

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

DIPARTIMENTO DI MATEMATICA “TULLIO-LEVI CIVITA”

CORSO DI LAUREA IN INFORMATICA



Valutazione dell’accessibilità web: strumenti e normative

Tesi di laurea

Relatore

Prof.ssa Ombretta Gaggi

Laureanda

Veronica Pederiva

1161493

Anno Accademico 2019-2020

Indice

<i>Elenco delle figure.....</i>	<i>IV</i>
<i>Elenco delle tabelle.....</i>	<i>VI</i>
1 Introduzione.....	1
2 Accessibilità e Legislazione.....	5
2.1 Legislazione internazionale.....	5
2.2 Legislazione europea	8
2.3 Legislazione italiana	10
3 Web Content Accessibility Guidelines (WCAG).....	15
3.1 Web Accessibility Initiative (WAI)	15
3.1.1 Web Accessibility Initiative – Accessible Rich Internet Application (WAI-ARIA).....	16
3.2 WCAG 2.1.....	17
3.2.1 I principi	17
3.2.2 I documenti.....	18
3.2.3 Adesione alle linee guida.....	20
4 Valutazione dell'accessibilità web	24
4.1 Applicazione delle Linee guida AGID ai siti web	24
4.1.1 Requisiti tecnici e verifica di accessibilità.....	24
4.1.2 Dichiarazione di accessibilità.....	26
4.1.3 Metodologia di monitoraggio.....	27
4.2 Strumenti	28
4.2.1 Browser.....	28
4.2.2 Altri strumenti.....	32
4.2.3 Conclusioni.....	37
4.3 Definizione dei test	38
4.3.1 Test per la verifica tecnica	38
4.3.2 Test per la verifica soggettiva.....	51
4.3.3 Conclusioni.....	52
5 Caso di studio: sito web del Dipartimento di Matematica – Università degli Studi di Padova.....	58
5.1 Descrizione	58
5.1.1 Architettura del sito.....	58
5.2 Definizione del campione.....	60
5.3 Strumenti e dispositivi utilizzati	62
5.4 Verifica di accessibilità	63
5.4.1 Esito prima valutazione	66
5.4.2 Esito seconda valutazione	76
5.4.3 Esito terza valutazione	78
5.5 Valutazione di conformità	79
6 WCAG4All.....	81
6.1 Obiettivi	81
6.2 Struttura	81
6.3 Tecnologie e realizzazione	83

6.4	Funzionalità.....	83
6.5	Sviluppi futuri.....	85
7	<i>Conclusioni</i>	86
	<i>Appendice A Corrispondenza WCAG 2.1 – Norma UNI EN 301549:2018</i>	89
	<i>Appendice B Modello di dichiarazione di accessibilità sito web e applicazione mobile (Allegato 1 alle Linee Guida sull’accessibilità degli strumenti informatici, AGID)</i>	91
	<i>Appendice C Dichiarazione di conformità (WCAG 2.1)</i>	92
	<i>Appendice D Condizioni di monitoraggio (Linee Guida sull’accessibilità degli strumenti informatici, AGID)</i>	93
	<i>Appendice E Manuale utente WCAG4All</i>	96
	<i>Appendice F Manuale manutentore WCAG4All</i>	104
	<i>Bibliografia</i>	108
	<i>Ringraziamenti</i>	113

Elenco delle figure

Figura 2-1 – Confronto tra la percentuale di Stati membri che hanno adottato leggi o atti sulla disabilità e accessibilità e di quelli che hanno adottato piani e strategie in materia di disabilità e focalizzate sull'accessibilità.....	6
Figura 2-2 – Percentuale di Stati membri che hanno adottato strumenti legislativi per migliorare l'accessibilità dei servizi ICT.....	7
Figura 2-3 – Percentuale di Stati membri che hanno sviluppato standard o linee guida per l'accessibilità.....	8
Figura 2-4 - Segnalazioni Difensore civico per il digitale 2018/2019	14
Figura 3-1 - Adozione WCAG 2.0 e WCAG 2.0 derivative.....	20
Figura 3-2 - Problemi per cecità totale: Vis-A-Wis vs Captcha Challenge.....	22
Figura 3-3 - Problemi per cecità parziale: Vis-A-Wis vs Captcha Challenge.....	22
Figura 3-4 - Problemi per ipovisione: Vis-A-Wis vs Captcha Challenge	23
Figura 4-1 - Estratto del modello di autovalutazione predisposto dall'AGID	25
Figura 4-2 – Suddivisione percentuale delle fonti di riferimento per la definizione dei test	39
Figura 4-3 - Suddivisione percentuale tipo di verifica	53
Figura 4-4 - Suddivisione percentuale tipo di verifica per test AGID	54
Figura 4-5 - Tool utilizzabili per verifiche automatiche o semiautomatiche.....	55
Figura 4-6 - Percentuale di test eseguibili con un dato tool sulla totalità dei test.....	55
Figura 4-7 - Aspetti valutati dalla verifica semiautomatica/percentuale di test.....	56
Figura 4-8 - Aspetti valutati dalla verifica manuale/percentuale di test.....	57
Figura 5-1 - Classificazione degli errori al 04/06/2020.....	66
Figura 5-2 - Classificazione degli errori al 23/06/2020.....	77
Figura 6-1 - Homepage WCAG 4 All.....	82
Figura 6-2 - Pagina dei test WCAG 4 All	82
Figura 6-3 - Pagina di dettaglio WCAG 4 All.....	83
Figura 6-4 - Pulsanti per la scelta della categoria	84
Figura 6-5 - Checkbox per la selezione dei riferimenti.....	84
Figura 6-6 - Checkbox per la selezione del tipo di verifica	84
Figura 6-7 - Selezione del tipo di ordinamento	85
Figura E-1 - Risorse di approfondimento	96
Figura E-2 - Pulsanti scelta categoria.....	99
Figura E-3 - Filtri fonte di riferimento	100
Figura E-4 - Filtri tipo di verifica	100
Figura E-5 - Scelta ordinamento	101
Figura E-6 - Elenco dei test.....	102

Figura E-7 - Procedura di test	103
Figura E-8 - Strumenti consigliati	103
Figura F-1 - Schema database.....	104
Figura F-2 - Struttura del sito	106

Elenco delle tabelle

Tabella 4-1 - Criteri di valutazione per la verifica soggettiva dei siti web	26
Tabella 4-2 - User Agent simulabili in Safari.....	29
Tabella 4-3 - Funzionalità SortSite.....	35
Tabella 4-4 - Test per la verifica tecnica	51
Tabella 4-5 - Test per la verifica soggettiva	52
Tabella 5-1- Campione pagine.....	62
Tabella 5-2 - Elenco dispositivi.....	63
Tabella 5-3 - Definizione livelli di priorità degli errori.....	64
Tabella 5-4 - Conteggio errori al 4/06/2020.....	66
Tabella 5-5 - Errori relativi a codice HTML non valido	67
Tabella 5-6 - Errore relativo alla mancanza del tag title	68
Tabella 5-7 - Errori relativi all'identificazione della lingua	68
Tabella 5-8 - Errori relativi al contrasto.....	68
Tabella 5-9 - Errore relativo a una tabella	69
Tabella 5-10 - Errori relativi alla navigazione da tastiera.....	69
Tabella 5-11 - Errori relativi all'uso di dimensioni assolute	69
Tabella 5-12 - Errore relativo alla mancanza dell'intestazione di livello principale.....	70
Tabella 5-13 - Errore relativo alla formattazione del testo.....	70
Tabella 5-14 - Errori relativi alla presentazione dei link.....	71
Tabella 5-15 - Errori relativi alla comprensione dei link	71
Tabella 5-16 - Errore relativo all'uso di tabindex con valori positivi	72
Tabella 5-17 - Errore relativo alla difficoltà di individuazione dei contenuti	72
Tabella 5-18 - Errore relativo alla presenza di ancore di link vuote.....	72
Tabella 5-19 - Errore relativo alla struttura di una tabella.....	73
Tabella 5-20 - Errore relativo alla difficoltà di navigazione da mobile	73
Tabella 5-21 - Errore relativo alla validità del foglio di stile.....	73
Tabella 5-22 - Errore relativo alla presenza di link circolare.....	74
Tabella 5-23 - Errore relativo alla presenza di testo molto piccolo.....	74
Tabella 5-24 - Errori relativi alla presenza di script.....	74
Tabella 5-25 - Errori relativi alla presentazione del testo.....	75
Tabella 5-26 - Errori relativi alla presenza di sigle.....	75
Tabella 5-27 - Errori relativi a difficoltà di navigazione nel sito.....	76
Tabella 5-28 - Conteggio errori al 23/06/2020.....	76
Tabella 5-29 - Conteggio errori al 26/06/2020.....	78
Tabella 5-30 - Criteri di livello AAA soddisfatti dal sito del Dipartimento di Matematica ..	79
Tabella A-1 - Corrispondenza criteri di successo livello A WCAG 2.1 / Requisiti e test di conformità UNI EN 201549:2018.....	89

Tabella A-2 - Corrispondenza criteri di successo livello A WCAG 2.1 / Requisiti e test di conformità UNI EN 301549:2018	90
Tabella A-3 - Corrispondenza requisiti di conformità 5.2 WCAG 2.1 / Requisiti e test di conformità UNI EN 301549:2018	90
Tabella E-1- Categorie di test	99
Tabella F-1 - Categorie di test	105
Tabella F-2 - Relazione pagine-script.....	107

1 Introduzione

L'accessibilità è il grado in cui un prodotto, servizio, ambiente o strumento è usabile dal più vasto numero di persone col più ampio raggio di capacità. Nel mondo del web ciò significa che le informazioni e i servizi disponibili in rete devono essere accessibili da parte di categorie di utenti diversificate da una gamma di dispositivi diversi, comprese le tecnologie assistive¹. Dal punto di vista legale, inoltre, l'accesso ai servizi digitali pubblici è un diritto del cittadino equiparato alla garanzia di accesso agli edifici pubblici.

Storicamente il concetto di accessibilità è strettamente legato all'evoluzione del concetto di disabilità. A partire dagli anni '70 si è iniziato a porre in discussione il modello medico che poneva al centro della definizione di disabilità la condizione medica dell'individuo e la sua conseguente posizione di svantaggio nella società, a favore di un nuovo modello bio-psico-sociale che descrive la disabilità come *“la conseguenza o il risultato di una complessa relazione tra la condizione di salute di un individuo e i fattori personali e ambientali che rappresentano le circostanze in cui vive”* [1]. Il culmine di questo processo di rinnovamento è rappresentato dall'approvazione della Convenzione ONU sui diritti delle persone con disabilità del 2006, che ha introdotto per la prima volta dal punto di vista giuridico il diritto alla piena partecipazione a tutti gli aspetti della vita, introducendo la tutela all'accessibilità dell'ambiente fisico e digitale, alla vita indipendente e alla mobilità personale [1].

