueden ser seleccionadas por el usuario a su gusto.
	6.5 Grado de interactividad	El usuario es capaz puede participar en la modificación de la forma y contenido de la aplicación Web interactuando con ella.

Finalmente la última característica **adherencia a normas o convenciones**, hace referencia a cómo la aplicación Web es conforme respecto a normas, estándares, convenciones o guías de diseño en el dominio Web. En el Modelo de Usabilidad Web ésta se ha descompuesto en atributos como la conformidad a la norma ISO/IEC 25000 SQuaRE por ser ésta la norma en la que se basa el modelo, y la conformidad con respecto algunas de las guías de diseño Web de acuerdo al tipo de página Web. Estos atributos se cuantificarían comprobando que porcentaje de

patrones o guías propuestas en dichas normas se han tenido en cuenta en el desarrollo de la aplicación web mediante el diseño de listas de chequeo para verificar el cumplimiento.

Tabla 7. Descomposición de la característica “Adherencia a normas o Convenciones”.

Sub- característica	Atributo
7. Adherencia a normas o convenciones	7.1 Grado de conformidad a la ISO/IEC 25000 SQuaRE.
	7.2 Grado de conformidad a páginas web gubernamentales.
	7.3 Grado de conformidad a gobierno en línea.
	7.4 Grado de conformidad a portales y sitios web educativos.
	7.5 Grado de conformidad a “Sun Guide to Web Style”
	7.6 Grado de conformidad a “IBM Web Design Guidelines”

MODELO DE USABILIDAD CENTRADA EN LA CALIDAD EN USO

Una de las novedades más importante de SQuaRE es la descomposición de la Calidad en Uso de un producto software en tres sub-características de alto nivel: Usabilidad en Uso (*Usability in Use*), Flexibilidad en Uso (*Flexibility in Use*) y la Seguridad (*Safety*). El modelo de Usabilidad Web contempla esta nueva vista de la usabilidad, permitiendo una convivencia entre las distintas definiciones de usabilidad proporcionadas en normas anteriores.

SQuaRE propone que la *usabilidad en uso* de un producto software puede ser descompuesta en las siguientes características: Efectividad en uso (*Effectiveness in use*), Eficiencia en uso (*Efficiency in use*), Satisfacción en uso (*Satisfaction in use*) y Usabilidad en uso adherida a normas (*Usability in use compliance*). Sin embargo, estas características son abstractas y necesitan ser descompuestas en sub-características y atributos medibles que requieren de la participación del usuario final.

La **Efectividad en uso**, se refiere al grado con el cual usuarios específicos pueden alcanzar metas específicas con completitud y precisión en un contexto de uso específico. En el Modelo de Usabilidad Web se ha descompuesto en otras sub-características como la *facilidad de la ayuda*, la cual aparece también en la vista del Modelo de Usabilidad Web asociada al producto, pero en este caso, los atributos en los que se descompone están orientados a los resultados de la interacción del usuario final; y el *rendimiento de las tareas del usuario*, donde se contempla si los usuarios son capaces de llevar a cabo todas sus tareas en la aplicación Web de la forma más exacta posible.

La Siguiente tabla muestra en detalle la descomposición de esta sub-característica en atributos medibles.

Tabla 8. Descomposición de la sub-característica “Efectividad en uso”.

Sub-característica	Atributo	Significado
8.1. Facilidad de ayuda	8.1.1 Efectividad de la ayuda online	La ayuda online que se proporciona permite al usuario entender qué procedimientos debe seguir para realizar sus tareas
	8.1.2 Completitud de la ayuda online	La ayuda online cubre todos los problemas que los usuarios han encontrado en la realización de sus tareas.
	8.1.3 Frecuencia de consulta de ayuda	La frecuencia con la que un usuario se desorienta y necesita recurrir a recursos extra.
8.2 Rendimiento de las tareas del usuario	8.2.1 Completado de las tareas	El usuario es capaz de realizar todas sus tareas sin importar el procedimiento empleado.
	8.2.2 Exactitud de las tareas	El usuario es capaz de realizar todas sus tareas de la forma correcta, siguiendo los procedimientos que en la especificación de la aplicación Web se contemplaron.

La **Eficiencia en uso**, se refiere al grado con el cual usuarios específicos utilizan la cantidad adecuada de recursos en la relación a la efectividad obtenida en un contexto de uso específico, siendo esta definición muy parecida al concepto *productividad* que se propone en la norma ISO 9126-1. En este Modelo, ésta se ha descompuesto en otras sub-características relacionadas con la *eficiencia de las tareas* llevadas a cabo por el usuario, el *esfuerzo cognitivo* que representa para el usuario enfrentarse al uso de la aplicación Web; y las *limitaciones del contexto*, que pese a no depender estrictamente del usuario, condicionan en buena medida la eficiencia en uso.