In realtà, è apparso presto evidente che l'attenzione ai principi di accessibilità porta alla creazione di ambienti maggiormente accomodanti per tutte le persone, le quali possono in un certo momento della vita trovarsi in situazioni temporaneamente disabilitanti. Quando un edificio pubblico presenta una scalinata al suo ingresso, si tende a pensare che l'esistenza della rampa sia solo un requisito di legge destinato a garantire l'inclusione delle persone che utilizzano una sedia a rotelle per i propri spostamenti; tuttavia, anche un genitore che si appresta ad entrare nell'edificio spingendo il passeggino su cui si trova il proprio figlio beneficerà della presenza della rampa.

Si potrebbero trovare molti altri esempi simili nella vita di tutti i giorni e la stessa situazione si ripresenta anche nel mondo del web. Gli utenti più svantaggiati della rete sono gli utenti non vedenti i quali non possono avere in modo immediato il contesto della pagina su cui si trovano; la loro modalità di interazione con il web passa tramite l'utilizzo di lettori di schermo sequenziali in combinazione con una navigazione che fa principalmente uso della tastiera. Gli utenti non vedenti risultano quindi generalmente più lenti nell'utilizzo della rete e per questo motivo si sono iniziati ad aggiungere degli aiuti alla navigazione che permettessero di saltare direttamente ai blocchi di contenuto di

¹ Per tecnologie assistive si intendono le soluzioni hardware e software realizzate per rendere accessibili e usabili i prodotti informatici anche alle persone con disabilità; esempi comuni sono i lettori di schermo (screen reader) o le tastiere braille.

interesse in una pagina. Ad oggi a tutti gli utenti del web sembra scontata la presenza di un pulsante o un link che a fronte di un notevole scroll verticale della pagina permetta di tornare immediatamente al suo inizio, eppure anche questo tipo di aiuto è stato inizialmente introdotto pensando agli utenti non vedenti.

A partire dai primi anni duemila, inoltre, gli sviluppatori hanno assistito a un esponenziale aumento degli utenti del web e di nuovi dispositivi diversificati per l'accesso alla rete, ancora oggi in continua evoluzione. Alcune delle particolari situazioni ed esigenze che devono essere considerate nella creazione di siti e contenuti web sono:

- utenti con deficit visivo, uditivo, motorio, cognitivo, disturbi vestibolari e convulsioni;
- utenti con difficoltà nella lettura o nella comprensione del testo (ad esempio dislessici, persone con scarsa alfabetizzazione, bambini o anziani);
- utenti impossibilitati o con difficoltà a usare i dispositivi tradizionali, quali mouse e tastiera, per condizioni fisiche permanenti o temporanee;
- utenti con particolari esigenze legate ai dispositivi in uso e alla connessione;
- utenti che non parlano o comprendono correttamente la lingua del documento web;
- contesti di utilizzo che possono presentare ostacoli temporanei: alla guida, ambienti rumorosi, ambienti silenziosi, condivisione di dispositivi con altre persone, condizioni atmosferiche;
- navigazione da piattaforme e dispositivi diversi e non convenzionali, come le console di giochi [2].

Garantire l'esistenza di una rete accessibile oggi non riguarda più solo le persone con disabilità, ma rappresenta una ben più importante sfida di rendere il web accessibile a tutte le persone in ogni contesto e situazione. Appare quindi evidente che il corretto approccio all'accessibilità è quello di programmarla in anticipo, attraverso una buona progettazione che tenga conto delle necessità delle persone per cui è sviluppato il sito web. L'evoluzione del *Design accessibile*, che considerava i bisogni delle persone con disabilità, è rappresentato da nuove correnti di pensiero fondate sul principio comune che lo scopo di un prodotto, sia esso fisico o digitale, sia quello di essere utilizzato dal più ampio numero di persone possibile senza il bisogno di adattamenti specifici.

Nel 1997 Ronald Mace ha per questo stilato i principi dello *Universal Design*, un approccio di progettazione che tenesse in considerazione i bisogni della popolazione diversificata. Si era infatti notato che sviluppare in modo separato caratteristiche di accessibilità destinate alla sola categoria di persone con disabilità portava a soluzioni più costose [3], mentre applicare i cambiamenti in favore delle persone con disabilità ai prodotti destinati a tutti portava a benefici per la popolazione in generale. Un secondo approccio è stato quello dell'*Inclusive Design* il cui obiettivo era eliminare le scelte progettuali che causassero l'esclusione di alcune persone dall'utilizzo di beni o servizi. Una più ambiziosa visione della progettazione è invece quella delineata dall'*Ability Based*

Design che promuove la creazione di interfacce flessibili che si adattino alle esigenze dei singoli individui [4]. Con questo tipo di approccio si vuole esaltare la diversità delle abilità che ogni persona possiede sottolineando che spetta al sistema utilizzato adattarsi agli utenti e non devono invece essere questi ultimi a conformarsi al sistema.

I vantaggi di una buona progettazione di accessibilità sono evidenti anche dal punto di vista economico, in quanto maggiore sarà la platea di utenti raggiungibile e soddisfatta dell'uso del prodotto. Nel mondo del web inoltre, gli accorgimenti di accessibilità possono portare a un miglioramento dell'indicizzazione del sito da parte dei motori di ricerca, che si traduce in un maggior numero di potenziali visite. In questo lavoro di tesi è infatti emerso che non è costosa l'applicazione dei principi di accessibilità, ma è costoso intervenire a posteriori per eliminare barriere di accesso alle informazioni effettuando onerose modifiche. Attraverso una progettazione consapevole delle esigenze diversificate degli utenti del web e dei numerosi dispositivi e tecnologie di navigazione esistenti è possibile programmare in anticipo gli aspetti di accessibilità da integrare nella creazione dei contenuti web; in questo modo, oltre a garantire l'accesso e la comprensione delle informazioni, si creano le basi per una migliore esperienza di utilizzo del sito web da parte dei suoi visitatori.

L'argomento di questa tesi è il panorama legislativo nazionale e internazionale che norma l'accessibilità dei contenuti web e la sua applicazione, con particolare attenzione alla recente pubblicazione delle *Linee guida sull'accessibilità degli strumenti informatici* da parte dell'Agenzia per l'Italia Digitale (AGID), risalente al gennaio 2020 [5]. La normativa richiede che le amministrazioni e istituzioni pubbliche eseguano annualmente una valutazione di accessibilità dei propri siti web, rendendo disponibili i risultati ai cittadini. A tale scopo sono stati individuati e studiati diversi strumenti per l'esecuzione automatica di tale verifica ed è stato inoltre redatto un piano di test che permetta di valutare la conformità dei siti web ai requisiti di legge, a partire dai punti di controllo stabiliti nelle *Linee guida per l'accessibilità dei contenuti Web* (WCAG) redatte dall'ente internazionale di normazione del web, il World Wide Web Consortium (W3C).

Per poter conoscere il costo implicato dall'applicazione dei requisiti normativi è stata poi effettuata una verifica di accessibilità, in linea con i parametri di monitoraggio stabiliti dalle Linee guida dell'AGID, sul sito web del Dipartimento di Matematica dell'Università degli Studi di Padova.

I risultati dello studio hanno evidenziato che per ottenere un sito web accessibile è spesso sufficiente una consapevole e accurata progettazione del sito, oltre che a una buona padronanza delle tecnologie web al fine di sviluppare contenuti che rispettino gli standard. Il lavoro è stato possibile grazie alla collaborazione del personale tecnico amministrativo responsabile dello sviluppo del sito web del Dipartimento e dell'Ufficio comunicazione di Ateneo, che si sono dimostrati disponibili a un processo di rinnovamento del sito in modo che risultasse non solo conforme alla normativa, ma anche sensibile all'esigenze di una platea di utenti diversificata.

Infine, è stato realizzato WCAG4All, un semplice sito web il cui obiettivo è sopperire alla mancanza di uno strumento efficace che permetta agli sviluppatori di avere

consapevolezza dei criteri di accessibilità che devono essere rispettati. Il sito web offre la possibilità di consultare i test necessari ad eseguire una verifica di accessibilità esaustiva descrivendone la procedura e i parametri per valutare i risultati e offrendo delle indicazioni sui possibili strumenti automatici da utilizzare.

2 Accessibilità e Legislazione

2.1 Legislazione internazionale

La Convenzione delle Nazioni Unite sui Diritti delle persone con disabilità del 2006 [5] rappresenta la prima forma di riconoscimento internazionale del diritto all'accessibilità alle persone con disabilità, ivi compresa l'accessibilità web [6]. In particolare, l'Articolo 9 della Convenzione impone agli Stati membri di individuare ed eliminare gli ostacoli e le barriere all'accessibilità a tutte le strutture e i servizi aperti o offerti al pubblico, applicando tali misure anche a *“servizi di informazione, comunicazione e altri, compresi i servizi elettronici e quelli di emergenza”*. L'invito è quindi quello di attuare una progettazione tecnologica che tenga conto delle particolari proprietà di accessibilità e usabilità che garantiscono la protezione e promozione dei diritti delle persone con disabilità; un sito inaccessibile può infatti impedire alle persone con disabilità l'accesso alle stesse informazioni o l'uso di uno stesso servizio al pari delle altre persone [7], con particolare svantaggio degli utenti non vedenti. Tuttavia, la stessa Convenzione all'Articolo 4 invita gli Stati membri ad applicare il principio di *“progettazione universale nell'elaborazione degli standard e delle linee guida”*, ovvero ad individuare soluzioni progettuali che si adattino nella misura più estesa possibile alle esigenze di una diversificata platea di utenti senza il bisogno di adattamenti specifici.

La Convenzione è entrata in vigore il 3 maggio del 2008 e 177 Stati membri su 193 al 2018 avevano provveduto a emanare provvedimenti nazionali per la sua ratifica [5]. Negli anni, nei diversi Stati membri si sono susseguite le emanazioni di leggi, direttive, standard o linee guida che recepissero gli obblighi imposti dalla Convenzione. In particolare, la maggior parte degli Stati ha adottato come riferimenti normativi nelle proprie leggi sull'accessibilità le WCAG, linee guida per l'accessibilità dei contenuti web emanate dal consorzio W3C, – la cui più ampia trattazione viene riportata nel capitolo seguente – .

Nel luglio del 2019 le Nazioni Unite hanno rilasciato il rapporto *Accessibility and the status of the Convention on the Rights of Persons with Disabilities and the Optional Protocol thereto* [8], nel quale sono stati presentati gli evidenti progressi fatti dai governi e dalla società civile nel migliorare l'accessibilità fisica e virtuale². Il rapporto ha in particolar modo evidenziato come gli Stati membri abbiano significativamente recepito le disposizioni della Convenzione dal punto di vista legislativo. Il 92% degli Stati ha infatti adottato leggi o atti sulla disabilità che includono disposizioni esplicite sull'accessibilità o che implicitamente richiedono misure di accessibilità, mentre il 63%

² L'analisi è stata condotta raggruppando i dati secondo la definizione di regioni geografiche utilizzata dal dipartimento di Statistica delle Nazioni Unite (<https://unstats.un.org/unsd/methodology/m49>)

ha adottato piani e strategie in materia di disabilità e focalizzate sull'accessibilità per eliminare barriere fisiche o che ostacolano l'accessibilità del mondo ICT (tecnologie dell'informazione e comunicazione). Tuttavia, il margine di miglioramento sull'attuazione di misure concrete volte ad eliminare le barriere e gli ostacoli all'accessibilità del mondo fisico e virtuale è piuttosto consistente in tutte le regioni: la differenza media rispetto alla promulgazione di normative che includono disposizioni sull'accessibilità è di quasi 30 punti percentuali (Figura 2-1).

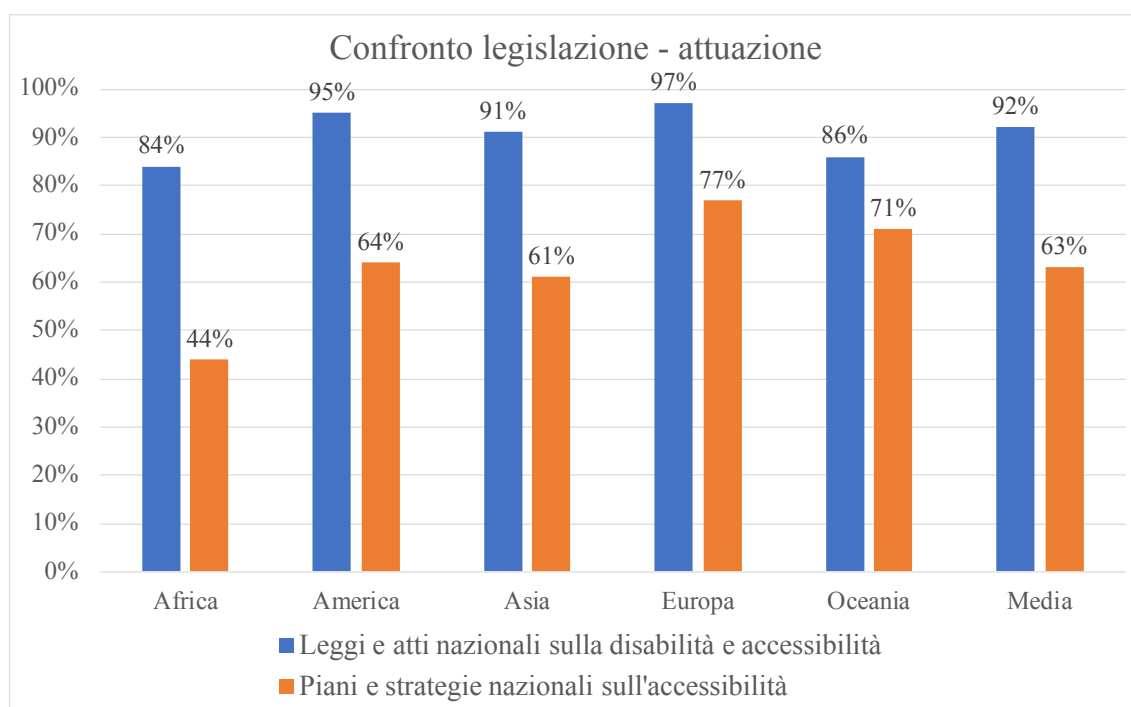


Figura 2-1 – Confronto tra la percentuale di Stati membri che hanno adottato leggi o atti sulla disabilità e accessibilità e di quelli che hanno adottato piani e strategie in materia di disabilità e focalizzate sull'accessibilità

L'Europa si distingue positivamente rispetto alle altre regioni risultando capofila in entrambi gli ambiti considerati (97% e 77%). L'approvazione da parte dell'Unione Europea dell'Agenda Digitale che prevede azioni mirate a promuovere servizi digitali inclusivi e la valutazione sistematica dell'accessibilità, specialmente nelle aree dell'e-commerce, e-identity ed e-signature [8], potrà contribuire a ridurre il gap anche qui esistente tra l'adozione di misure concrete che assicurino la piena partecipazione delle persone con disabilità e le disposizioni legislative. Da questo punto di vista l'America risulta particolarmente arretrata rispetto al vecchio continente: a fronte del 95% di Stati membri che hanno legiferato in materia di disabilità e promozione dell'accessibilità, solo il 64% ha adottato piani e strategie attuative volte ad incontrare le esigenze delle persone con disabilità. L'andamento degli Stati membri asiatici è molto simile a quello americano, mentre in Oceania si riscontra il minor scostamento tra legislazione e attuazione di misure sull'accessibilità; nonostante il 14% di Stati membri di questa regione non abbia ancora emanato leggi in materia di accessibilità, l'analisi dei dati evidenzia che dove sono state promulgate delle disposizioni a favore delle persone con disabilità e dell'accessibilità

sono state anche approvate strategie attuative per la loro concreta realizzazione. L’Africa chiude invece in coda ad entrambe le classifiche, con un risultato particolarmente negativo in merito all’attuazione di misure per migliorare l’accessibilità, con solo il 44% degli Stati membri che ha adottato piani o strategie nazionali sul tema.

Per quanto riguarda lo stato di implementazione dell’Articolo 9, in particolare del paragrafo 1 (b) concernente l’accessibilità dei servizi di informazione e comunicazione (ICT), il rapporto ha evidenziato come il 75% degli Stati membri abbia adottato strumenti legislativi in merito (Figura 2-2). America ed Europa si pongono in testa dimostrando una particolare sensibilità dei propri legislatori al tema; viceversa è significativamente negativo il risultato degli Stati membri dell’Oceania. L’eterogeneità dei risultati è però un primo campanello d’allarme che denota una diffusa difficoltà ad accogliere l’accessibilità come elemento chiave della progettazione e dello sviluppo di strumenti e sistemi digitali.

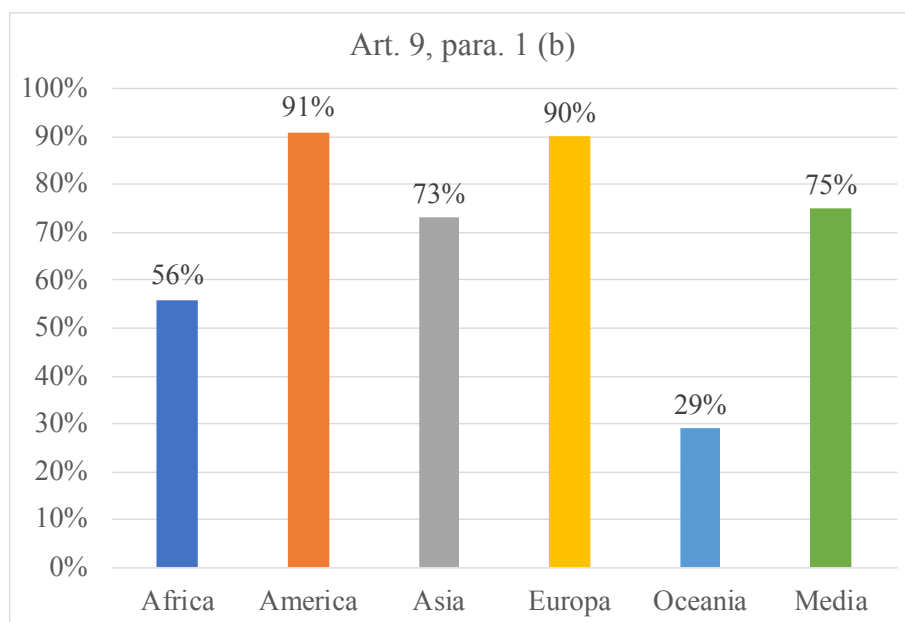


Figura 2-2 – Percentuale di Stati membri che hanno adottato strumenti legislativi per migliorare l’accessibilità dei servizi ICT

Dall’analisi specifica condotta sullo stato di implementazione dell’articolo 9 paragrafo 2, è inoltre emerso che il 73% degli Stati membri ha sviluppato standard o linee guida per l’accessibilità delle strutture e dei servizi, compresi quelli digitali, che sono aperti o offerti al pubblico (Figura 2-3). Ancora una volta l’Europa si pone in testa: il fatto che la comunità europea promuova l’adozione delle linee guida per l’accessibilità dei contenuti web redatte dal W3C sin dalla loro prima edizione del 1999 sicuramente contribuisce consistentemente a porre gli Stati membri europei al primo posto della classifica. Interessante è invece la situazione degli Stati membri americani nei quali è stata consistente la campagna di legiferazione sul tema dell’accessibilità (Figura 2-1, Figura 2-2), ma la sua concretizzazione è rallentata da un inefficace sviluppo di linee guida attuative: solo il 64% degli Stati membri ha sviluppato standard per l’accessibilità.

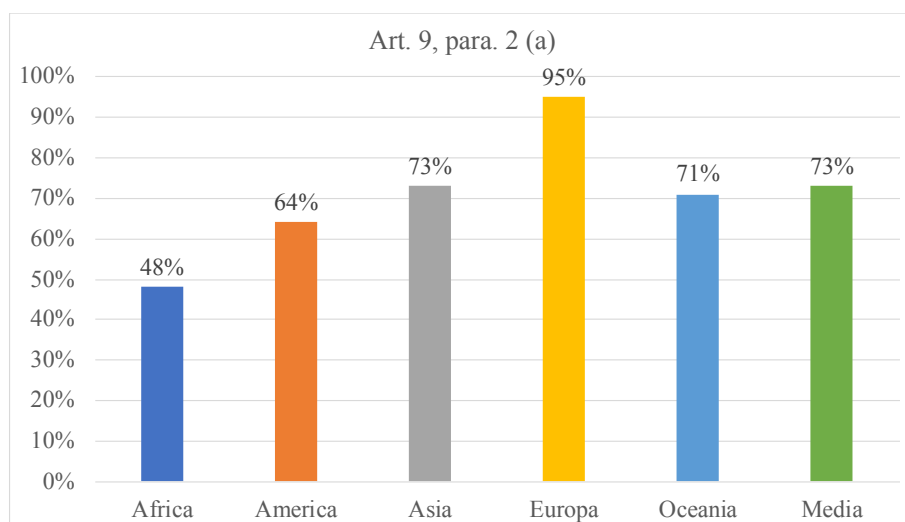


Figura 2-3 – Percentuale di Stati membri che hanno sviluppato standard o linee guida per l'accessibilità

Ulteriori evidenze che denotano come l'accessibilità sia ancora scarsamente considerata nell'ambito delle nuove tecnologie emergono dal fatto che solo il 13% degli Stati membri ha promosso misure per l'applicazione dello Universal design, affinché le nuove tecnologie risultino accessibili al minor costo (Art. 9 para. 2 (h)); poco più alta, il 33%, è la percentuale di quelli che hanno adottato misure per promuovere l'accesso delle persone con disabilità alle nuove tecnologie e sistemi informativi (Art. 9 para. 2 (g)). Infine, l'analisi dei portali nazionali dei 193 Stati membri ha evidenziato che il 61% presenta funzionalità non accessibili alle persone con disabilità.