La siguiente tabla muestra en detalle la descomposición de ésta característica en atributos medibles.

Tabla 9. Descomposición de la sub-característica “Eficiencia en uso”.

Sub-característica	Atributo	Significado
9.1 Eficiencia de las tareas del usuario	9.1.1 Tiempo para completar las tareas	Los usuarios realizan sus tareas correctamente en el menor tiempo posible.
	9.1.2 Carga de la tarea	La tarea está diseñada para realizarse de la forma más rápida e intuitiva posible.
9.2 Esfuerzo cognitivo	9.2.1 Esfuerzo mental subjetivo	Grado de esfuerzo mental que tiene que realizar el usuario para obtener un nivel de rendimiento adecuado.
	9.2.2 Facilidad de recordar (memorabilidad)	Tiempo necesario para que el usuario recuerde de forma precisa una funcionalidad de la aplicación Web usada anteriormente.
9.3 Limitaciones del contexto	9.3.1 Carga del sistema	Grado en el que los procesos ajenos a la aplicación Web afectan al correcto funcionamiento de ésta.

	9.3.2 Adaptación a las habilidades del usuario	Grado en el que se han considerado algunas limitaciones del usuario como la edad o contextos culturales.
--	--	--

La **Satisfacción en uso**, se refiere al grado con el cual los usuarios se sienten satisfechos en un contexto de uso específico. En el Modelo, ésta se ha descompuesto en otras sub-características basadas en distintas dimensiones de la satisfacción. Estas dimensiones son: *cognitiva*, cuando el usuario percibe que la aplicación cumple con la funcionalidad que él esperaba encontrar; *emocional*, cuando el usuario se siente atraído mientras usa la aplicación Web; *física*, cuando el usuario no percibe que su integridad física está amenazada; y basada en la confianza, cuando el usuario confía en que el funcionamiento de la aplicación Web no perjudicará sus intereses.

La siguiente tabla muestra en detalle la descomposición de esta característica en atributos medibles.

Tabla 10. Descomposición de la sub-característica “Satisfacción en uso”.

Sub-característica	Atributo	Significado
10.1 Satisfacción cognitiva	10.1.1 Utilidad percibida	El usuario percibe que la aplicación Web cubre las necesidades que le condujo a usarla.
	10.1.2 Calidad de los resultados	Los resultados que obtiene el usuario tras la interacción son los deseados.
10.2 Satisfacción emocional	10.2.1 Atracción subjetiva percibida	El usuario encuentra atractivo el diseño y apariencia de la interfaz de usuario.
	10.2.2 Frustración percibida	El usuario percibe que no es capaz de lograr su objetivo tras varios intentos.
	10.2.3 Riesgos del contenido	El usuario percibe una discriminación hacia él basada en aspectos socio-culturales.
10.3 Satisfacción física	10.3 Satisfacción física	El usuario puede realizar todas sus tareas sin correr ningún riesgo que afecte a su salud.
10.4 Confianza	10.4.1 Aparición de errores	El usuario tiende a desconfiar de una aplicación Web cuando ésta muestra una cantidad considerable de errores.
	10.4.2 Credibilidad del sitio	El usuario percibe que la información que recibe acerca de sus tareas es verdadera y contrastada.
	10.4.3 Riesgos económicos	El usuario puede realizar todas sus tareas sin correr ningún riesgo que afecte a la pérdida de dinero por su parte.

La **Usabilidad en uso adherida a normas o convenciones**, hace referencia a cómo los usuarios interactúan conforme a normas, estándares, convenciones o guías de diseño en el dominio Web. En el Modelo de Usabilidad Web, ésta se ha

descompuesto en atributos como la conformidad a la norma ISO/IEC 25000 SQuaRE, por ser ésta la norma en la que se basa el modelo; la conformidad con respecto a criterios ergonómicos relevantes en el área IPO, y la conformidad con respecto a los cuestionarios más empleados en la calidad en uso.

Tabla 11. Descomposición de la sub-característica “Usabilidad en uso adherida a normas”.