Nonostante i significativi risultati raggiunti in campo legislativo dalla comunità internazionale, permane dunque una diffusa difficoltà nel riconoscere l'accessibilità come un investimento a lungo termine a beneficio della collettività. Nelle conclusioni del rapporto viene sottolineato che l'esistenza di leggi che garantiscono l'accesso ad ambienti, beni e servizi anche digitali, non implica necessariamente che questi siano accessibili [8]. Maggiori sforzi dovrebbero essere pertanto volti a promuovere un cambio di prospettiva che accolga i principi della progettazione universale e li applichi ad ogni processo di produzione di prodotti o servizi, compresi quelli erogati via web e per mezzo delle tecnologie dell'informazione e della comunicazione (ICT). Quest'ultimo appare infatti come il mercato in cui l'accessibilità rimane un segmento relativamente sottosviluppato [8], sebbene sia apprezzabile il crescente impegno allo sviluppo e all'utilizzo degli standard del settore.

2.2 Legislazione europea

L'Unione Europea si è da sempre dimostrata sensibile al tema della disabilità e dell'integrazione sociale approvando già nel 1996 la prima *Strategia della Comunità europea nei confronti dei disabili* [9], la quale denotava un cambiamento di prospettiva

in conseguenza dell'affermarsi del nuovo modello sociale della disabilità dei primi anni '90. In particolare, l'Unione Europea invitava gli Stati membri ad intraprendere *“un più forte impegno a identificare e rimuovere i vari ostacoli che si frappongono alla parità di opportunità e alla piena partecipazione a tutti gli aspetti della vita”* per le persone con disabilità, concetto rimarcato nel Trattato di Amsterdam del 1999 che ha portato allo sviluppo da parte dei Governi nazionali di diversi atti legislativi con lo scopo di tutelare i diritti delle persone con disabilità e garantire l'accessibilità di prodotti e servizi [9].

Con la presentazione del progetto *eEurope2002 – Una società dell'informazione per tutti* [10], avvenuta in occasione del Consiglio di Lisbona del 2000, è stato riconosciuto il ruolo sempre più importante delle tecnologie digitali individuando come uno degli obiettivi prioritari la garanzia dell'*e-participation* [11], intesa come attenzione rivolta alle necessità di gruppi con particolari esigenze, quali anziani e persone con disabilità, nello sviluppo della nuova Società dell'informazione. Viene quindi riconosciuto come tale obiettivo possa essere raggiunto solo attraverso una riesaminazione della legislazione sulla Società dell'Informazione e delle norme in materia di accessibilità web e digitale. In quest'ottica la Commissione Europea ha adottato nel settembre 2001 una comunicazione intitolata *“eEurope2002: accessibilità e contenuto dei siti internet delle amministrazioni pubbliche”* [11], raccomandando agli Stati membri l'adozione delle linee guida WCAG 1.0, rilasciate dal consorzio W3C il 5 maggio del 1999, per i siti web pubblici istituzionali. Anticipando le indicazioni dell'ONU promosse nella Convenzione del 2006, nell'ambito del progetto *eEurope2002* ciascuno Stato membro è stato invitato anche a creare centri di eccellenza per sviluppare un corso di studi europeo di *“progettazione per tutti”* [11], evidenziando una propensione dell'Unione Europea a concepire l'accessibilità come un mezzo e non come un fine.

L'accessibilità nell'ambiente fisico, ma soprattutto nell'ambito delle nuove tecnologie, è rimasta negli anni uno dei punti cardine dei Piani d'Azione individuati dal Consiglio europeo nella promozione dell'integrazione sociale, prima con l'approvazione del progetto *eEurope2005* [12], come diretta prosecuzione del precedente *eEurope2002*, e poi con l'adozione del *Piano d'azione Europeo sulla disabilità 2004-2010* [9].

Conseguentemente alla ratifica della Convenzione ONU del 2006, la Commissione Europea ha approvato la *Strategia europea sulla disabilità 2010-2020: un rinnovato impegno per un'Europa senza barriere* [13], con la quale si impegna a individuare azioni e obiettivi da perseguire al fine di garantire a tutti i cittadini, compresi quelli con disabilità, di godere a pieno dei propri diritti e partecipare alla vita socio-economica dell'Unione. La Strategia individua come prioritarie diverse aree di intervento: accessibilità, partecipazione, egualità, occupazione, istruzione e formazione, protezione sociale e salute [14].

Il rapporto presentato dalla Commissione sullo stato dell'implementazione della *Strategia europea sulla disabilità* nel 2017 [15] ha evidenziato positivi progressi in merito all'area dell'accessibilità. In particolare, viene sottolineata l'adozione dell'Atto Europeo

sull'accessibilità [16], della Direttiva 2016/2102 per l'accessibilità dei siti web e delle app dei servizi del settore pubblico [17] e di uno standard europeo per l'accessibilità dell'ICT (EN 301549:2015)³. Il rapporto inoltre invita al perseguimento dell'obiettivo di armonizzazione degli standard europei e statunitensi in materia di accessibilità delle nuove tecnologie, comprese le tecnologie assistive.

L'*Atto Europeo sull'accessibilità*, promosso nell'ambito della *Strategia europea sulla disabilità 2010-2020* sin dal 2015 [18], è diventato legge con la Direttiva 2019/882 [19] del 17 Aprile 2019 e mira a migliorare il funzionamento del mercato interno nella produzione di prodotti e servizi accessibili attraverso l'armonizzazione delle norme nazionali sinora discordanti. La Direttiva rappresenta quindi una chiara evidenza di applicazione dei principi della progettazione universale; la sua attuazione infatti porta a benefici sia per i produttori, in termini di ampliamento del proprio mercato, sia per tutti i cittadini, compresi quelli appartenenti a categorie svantaggiate [16].

Per quanto riguarda l'accessibilità digitale, uno degli obiettivi della Strategia era assicurare che i siti web e le applicazioni per dispositivi mobile, in particolare dei servizi di pubblica utilità e delle Pubbliche Amministrazioni, fossero accessibili. Su proposta della Commissione [20] e con Direttiva attuativa 2016/2102 del Parlamento [17], l'Unione Europea ha quindi sancito che tutti i siti web e le applicazioni per dispositivi mobile del settore pubblico, o di privati che offrano servizi di pubblica utilità, devono aderire al livello di conformità AA delle linee guida WCAG 2.0. L'Unione Europea ha inoltre subito recepito il passaggio da WCAG 2.0 a WCAG 2.1 da parte del Consorzio W3C emanando il 20 dicembre 2018 una nuova direttiva [21] che, in riferimento alla nuova norma armonizzata in materia di accessibilità di prodotti e servizi ICT (EN 301549:2018) [22], invita gli Stati membri ad individuare strumenti legislativi che impongano a tutti i siti web istituzionali di prendere provvedimenti affinché sia rispettata la conformità alle nuove linee guida WCAG 2.1 così come stabilito dall'aggiornamento della norma.

2.3 Legislazione italiana

In Italia si inizia a parlare di accessibilità e usabilità del web nel 2001, come conseguenza dell'applicazione a livello nazionale delle Direttive emanate dall'Unione Europea. Vengono pertanto pubblicate le *“Linee guida per l'organizzazione, l'usabilità e l'accessibilità dei siti web delle Pubbliche Amministrazioni”* [23] nel marzo del 2001, una circolare *“Criteri e strumenti per migliorare l'accessibilità dei siti web e delle applicazioni informatiche a persone disabili”* [24] nel settembre dello stesso anno e ancora le *“Linee guida del Governo per lo sviluppo della Società dell'Informazione”* [25] nel febbraio del 2002, il cui comune obiettivo era quello di ridurre i rischi di un digital

³ Standard Europeo deprecato per sostituzione da parte dello Standard EN 301549:2018

divide. In particolare, si è cercato di fornire indicazioni per la progettazione, realizzazione e manutenzione dei sistemi informativi basati sulle tecnologie web nelle Pubbliche Amministrazioni perché questi fossero consultabili *“anche da parte di individui affetti da disabilità fisiche, sensoriali o condizionati all’uso di strumenti con prestazioni limitate o da condizioni ambientali sfavorevoli”* [25].

Solo nel gennaio 2004 però, con l’approvazione della Legge 4/2004 *“Disposizioni per favorire l’accesso dei soggetti disabili agli strumenti informatici”* [26], promossa dal Ministro Lucio Stanca, si introduce nella giurisprudenza italiana il vincolo dell’accessibilità per tutti i siti web delle Pubbliche Amministrazioni e di tutti quegli enti, organizzazioni o agenzie che hanno una componente pubblica o svolgono servizi per il pubblico [27]. La legge all’Articolo 2 introduce la definizione di Accessibilità e Tecnologie assistive, due concetti fondamentali perché sia messo in essere il diritto di accesso alle informazioni, alle risorse e ai servizi delle Pubbliche Amministrazioni offerti attraverso canali digitali anche alle persone con disabilità in condizioni di pari opportunità, in ottemperanza al principio di uguaglianza sancito dall’Articolo 3 della Costituzione [24]:

- **Accessibilità:** *“capacità dei sistemi informatici, nelle forme e nei limiti consentiti dalle conoscenze tecnologiche, di erogare servizi e fornire informazioni fruibili, senza discriminazioni, anche da parte di coloro che a causa di disabilità necessitano di tecnologie assistive”* [26].
- **Tecnologie assistive:** *“gli strumenti e le soluzioni tecniche, hardware e software, che permettono alla persona disabile, superando o riducendo le condizioni di svantaggio, di accedere alle informazioni e ai servizi erogati dai sistemi informatici”* [26].

La legge Stanca nasce quindi per favorire l’inclusione sociale delle persone con disabilità, ma ha in realtà importanti ricadute sull’intera società in quanto sottintende un approccio di tipo universale che comporti un generale miglioramento della qualità del web di cui possano beneficiare tutti gli operatori del settore. La legge infatti apre alla possibilità per i siti dei privati di essere pubblicamente riconosciuti come accessibili [24]. Si cerca pertanto di promuovere l’idea che un sito web accessibile costituisca migliori opportunità di business, in quanto garantisce il raggiungimento di una più vasta platea di utenti, compresi quelli affetti da diversi tipi di disabilità o posti in altre condizioni di svantaggio (età avanzata, immigrati), scardinando la percezione dell’accessibilità come costrizione normativa [27].

Il Decreto del Ministro per l’Innovazione e le Tecnologie dell’8 Luglio 2005, *“Requisiti tecnici e i diversi livelli per l’accessibilità agli strumenti informatici”*, definisce le linee guida da attuare comprendenti sia i requisiti tecnici che le metodologie di verifica dell’accessibilità dei siti internet, nonché i programmi di valutazione assistita utilizzabili a tale fine [28]. Le Pubbliche Amministrazioni infatti, secondo quanto stabilito dalla legge, non hanno solo la responsabilità di implementare le soluzioni tecniche per

l'accessibilità dei siti web, ma anche quella di provvedere alla verifica della loro effettiva attuazione. L'inottemperanza ai dispositivi di legge comporta responsabilità di tipo dirigenziale e disciplinare [24]. Il Regolamento per la verifica dell'accessibilità dei siti web dimostra inoltre un maturo livello di comprensione delle problematiche legate all'accessibilità, riconoscendo l'impossibilità di effettuare una esaustiva valutazione dell'accessibilità unicamente attraverso strumenti di tipo tecnico. Il Regolamento infatti prevede due livelli di verifica: uno relativo all'accertamento dei 22 requisiti tecnici definiti dalla Legge e uno di carattere soggettivo effettuato con il coinvolgimento di persone con disabilità su test empirici [24]. La verifica soggettiva, da parte di una diversificata platea di utenti, rappresenta l'unico vero metodo di valutazione della capacità di un sito di assolvere efficacemente alle proprie funzionalità universalmente.

La legge Stanca inoltre riconosce l'importanza di intervenire nell'ambito della formazione pubblica attraverso la creazione di programmi formativi che affrontino le tematiche legate all'accessibilità e alle tecnologie assistive [24], anticipando di fatto ciò che la Convenzione ONU invita a fare all'Articolo 9, paragrafo 2 (c), *“fornire a tutti coloro che siano interessati alle questioni dell'accessibilità una formazione concernente i problemi di accesso con i quali si confrontano le persone con disabilità”*.

Negli anni la legge è stata integrata attraverso l'emanazione di appositi decreti che consentissero alle norme italiane di recepire i cambiamenti nelle tecnologie dell'informazione e della comunicazione e nella legislazione internazionale. Nell'ambito delle disposizioni introdotte con il Decreto-Legge n.179 del 2012 *“Ulteriori misure urgenti per la crescita del Paese”* viene stabilito l'obbligo per le Pubbliche Amministrazioni di definire e pubblicare sul proprio sito web gli obiettivi annuali di accessibilità. L'Agenzia per l'Italia Digitale⁴ (AGID) viene a questo proposito incaricata del monitoraggio e dell'intervento verso i non adempienti [28].

Nel marzo del 2013 con il Decreto del Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca *“Modifiche all'allegato A del decreto 8 luglio 2005 del Ministro per l'innovazione e le tecnologie, recante: «Requisiti tecnici e i diversi livelli per l'accessibilità agli strumenti informatici»”* [29], l'Italia recepisce l'indicazione Europea di armonizzazione alle linee guida WCAG 2.0, individuando i requisiti tecnici di accessibilità e i criteri di verifica di conformità cui devono aderire tutti i siti web o altri servizi digitali di tutti quei soggetti pubblici individuati all'Articolo 3 della Legge Stanca.

Con il Decreto Legislativo 217/2017, che riforma il Codice dell'Amministrazione Digitale (CAD)⁵, viene istituito presso l'AGID l'ufficio del Difensore civico per il digitale [30], una figura con adeguati requisiti di autonomia e imparzialità cui i cittadini e le imprese possono rivolgersi per segnalare gli ostacoli incontrati presso

⁴ Istituita con Decreto-Legge 22 giugno 2012, n. 83

(https://www.agid.gov.it/sites/default/files/repository_files/leggi_decreti_direttive/dl-22-giugno-2012-n.83_0.pdf)

⁵ Testo unico che riunisce e organizza le norme riguardanti l'informatizzazione della Pubblica Amministrazione, istituito con Decreto Legislativo 7 marzo 2005, n.82 (<https://www.camera.it/parlam/leggi/deleghe/testi/05082dl.htm>)

amministrazioni e concessionari di pubblici servizi nell'esercizio dei propri diritti di cittadinanza digitale [31]. L'istituzione di questa nuova figura ha l'obiettivo di arginare il vuoto normativo esistente in merito all'identificazione del soggetto preposto ad applicare le sanzioni previste in caso di inadempienza agli obblighi di accessibilità. Fermo restando che l'assenza di accessibilità è sanzionabile secondo la Legge 67/2006⁶, la procedura descritta dal decreto 179/2012 sinora prevedeva che fossero i cittadini a fare formale segnalazione direttamente all'AGID, la quale, in caso di violazioni certificate, poteva richiamare il soggetto inadempiente a provvedere a una risoluzione entro 90 giorni [32]. Con la riforma del 2017 viene rimossa la formalità dell'uso della posta elettronica certificata (PEC) o della raccomandata; i cittadini possono inviare le segnalazioni direttamente al Difensore civico tramite un'apposita procedura predisposta sul sito dell'AGID⁷ oppure tramite un link reso disponibile sui siti web delle stesse amministrazioni [33]. Nel caso in cui il Difensore civico valuti fondata la contestazione, egli richiede supporto a un ufficio dell'AGID, il quale avvia un'istruttoria interna e invita poi il soggetto inadempiente a porre rimedio al problema entro e non oltre 30 giorni. Tuttavia, il nuovo regolamento prevede che il Difensore civico segnali le violazioni all'ufficio competente per i provvedimenti disciplinari dell'amministrazione coinvolta [34], scelta che muove non poche perplessità sulla reale applicazione di sanzioni disciplinari a carico dei responsabili.

Per quanto riguarda le più recenti direttive europee 2016/2102 e 2018/2048 precedentemente discusse, queste vengono accolte con Decreto legislativo n.106 del 10 agosto 2018 *“Riforma dell'attuazione della direttiva (UE) 2016/2102 relativa all'accessibilità dei siti web e delle applicazioni mobili degli enti pubblici”* [35] cui segue la redazione da parte dell'Agenzia per l'Italia Digitale (AGID) nel novembre del 2019 delle nuove *“Linee Guida sull'Accessibilità degli strumenti informatici”* [36]. Tra i riferimenti normativi delle nuove linee guida figurano la Direttiva europea 2018/2048 e lo standard UNI EN 301549:2018: si stabilisce quindi che le pubbliche amministrazioni devono attuare i provvedimenti necessari affinché i propri portali risultino conformi alle WCAG 2.1. Inoltre, le nuove linee guida individuano le metodologie tecniche per la verifica dell'accessibilità e per la valutazione della conformità dei siti web e delle applicazioni per dispositivi mobile [37]. A tale fine, il 9 gennaio 2020 AGID rende disponibile il *Modello di dichiarazione di accessibilità* e il *Modello di autovalutazione*, definendo inoltre i nuovi compiti per le Pubbliche Amministrazioni (PA) in tema di accessibilità. Le PA dovranno effettuare verifiche dell'accessibilità degli strumenti informatici, siti web e app, al fine di valutarne lo stato di conformità, quindi compilare e pubblicare la *Dichiarazione di accessibilità*. Inoltre, dovranno predisporre un meccanismo di feedback per ricevere segnalazioni direttamente dagli utenti del sito [37],

⁶ Legge 1 marzo 2006, n. 67, *“Misure per la tutela giudiziaria delle persone con disabilità”* (<https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2006/03/06/006G0090/sg>)

⁷ Procedura di segnalazione disponibile al link <https://difensorecivicodigitale.gov.it>

i quali, nel caso di non intervento entro 30 giorni da parte dell'amministrazione responsabile, possono rivolgersi al Difensore civico che attiverà specifica istruttoria [38].

Un'indagine condotta sui primi due anni di attività di questo nuovo ufficio (Figura 2-4) ha però rilevato che vi è ancora una scarsa conoscenza del suo ruolo: tra il 2018 e il 2019 sono 142 le segnalazioni giunte al Difensore civico, delle quali solo 18 figurano come inadempimenti accertati [39]. La maggior parte delle violazioni riguardano proprio l'accessibilità di siti web e documenti; questi ultimi infatti vengono molto spesso scansionati, risultando illeggibili da parte degli screen reader e obbligando gli utenti non vedenti a dipendere da altri per la loro fruizione. Le nuove linee guida prevedono anche che l'AGID effettui un monitoraggio annuale dei siti web e delle app delle Pubbliche Amministrazioni e in caso di anomalie di conformità dovrà essere inviata nota al Difensore civico [38]. Per consentire alle amministrazioni il tempo di adeguarsi alle nuove disposizioni, il primo periodo di monitoraggio avrà termine solo nel dicembre del 2021. Ciò significa che ci vorrà del tempo prima di poter verificare se l'introduzione di un puntuale controllo da parte dell'Agenzia porterà a concreti miglioramenti, da un lato con un aumento dei provvedimenti del Difensore civico e dall'altro con una maggiore attenzione da parte delle amministrazioni al tema dell'accessibilità web. L'auspicio resta quello che l'accessibilità diventi un fondamento della progettazione digitale e non solo un adempimento normativo: un più ampio e capillare controllo e intervento verso i non adempienti potrebbe però essere uno stimolo all'acquisizione di una nuova consapevolezza in materia.



Figura 2-4 - Segnalazioni Difensore civico per il digitale 2018/2019

3 Web Content Accessibility Guidelines (WCAG)

3.1 Web Accessibility Initiative (WAI)

Il World Wide Web Consortium (W3C) è l'ente internazionale presieduto dall'inventore del Web Tim Berners-Lee che si occupa di sviluppare protocolli e linee guida che assicurino la crescita e il miglioramento del Web. Il consorzio, nato nel 1994, accoglie oggi un gran numero di membri provenienti da diversi ambienti: aziende informatiche (Apple, Google, IBM, Microsoft), compagnie telefoniche o di telefonia, organizzazioni no-profit (Mozilla foundation), università e istituzioni di ricerca, multinazionali e grandi società multi-settore (Walt Disney, Facebook, Netflix). Anche l'Agenzia per l'Italia Digitale (AGID) è uno dei membri del W3C⁸. Lo scopo dell'organizzazione è sviluppare standard web, come HTML e CSS, che garantiscano l'interoperabilità in diversi ambienti. Il W3C persegue due obiettivi principali “*Web for All*” e “*Web on Everything*” [40]: ovvero mira a sviluppare tecnologie che garantiscano a tutti gli utenti l'accesso al Web da una diversificata gamma di dispositivi, indipendentemente dalle proprie abilità e dagli strumenti hardware e software utilizzati.

La Web Accessibility Initiative (WAI) è una delle più importanti iniziative del consorzio nata con l'obiettivo di diffondere risorse e linee guida che aiutino a rendere il Web accessibile universalmente [41]. Inoltre, il gruppo di lavoro WAI promuove la ricerca e la formazione in materia di accessibilità. Gli standard sviluppati dal gruppo di lavoro WAI si rivolgono a tre diverse classi di utenza:

- **WCAG – Web Content Accessibility Guidelines:** forniscono regole e tecniche ai web designer e agli autori delle pagine web affinché i contenuti web risultino accessibili, sia a livello di informazioni presentate all'utente sotto forma di testi o immagini, sia a livello di codice prodotto per definire la struttura e la presentazione di una pagina web;
- **ATAG – Authoring Tool Accessibility Guidelines:** hanno lo scopo di guidare i creatori di strumenti di authoring (editor HTML, CMS) nella creazione di strumenti accessibili a tutti gli utenti e di facilitare la creazione di contenuti web conformi agli standard per l'accessibilità;

⁸ L'elenco completo dei 429 membri è disponibile all'indirizzo <https://www.w3.org/Consortium/Member/List>

- **UAAG – User Agent Accessibility Guidelines:** si rivolgono agli sviluppatori di strumenti di navigazione del Web, dai classici browser a tecnologie assistive specializzate come gli screen reader.

Le linee guida per l'accessibilità si basano sulle specifiche tecniche definite dal W3C, comprese quelle direttamente indirizzate al supporto dell'accessibilità come lo standard WAI-ARIA, ma si pongono a un livello di astrazione superiore rispetto agli standard tecnici. Lo scopo delle linee guida è infatti quello di stabilire un insieme di principi generali di progettazione che abilitino all'accessibilità del Web, riportando a completamento i riferimenti a contenuti tecnici in cui ne viene discussa l'implementazione in modo che questa risulti conforme alle specifiche di accessibilità individuate.