Sub-característica	Atributo
11. Usabilidad en uso adherida a normas	11.1 Grado de conformidad a la ISO/IEC 25000 SQuaRE [42]
	11.2 Grado de conformidad a criterios ergonómicos [6].
	11.3 Grado de conformidad con cuestionarios SUMI, SUS y QUIS [78]

MÉTRICAS WEB GENÉRICAS

El siguiente paso del Modelo de Usabilidad Web consiste en asociar métricas genéricas que permitan detectar problemas de usabilidad y cuantificar los atributos en los cuales se ha descompuesto las distintas sub-características. El objetivo de incorporar métricas genéricas reside en dotar al Modelo de la capacidad de ser operacionalizado en diferentes métodos de desarrollo Web, especialmente los dirigidos por modelos.

Para ello se han propuesto como punto de partida las métricas técnicas de calidad propuestas en los modelos anteriores, una de las metodologías que recopila gran cantidad de métricas es la metodología WQM como métricas relacionadas con la usabilidad; las métricas propuestas en la norma SQuaRE; las métricas propuestas en los apdes 2 y 3 de la norma ISO 9126; y otras métricas propuestas por el World Wide Web Consortium W3C. Cabe resaltar que para aquellos atributos a los que no se han encontrado métricas a asociar se han propuesto nuevas métricas para ser asociadas a dichos atributos, con el objetivo de ser aplicables en más de un nivel de abstracción.

La gran mayoría de estudios que presentan métricas para Web no suelen asociarlas a atributos de calidad específicos, principalmente se basan en definir métricas que suelen aplicarse cuando la aplicación Web ya está prácticamente desarrollada, es decir, métricas sobre la interfaz de usuario o sobre el código fuente. El estudio de cada métrica se realiza teniendo en cuenta algunos de sus parámetros como: objetivo, interpretación, método de cálculo, artefactos/fase del proceso en los que se aplica y evidencias de su validez.

Este análisis permite entender qué atributo del modelo de usabilidad podría estar más relacionado con el concepto que se pretende medir con dicha métrica. Por ejemplo, la métrica *Número de enlaces de navegación* tiene como objetivo cuantificar el total de enlaces que existen entre “contextos navegacionales” aplicándose a modelos que definen los caminos de navegación del usuario, por lo

tanto, sería asociada al atributo *Alcanzabilidad*, perteneciente a la característica Navegabilidad; mientras que la métrica *estilo de fuente* que pretende contabilizar el número de combinaciones diferentes de estilos de fuente aplicándola sobre la interfaz de usuario final, por lo tanto, ésta métrica sería asociada al atributo Uniformidad de la fuente.

A continuación se muestran algunas de las asociaciones establecidas entre atributos del modelo de usabilidad y métricas incorporadas describiendo éstas e indicando la referencia de la métrica original estudiada o si es una propuesta, la descripción genérica de la métrica, el tipo de valor obtenido, su interpretación y sobre qué niveles de abstracción (modelos en un proceso DSDM) podrían aplicarse:

Métrica	Disponibilidad de valores por defecto
Atributo asociado	Acciones mínimas (ver descripción del atributo 1.4.1).
Descripción	Ratio entre los datos que tienen un valor defecto y el total de datos, que por sus características, son dados a ofrecer un valor por defecto.
Escala	Valor real entre 0 y 1
Interpretación	Valores cercanos a 0 indican que el usuario tiene que esforzarse en introducir manualmente datos que podría proporcionarle la aplicación Web, mientras que valores cercanos a 1 indican que el usuario ahorra tiempo en introducir datos.
Aplicación	A nivel CM analizando los campos de formulario de las interfaces que por defecto aparecen con un valor asignado.

Métrica	Amplitud de la navegación
Atributo asociado	Alcanzabilidad (ver descripción del atributo 1.6.4).
Descripción	Nivel de amplitud de la navegación de primer nivel, es decir número de opciones de navegación al mismo tiempo.
Escala	Entero mayor que 0.
Interpretación	Cuanto más alto es el valor, más difícil le resulta al usuario entender la funcionalidad y contenido de la aplicación Web
Aplicación	A nivel CM si se analizan los destinos de los hipervínculos incluidos en el código fuente de la página principal de la aplicación Web.

Métrica	Profundidad de la navegación
Atributo asociado	Alcanzabilidad (ver descripción del atributo 1.6.4).
Descripción	Nivel de profundidad de la navegación, es decir, el número de pasos de navegación que el usuario necesita para acceder a cualquier contenido o funcionalidad de la aplicación Web.
Escala	Entero mayor que 0.
Interpretación	Cuanto más alto es el valor, más difícil le resulta al usuario acceder a la funcionalidad y contenido de la aplicación Web.
Aplicación	A nivel CM si se analizan los destinos de los hipervínculos incluidos en el código fuente de todas las páginas de la aplicación Web.