3.1.1 Web Accessibility Initiative – Accessible Rich Internet Application (WAI-ARIA)

WAI-ARIA è uno standard tecnico del W3C che definisce un insieme di tecniche direttamente indirizzate a rendere maggiormente accessibili i contenuti web alle persone con disabilità. In particolare, si focalizza sui contenuti dinamici, realizzati con HTML5, Javascript e Ajax, perché siano comprensibili e compatibili anche con le tecnologie assistive [42].

L'applicazione delle specifiche WAI-ARIA consiste nell'aggiunta di attributi, definiti come ruoli, stati e proprietà, ai widget di interazione presenti nella pagina .

- **Ruolo:** permette di rendere esplicita la funzione di un elemento o aggiungervi un significato semantico. Per esempio, si può assegnare il ruolo *navigation* al breadcrumb o al menu di una pagina, o il ruolo *search* a una form di ricerca.
- **Stato:** definisce una condizione corrente di un elemento che può variare nel tempo, in genere a seguito di eventi Javascript. Ad esempio, si può utilizzare lo stato *aria-disabled* per rendere disabilitato un elemento o *aria-hidden* per evitare che un determinato elemento venga letto dallo screen reader.
- **Proprietà:** permette di aggiungere significato a un elemento, ma resta invariata nel tempo. Esempi di proprietà sono: *aria-required* su elementi obbligatori di una form di input o *aria-label* per definire un'etichetta di un elemento che verrà letta dallo screen reader.

Le tecnologie assistive interpretano le indicazioni fornite tramite questi particolari attributi e garantiscono agli utenti una più facile e veloce fruizione dei contenuti di un sito web. Nello specifico gli screen reader offrono una lettura completa e sequenziale

della pagina, rendendo la navigazione lenta e ripetitiva. Gli utenti che utilizzano uno screen reader possono però utilizzare apposite combinazioni di tasti per accedere a una particolare sezione del contenuto. Per esempio, è possibile ottenere l'elenco completo dei link presenti in una pagina oppure accedere direttamente alla casella di ricerca, se presente, o ancora evitare la lettura ripetuta del menu su ogni pagina. Affinché gli utenti siano messi nelle condizioni di sfruttare le potenzialità delle tecnologie assistive è però necessario che le pagine web siano progettate e realizzate rispettando le specifiche degli standard web.

3.2 WCAG 2.1

3.2.1 I principi

Le raccomandazioni WCAG 2.1 sono state pubblicate dal W3C il 5 giugno del 2018 [43] e rappresentano una raccolta di linee guida organizzate e raggruppate secondo i quattro principi che un servizio web deve rispettare perché possa essere definito accessibile: Percepibile, Comprensibile, Robusto e Utilizzabile [44].

- **Percepibile:** il contenuto web deve essere sempre distinguibile e percepibile dall'utente con i sensi che ha; si deve porre attenzione all'uso del contrasto, alle dimensioni del contenuto e al suo ridimensionamento, a offrire l'informazione in modalità diverse. Il mezzo da privilegiare è il testo, in quanto è automaticamente convertibile in audio; per i contenuti non testuali si deve quindi predisporre un'alternativa testuale.
- **Comprensibile:** il contenuto deve avere un layout consistente e facilitare l'utente nella comprensione dell'organizzazione delle informazioni. Si deve utilizzare un linguaggio adeguato, ma che sia chiaro e semplice. L'obiettivo è quello di porre l'utente nelle condizioni di evitare di commettere errori offrendo funzionalità chiare nel loro intento.
- **Robusto:** il sito web deve essere sviluppato nel rispetto degli standard e delle tecnologie che supportano l'accessibilità, mantenendo la compatibilità con browser, sistemi operativi e dispositivi diversi, compreso il supporto delle tecnologie assistive. Le pagine web devono validare ed usare, ove possibile e necessario, aiuti contestuali rivolti sia all'utente che alle tecnologie assistive eventualmente utilizzate, per esempio includendo le tecniche individuate dallo standard WAI-ARIA.
- **Utilizzabile:** l'utente deve in ogni momento avere il controllo del sito ed essere messo nelle condizioni di usarlo in modi differenti. Si deve garantire il supporto di differenti modalità di input e alla navigazione da tastiera, oltre che offrire

all'utente la gestione dei contenuti multimediali, quali video, audio o caroselli, in modo che possa adeguarli alle proprie tempistiche. L'utente deve poter mettere in pausa o far avanzare un determinato media multimediale con tempistiche proprie.

Il rispetto delle linee guida garantisce lo sviluppo di contenuti web accessibili a un più ampio numero di persone con disabilità, ma in realtà abilita ad una migliore usabilità del sito per tutti gli utenti [43]. Per esempio, predisporre la trascrizione di un video non va a beneficio solo degli utenti con disabilità uditiva e visiva, ma anche di tutti quegli utenti che si trovano momentaneamente impossibilitati a visionare quel tipo di contenuto. Un utente potrebbe infatti trovarsi in un ambiente molto rumoroso che gli impedisce di ascoltare l'audio associato al video o in un ambiente in cui sia richiesto silenzio, ma sprovvisto di auricolari; ancora un utente che desidera conoscere i contenuti di un video in inglese, potrebbe trovare più facile comprenderli attraverso una loro lettura, in quanto potrebbe avere maggiori difficoltà nella comprensione orale della lingua, che nella sua comprensione scritta. Infine, va sottolineato che i motori di ricerca possono essere paragonati a tutti gli effetti ad utenti non vedenti del mondo del web e sono in grado di interpretare correttamente solo i contenuti testuali di un sito. Riprendendo l'esempio precedente ciò significa che un video accompagnato da una trascrizione testuale potrà ottenere migliori risultati in termini di indicizzazione. Quanto esposto dimostra che progettare in modo accessibile non è solo un adempimento legislativo, ma comporta anche migliori opportunità business [27], a partire dal raggiungimento di una più vasta platea di utenti proprio grazie a un miglior posizionamento nei risultati di ricerca.

3.2.2 I documenti

Lo standard WCAG 2.1 è un documento stabile di riferimento che riporta i principi generali di accessibilità e viene accompagnato da alcuni documenti di supporto che garantiscono una migliore comprensione e più facile attuazione delle linee guida dal punto di vista tecnico.

- **WCAG 2.1 – W3C Recommendation:** il documento riporta la specifica delle linee guida per l'accessibilità, compreso il problema che si propone di risolvere e un elenco di criteri di successo che permettono di individuare in che modo applicare la specifica in tipici scenari di sviluppo dei contenuti. Ogni criterio di successo appartiene a un livello di conformità: A, AA o AAA. Risultare conformi a tutti i criteri di livello A costituisce il requisito minimo per definire un sito accessibile. Aderire ai livelli di conformità AA e AAA costituisce valore di merito in quanto garantisce l'eliminazione di barriere significative che potrebbero ostacolare una o più categorie di utenti nell'accesso alle informazioni [43].
- **How to Meet WCAG (Quick Reference):** questo documento rappresenta una definizione dei punti di controllo individuati per ognuna delle linee guida per

stabilire se i contenuti risultino conformi alle stesse. Per ogni criterio di successo individuato viene presentato un elenco delle tecniche da implementare per risultare conformi allo standard e un elenco di errori comuni da evitare [45].

- **Understanding WCAG:** per ogni criterio di successo individuato nelle linee guida dello standard ne viene descritto in dettaglio l'obiettivo e come il suo rispetto aiuti le persone con diverse abilità. Inoltre, presenta informazioni aggiuntive utili per garantire il supporto dei contenuti da parte dei browser e delle tecnologie assistive, esempi di applicazione, risorse e riferimenti tecnici per aiutare gli sviluppatori a raggiungere e verificare la conformità dei contenuti rispetto alle linee guida [46].
- **Techniques for WCAG:** la specifica tecniche descrive come attuare l'implementazione dei singoli punti di controllo individuati dalle linee guida riportando esempi sia di carattere generale che specifici per le varie tecnologie web in uso, quali HTML/XHTML, CSS, scripting lato client e server, multimedia, WAI-ARIA. Inoltre, viene presentato un elenco degli errori più comuni che devono essere evitati [47].

3.2.2.1 I livelli di conformità

Per comprendere le differenze tra i livelli di conformità definiti dal W3C è utile individuare un parallelo con un ambiente fisico in cui sia presente una scalinata: l'esistenza di una rampa rappresenta la conformità a livello A, ovvero è il requisito minimo necessario che deve essere soddisfatto affinché anche le persone che utilizzano una sedia a rotelle possano affrontare la salita; tuttavia solo se la pendenza e il materiale con cui è realizzata la rampa sono adeguati si può affermare che si è conformi al livello AA, in quanto si sono adottati tutti i necessari accorgimenti per assicurare una sua facile fruizione in autonomia; la presenza di un ascensore completamente accessibile è invece la soluzione migliore perché più semplice da utilizzare con il minimo sforzo e rappresenta quindi il livello di conformità più alto, AAA.

Nel mondo digitale la conformità al livello AA assicura la compatibilità con la maggior parte delle tecnologie assistive garantendo supporto alle persone che ne fanno uso, ma per certe categorie di utenti potrebbero ancora essere presenti alcuni ostacoli, la cui completa rimozione si ottiene solo con la conformità al livello AAA. Il salto di qualità dal livello intermedio a quello più alto discerne tra una buona esperienza e una eccellente, in cui l'utente si trova nelle migliori condizioni di utilizzo del sito. Un sito che presenta una conformità al livello AAA predispone un ambiente in cui tutti gli utenti riescono ad operare con la massima facilità ed è una situazione al confine tra accessibilità e usabilità. Sebbene questi due concetti rappresentino due diversi aspetti dell'utilizzo del web, il primo in termini di facilitazione di accesso alle informazioni e il secondo in termini di semplicità di interazione con il sistema, essi sono profondamente legati; l'usabilità può

infatti essere abilitata solo da un alto livello di accessibilità che ponga nelle migliori condizioni di utilizzo del sito tutti gli utenti.

3.2.3 Adesione alle linee guida

Gli standard W3C sono ampiamente diffusi nella comunità internazionale. I più recenti rapporti riportano lo stato di adozione delle WCAG 2.0 al 2018 [48] [49] e sono quindi precedenti alla pubblicazione del nuovo standard WCAG 2.1, ma già evidenziavano come un gran numero di Paesi avesse adottato lo standard WCAG 2.0 come riferimento normativo nelle proprie leggi sull'accessibilità, stabilendo come livello minimo di conformità accettato per i siti web delle istituzioni pubbliche il livello AA. Altri Stati hanno invece preferito definire ed emanare proprie linee guida o standard, ma comunque ispirate alle WCAG 2.0 del W3C (WCAG 2.0 derivative).

La mappa in Figura 3-1 riporta la situazione mondiale presentata dai rapporti disponibili al 2018 sullo stato di adozione delle WCAG 2.0 o WCAG 2.0 derivative come riferimenti normativi.⁹

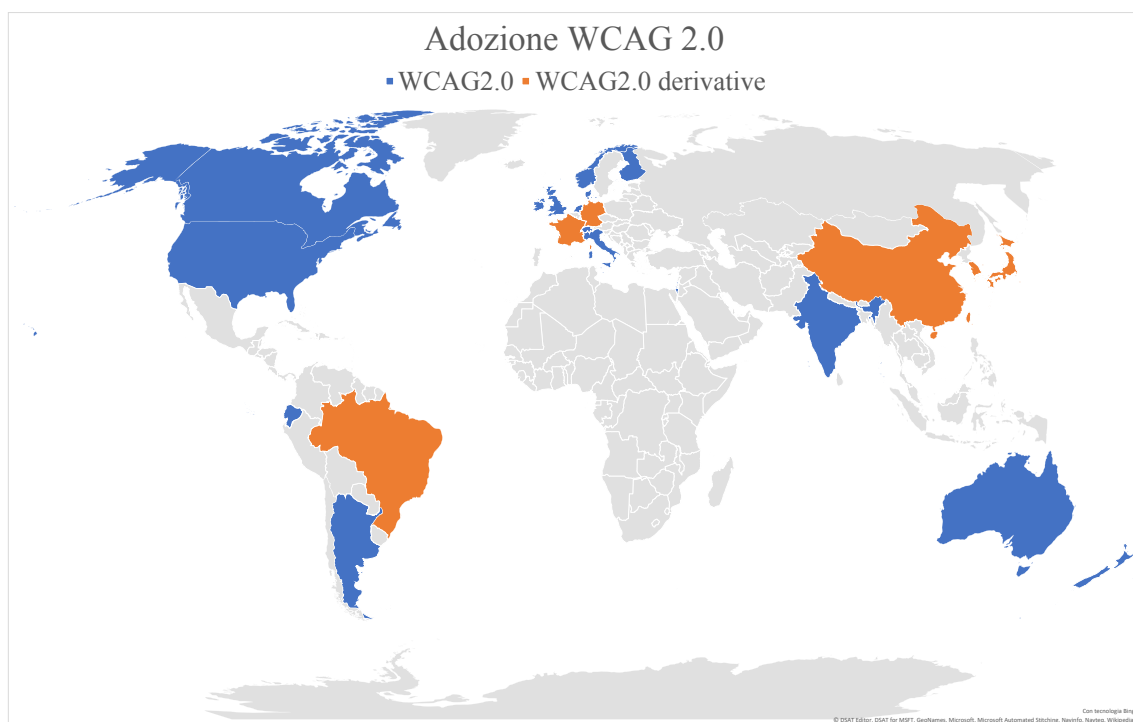


Figura 3-1 - Adozione WCAG 2.0 e WCAG 2.0 derivative

⁹ Stati che hanno adottato le WCAG 2.0 come riferimenti normativi: Argentina, Australia, Canada [62], Danimarca, Ecuador, Finlandia, Hong Kong, India, Irlanda, Israele, Italia, Norvegia, Nuova Zelanda, Paesi Bassi, Regno Unito [58], Stati Uniti [2], Svizzera
Stati che hanno emanato proprie linee guida come WCAG 2.0 derivative: Brasile, Cina, Corea del Sud, Francia, Germania, Giappone

L'Unione Europea ha da sempre promosso tra gli Stati membri l'utilizzo delle WCAG, almeno nell'ambito dei portali delle Pubbliche Amministrazioni nazionali; nell'agosto 2018 è stato quindi pubblicato un aggiornamento dello standard EN 301 549 "*Accessibility requirements for ICT products and services*" [22], promuovendo come nuovo riferimento tecnico l'adesione alle ultime linee guida, WCAG 2.1 [50]. Le istituzioni e le amministrazioni locali e nazionali sono state invitate a procedere a un aggiornamento dei propri siti web secondo le precise scadenze indicate nella Direttiva 2016/2102:

- entro il 23 settembre 2019 tutti i nuovi siti web e le applicazioni, non pubblicati prima del 23 settembre 2018, avrebbero dovuto conformarsi alla nuova normativa;
- entro il 23 settembre 2020 tutti i siti web, sia quelli preesistenti che quelli nuovi, dovranno risultare conformi alla nuova Direttiva;
- entro il 23 giugno 2021 tutte le applicazioni, sia quelle preesistenti che quelle nuove, dovranno risultare conformi alla nuova Direttiva [51].

Inoltre, un rapporto pubblicato nel giugno del 2019 da Level Access & G3ict sullo stato dell'accessibilità digitale ha evidenziato come il 28% delle organizzazioni pubbliche e private che hanno partecipato al sondaggio¹⁰ ha dichiarato di aver già iniziato l'adozione delle WCAG 2.1, mentre il 36% inizierà a farlo nel breve termine [52].

Il diffuso utilizzo delle WCAG come riferimento tecnico dimostra una positiva propensione sia nel pubblico che nel privato a considerare i problemi di accessibilità nello sviluppo di contenuti web. Tuttavia, vi è una rilevante carenza di dati sulla concreta applicazione degli standard ed è quindi difficile una valutazione oggettiva del reale stato dell'accessibilità web. Come evidenziato dalle Nazioni Unite, è apprezzabile ed evidente la campagna di legiferazione sul tema, ma è necessario un maggior impegno nel monitoraggio attivo dello stato di implementazione delle prescrizioni normative [8]. Auspicabilmente le disposizioni contenute nella Direttiva 2016/2102, che richiedono la pubblicazione dei dati sull'accessibilità con una cadenza triennale [51], consentiranno una maggior sorveglianza e consapevolezza dello stato dell'accessibilità web a livello europeo.

Informazioni interessanti sono state ottenute nell'ambito del progetto di ricerca *Captcha Challenge* [53] del 2019, durante il quale è stata condotta un'indagine sulla percezione dell'accessibilità del web da parte delle persone con disabilità visiva (cecità e ipovisione). I risultati sono stati confrontati con quelli ottenuti da un'indagine analoga condotta nell'ambito del progetto *Vis-A-Wis (Visual Accessibility for Web Interfaces)* [54] del 2008. In generale l'esito dello studio del 2019 è peggiore rispetto a quello del 2008; gli utenti hanno soprattutto segnalato la ricorrente mancanza delle alternative testuali alle

¹⁰ Sondaggio condotto su un campione di 550 organizzazioni appartenenti ai settori dell'educazione, ICT, finanza, amministrazioni, salute

immagini e form poco accessibili (Figura 3-2, Figura 3-3, Figura 3-4). Se da un lato il peggioramento delle performance può essere causato da un incremento dei contenuti multimediali presenti nelle moderne pagine web, il risultato non può essere giustificato proprio in virtù degli sforzi fatti dalla comunità internazionale nell'elaborazione di tecniche che abilitino alla fruizione di una diversificata gamma di contenuti, non più solo testuali, da parte anche delle tecnologie assistive. Risulta pertanto evidente che lo stato di attuazione concreta delle linee guida non vada di pari passo all'emanazione delle normative sull'accessibilità. Nell'immediato futuro è fondamentale un radicale cambiamento della mentalità di progettisti e sviluppatori del web, i quali devono accogliere l'accessibilità come guida alla produzione di contenuti, affinché sia garantito universalmente l'accesso alle informazioni in condizioni di pari opportunità.