Métrica	Densidad de la navegación
Atributo asociado	Alcanzabilidad (ver descripción del atributo 1.6.4).
Descripción	Indicador del volumen de información y funcionalidad que representa la navegación determinado por el cociente entre el número de enlaces navegacionales y nodos navegacionales.
Escala	Valor real mayor que 0.
Interpretación	Cuanto mayor es la densidad de la navegación, más tiempo ha de invertir el usuario en realizar una acción.
Aplicación	A nivel CM si se analizan las páginas y los hipervínculos entre ellas incluidos en el código fuente de la aplicación Web.

Métrica	Proporción de nombres adecuados para enlaces (métrica propuesta)
Atributo asociado	Nombres de enlaces significativos (ver descripción del atributo 2.2.1)
Descripción	Ratio entre el número de enlaces con nombre adecuado y el total de enlaces en una misma interfaz.
Escala	Valor real entre 0 y 1.
Interpretación	Valores cercanos a 1 indican que el usuario puede predecir correctamente el destino de los enlaces navegacionales. Valores cercanos a 0 indicarían una falta de predictibilidad de los enlaces.
Aplicación	A nivel CM si se analizan los nombres de los hipervínculos reflejados en las páginas Web de la aplicación final.

Métrica	Proporción de mensajes de aviso significativos (métrica propuesta)
Atributo	Calidad de los mensajes de aviso (ver atributo 1.5.2)

asociado	
Descripción	Ratio entre el número de mensajes que muestran de forma concisa y clara el aviso y el número total de mensajes.
Escala	Valor real entre 0 y 1.
Interpretación	Valores cercanos a 1 indican que los mensajes de aviso poseen la suficiente calidad como para orientar al usuario en el transcurso de su interacción, mientras que valores cercanos a 0 indican lo contrario.
Aplicación	A nivel CM si los mensajes de aviso se corresponden con páginas de aviso.

Métrica	Contraste de color
Atributo asociado	<i>Atributo asociado:</i> Visualización textual (ver descripción del atributo 1.1.2)
Descripción	Grado con el cual se diferencian color del texto (C1) con el color de fondo (C2).
Escala	Valor entero mayor o igual a 0.
Interpretación	Cuanto mayor es el valor obtenido, mejor contraste existe entre ambos colores.
Aplicación	A nivel CM si los colores están definidos en las mismas páginas que representan la interfaz de usuario final o en archivos de hojas de estilos en cascada.

Métrica	Variación en la composición de los marcos (métrica propuesta)
Atributo asociado	Uniformidad en la posición de las secciones de la interfaz (ver descripción del atributo 6.3)
Descripción	Número de veces en las que la composición de los marcos que definen una página varía.
Escala	Entero mayor que 0.
Interpretación	Cuanto mayor es el resultado obtenido, peor sensación recibe el usuario de cara a la uniformidad en el diseño de la aplicación Web.
Aplicación	A nivel CM evaluando la estructura de las interfaces de usuario finales.

Métrica	Número de elementos no alineados o desencuadrados
----------------	---

	(métrica propuesta)
Atributo asociado	Uniformidad en la posición de las secciones de la interfaz (ver descripción del atributo 6.3).
Descripción	Número de elementos que sobrepasan las dimensiones predefinidas en los marcos que los contienen.
Escala	Entero mayor o igual que 0.
Interpretación	Cuanto mayor es el resultado obtenido más se rompe la percepción que el usuario tiene acerca de la uniformidad y la estética de la aplicación Web.
Aplicación	A nivel CM evaluando el aspecto visual de los elementos de las interfaces de usuario finales o bien las etiquetas propias del lenguaje de presentación que definen los tamaños máximos de los elementos.

Métrica	Proporción de imágenes con texto alternativo asociado
Atributo asociado	Soporte a texto alternativo (ver descripción del atributo 5.3)
Descripción	Ratio entre el número de imágenes con texto alternativo asociado y el número total de imágenes pertenecientes a una misma interfaz.
Escala	Valor real entre 0 y 1.
Interpretación	Valores cercanos a 1 contribuyen a una mejora en la accesibilidad técnica de la aplicación Web, ya no exclusivamente para proporcionar información textual sobre las imágenes a usuarios discapacitados, sino además, esa información textual resulta de gran utilidad para ubicar e interpretar el objetivo de las imágenes cuando existen problemas con la carga de las mismas.
Aplicación	A nivel CM evaluando las etiquetas propias del lenguaje de presentación que definen los textos asociados a dichas imágenes.

Métrica	Enlaces distinguibles (métrica propuesta)
Atributo asociado	Clickabilidad (ver descripción del atributo 1.6.2)
Descripción	Grado con el que los elementos que sirven de enlaces con otras partes de la aplicación Web (enlaces) se diferencian de aquellos que son simple texto (etiquetas u otros elementos textuales).
Escala	Valor real entre 0 y 1.
Interpretación	Valores cercanos a 1 indican que el usuario puede diferenciar claramente que elementos enlazan con otras partes de la

	aplicación Web contribuyendo a una mejora de la navegabilidad. Mientras que valores cercano a 0 indican lo contrario.
Aplicación	A nivel CM evaluando el aspecto visual de los enlaces y otros elementos textuales de las interfaces de usuario finales o bien los elementos propios del lenguaje de presentación que definen los estilos (ej. Hojas de estilos en cascada, etiquetas HTML para color y fuente, etc).

Métrica	Proporción de elementos que muestran estado actual (métrica propuesta)
Atributo asociado	Retro-alimentación inmediata (ver descripción del atributo 1.5.3)
Descripción	Ratio entre el número de elementos que muestran estado actual del usuario sobre la interfaz y el número total de elementos que propensos a tener que dar retro-alimentación de las acciones ejecutadas sobre ellos. Estos elementos en una aplicación Web son básicamente el menú de navegación (si indica en que opción te encuentras actualmente), los enlaces (si se muestra retro-alimentación visual cuando el cursor está sobre ellos), los controles de entrada de datos como caja de texto o listas desplegadas (si se resaltan cuando se está insertando contenido en ellas)
Escala	Valor real entre 0 y 1.
Interpretación	Valores cercanos a 1 indican que la interfaz provee una retroalimentación inmediata adecuada al usuario, guiándolo en el uso de la aplicación Web.
Aplicación	A nivel CM analizando la interfaz de usuario final.

Métrica	Operaciones de usuario cancelables
Atributo asociado	Soporte a opciones de cancelación (ver descripción del atributo 3.3.2)
Descripción	Ratio entre el número de funciones cancelables por el usuario y el número total de funciones que requieren la capacidad de cancelación. Estas funciones suelen ser aquellas que están vinculadas a la manipulación de datos por parte del usuario (crear, modificar y borrar).

Escala	Valor real entre 0 y 1.
Interpretación	Valores cercanos a 0 indican que el usuario no es capaz de cancelar una operación que ha comenzado, teniendo que hacer uso de opciones como el navegador como “atrás”, acción que podría no tener los efectos deseados cuando se trabaja con páginas generadas dinámicamente. Esto repercute negativamente en la controlabilidad de la aplicación Web.
Aplicación	A nivel CM evaluando si la interfaz ofrecida a cada operación provee la opción de cancelar y si esta no altera el funcionamiento normal de la aplicación Web.

Métrica	Proporción de mecanismos de validación de datos de entrada (métrica propuesta)
Atributo asociado	Validez de los datos de entrada (ver descripción del atributo 3.2.1)
Descripción	Ratio entre el número de elementos de un formulario que proporcionan ayuda en la inserción de un dato correcto y el número total de elementos que son propensos a realizar una validación del formato del dato de entrada. Estos elementos suelen ser cajas de texto donde los datos a introducir requieren de un formato específico (ej. fechas, precios, etc.) o de un conjunto de valores concreto. (ej. cargos, recursos existentes, etc.)
Escala	Valor real entre 0 y 1.
Interpretación	Valores cercanos a 1 indican que se provee una adecuada gestión de los datos ayudando a que el usuario evite encontrarse con errores que le hagan perder tiempo.
Aplicación	A nivel CM si se analiza la los campos de los formularios que presenta la interfaz de usuario final.

Métrica	Diferencias de comportamiento y aspecto de elementos de interfaz entre navegadores (métrica propuesta)
Atributo asociado	Compatibilidad con navegadores y plugins (ver descripción del atributo 3.1.1)
Descripción	Número de tipos de elementos que no se visualizan y/o comportan de la misma manera dependiendo del navegador Web que se utilice. Entre estos elementos se puede encontrar la tipografía y estilo, los controles de la interfaz, etc.
Escala	Entero mayor que 0
Interpretación	Cuanto mayor es el valor, peor es la compatibilidad de

	aplicación Web con respecto a diferentes navegadores, perjudicando directamente a la facilidad de uso de la aplicación pudiendo limitar la interacción del usuario o el alcance de sus metas solo por el hecho de utilizar un navegador distinto.
Aplicación	A nivel CM analizando las diferentes interfaces de usuario final en distintos navegadores Web.