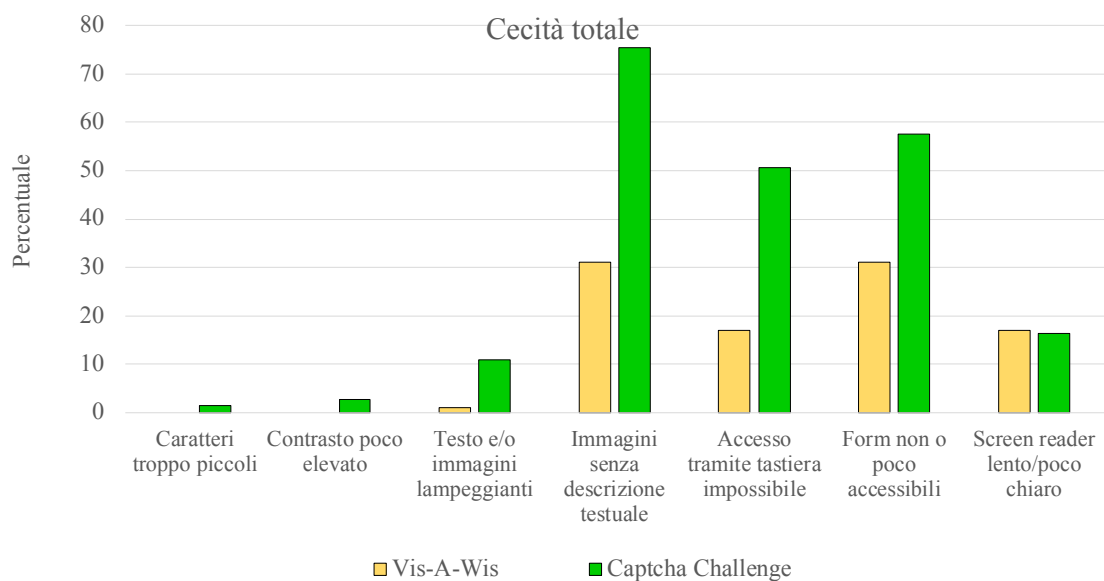


Figura 3-2 - Problemi per cecità totale: Vis-A-Wis vs Captcha Challenge

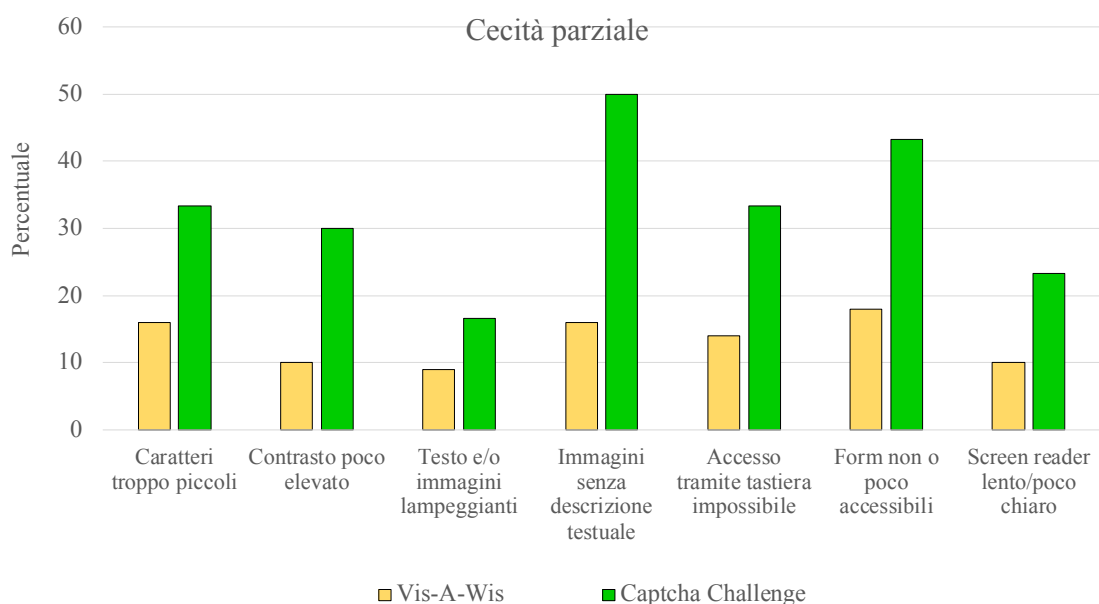


Figura 3-3 - Problemi per cecità parziale: Vis-A-Wis vs Captcha Challenge

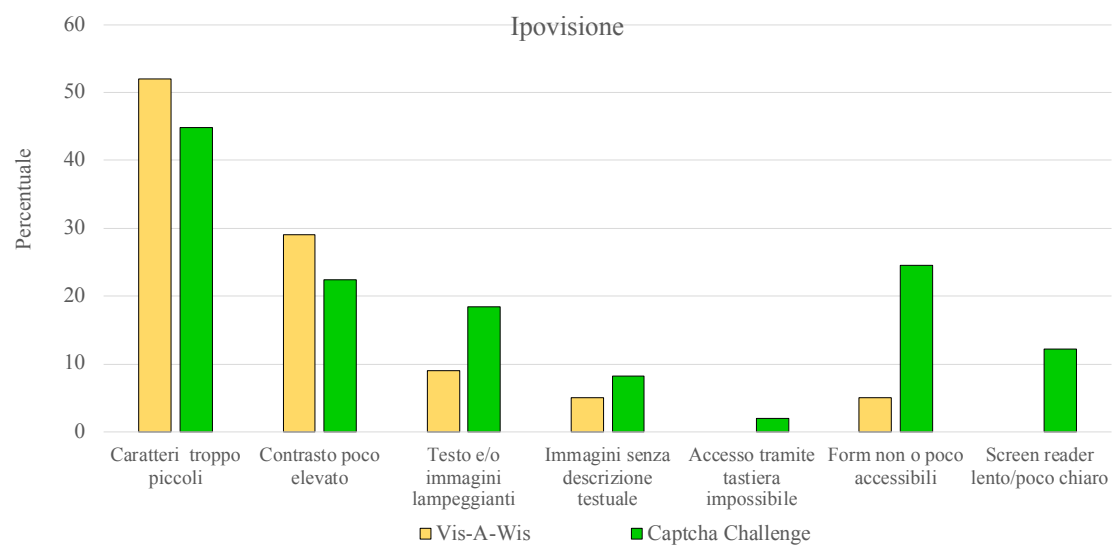


Figura 3-4 - Problemi per ipovisione: Vis-A-Wis vs Captcha Challenge

4 Valutazione dell'accessibilità web

4.1 Applicazione delle Linee guida AGID ai siti web

4.1.1 Requisiti tecnici e verifica di accessibilità

4.1.1.1 Verifica tecnica

Le Linee guida AGID stabiliscono che i requisiti tecnici cui deve fare riferimento la verifica tecnica dei siti web sono quelli riportati al punto 9 della norma UNI EN 301549:2018 [36]. La valutazione di accessibilità avviene per singole pagine web, così come prescritto anche dal W3C, e deve certificare la conformità al livello AA, ovvero soddisfare tutti i criteri di successo di livello A e AA, nonché rispettare i requisiti di conformità presentati alla sezione 5.2 delle WCAG 2.1 [43]. Nell'Appendice A viene presentata la corrispondenza tra i criteri di successo e i requisiti di conformità delle WCAG 2.1 e i requisiti tecnici e i rispettivi test previsti dalla norma. In linea con quanto raccomandato dal W3C, non è richiesta la conformità al livello più alto (AAA) come vincolo normativo [43], perché in alcuni contesti il rispetto della regola generale potrebbe risultare difficile o addirittura penalizzare alcuni utenti. Secondo il criterio di successo *3.1.5 Livello di lettura*, per esempio, una pagina web non dovrebbe richiedere una capacità di lettura più avanzata rispetto al livello di istruzione secondaria inferiore; se è vero che un'esposizione chiara e semplice facilita la comprensione dei contenuti, in alcuni siti tecnico-specialistici cercare di riformulare concetti di nicchia che utilizzano una terminologia specifica in modo da renderli più semplici, potrebbe al contrario renderli ancora più complessi portando a frasi lunghe e dispersive. Il rispetto del criterio di successo *1.2.6 Lingua dei segni (preregistrata)*, introdotto per agevolare la fruizione di contenuti video da parte di persone non udenti, potrebbe invece in alcuni casi diventare penalizzante; se il sito web in cui viene utilizzata questa tipologia di alternativa al media video ha un'utenza internazionale, l'interpretazione nella sola lingua dei segni italiana, per esempio, perderebbe di valore, in quanto le comunità nazionali di tutto il mondo utilizzano una propria versione della lingua dei segni. In altri casi la conformità a punti di controllo di livello AAA è invece sempre possibile e facile da raggiungere; per esempio, fornire all'utente la posizione all'interno del sito attraverso l'utilizzo del *breadcrumb* è una pratica ormai diffusa e corrisponde al rispetto del punto di controllo di livello AAA *2.4.8 Posizione*. Per quanto possibile, le amministrazioni sono pertanto invitate a valutare l'applicabilità dei criteri di livello AAA e conformarsi ad essi, al fine di aumentare l'accessibilità dei contenuti offerti.

La valutazione di accessibilità avviene tramite una verifica ispettiva così come descritto nell'Appendice C9 della norma UNI EN 301549:2018: per ogni requisito tecnico individuato si deve indicare se il criterio di successo associato è soddisfatto oppure no. Per agevolare il processo di verifica, l'AGID ha predisposto nell'Allegato 2 un modello di autovalutazione [37] che può essere utilizzato per svolgere il controllo di conformità dei contenuti (Figura 4-1). Laddove un test si riferisca a un particolare tipo di contenuto non presente nella pagina, per esempio un video, il criterio di successo è da considerarsi soddisfatto.

<input type="checkbox"/> I criteri di questa sezione non applicabili		
Criterio	Conformità	Note
1.1.1 Contenuti non testuali (livello A) 9.1.1.1 Contenuti non testuali		
1.2.1 Solo audio e solo video (preregistrati) (livello A) 9.1.2.1 Solo audio e solo video (preregistrati)		
1.2.2 Sottotitoli (preregistrati) (livello A) 9.1.2.2 Sottotitoli (preregistrati)		
1.2.3 Audiodescrizione o tipo di media alternativo (preregistrato) (livello A) 1.2.3 Audiodescrizione o tipo di media alternativo (preregistrato)		

Figura 4-1 - Estratto del modello di autovalutazione predisposto dall'AGID

4.1.1.2 Verifica soggettiva

L'AGID riconosce che la sola verifica tecnica non possa essere sufficiente per una valutazione esaustiva dell'accessibilità di un sito web. Le Linee guida prevedono per questo motivo la conduzione di una verifica soggettiva da parte dei destinatari del sito articolata in quattro fasi. Nella prima fase, un esperto di fattori umani esegue un'analisi del sito web individuando i contesti, gli scopi e i modi di interazione degli utenti sulla base dei servizi offerti dal sito. Viene quindi costituito il gruppo di valutazione che deve cercare di rappresentare l'eterogeneità degli utenti del web e coinvolgere inoltre persone con disabilità diverse e che facciano uso di tecnologie assistive, affinché la valutazione di accessibilità sia il più significativa possibile. La terza fase è dedicata all'utilizzo del sito da parte del gruppo di valutazione, il quale deve svolgere sia prove libere che compiti specifici. Per tutto il tempo della prova l'esperto registra i dati di utilizzo, i tempi impiegati, gli errori commessi ed eventuali commenti degli utenti [36]. L'ultima fase è quindi dedicata alla valutazione dei risultati e all'elaborazione del rapporto conclusivo sulla base sia delle considerazioni soggettive dell'esperto che delle informazioni ricavate

dallo svolgimento della prova del sito da parte del gruppo di valutazione. La Tabella 4-1 riporta i dodici criteri essenziali su cui deve essere basata la valutazione soggettiva.

Criteri di valutazione	
Percezione	Trasparenza
Comprensibilità	Apprendibilità
Operabilità	Aiuto e documentazione
Coerenza	Tolleranza agli errori
Salvaguardia della salute (safety)	Gradevolezza
Sicurezza	Flessibilità

Tabella 4-1 - Criteri di valutazione per la verifica soggettiva dei siti web

4.1.2 Dichiarazione di accessibilità

Come previsto dalle normative vigenti i soggetti cui si applicano le nuove Linee guida dell'AGID sono tenuti a redigere una *Dichiarazione di accessibilità* tramite l'apposita piattaforma predisposta dall'Agenzia. Le istituzioni devono inoltre occuparsi di rendere disponibile tale dichiarazione agli utenti attraverso un link fornito dall'AGID da esporre nel footer del sito web. Le informazioni necessarie alla compilazione della dichiarazione possono essere ricavate da un'autovalutazione del soggetto erogatore, eventualmente tramite il “*Modello di autovalutazione*” reso disponibile nell'Allegato 2 alle Linee guida [37], oppure tramite una valutazione di accessibilità effettuata da terzi e devono essere riesaminate e validate annualmente. L'AGID prevede inoltre la possibilità di effettuare una verifica a campione nel caso in cui lo svolgimento di una verifica di accessibilità completa sia troppo oneroso. In tal caso il campione di pagine analizzato deve essere riportato all'interno di una relazione di valutazione curata dal soggetto erogatore [36].

Dal punto di vista dell'accessibilità web, la dichiarazione richiede solo che il soggetto erogatore comunichi se il sito web risulta conforme alle WCAG 2.1 indicando eventualmente quali contenuti non risultano accessibili. Confrontando la *Dichiarazione di accessibilità* richiesta dall'AGID e la *Dichiarazione di conformità* prevista dalle WCAG 2.1, i cui contenuti vengono dettagliati rispettivamente nell'Appendice B e nell'Appendice C appare evidente che nel primo caso all'utente viene fornito un quadro generale sullo stato dell'accessibilità del soggetto erogatore senza alcun dettaglio significativo sulle azioni intraprese volte a migliorare e garantire l'accessibilità del sito web. La dichiarazione di conformità prevista dalle WCAG prevede invece alcuni contenuti opzionali che possono dimostrare l'impegno dell'organizzazione sul tema dell'accessibilità web, quali l'elenco dei criteri di successo soddisfatti di livello superiore rispetto al livello di conformità dichiarato.

4.1.3 Metodologia di monitoraggio

L'AGID è il soggetto incaricato del monitoraggio dello stato di accessibilità dei siti web delle istituzioni e/o organizzazioni a partecipazione pubblica. Fatta eccezione per il primo periodo, previsto dal 1° gennaio 2020 al 22 dicembre 2021, il monitoraggio deve essere effettuato annualmente su un campione di siti web calcolato sulla base della popolazione italiana. Inoltre, a partire dal secondo periodo, il campione deve comprendere una percentuale di ricorrenza, ovvero prevedere che siano nuovamente sottoposti a verifica siti web già analizzati nel periodo precedente [36]. L'accessibilità è infatti un processo continuo la cui verifica dovrebbe essere svolta ad ogni aggiornamento dei contenuti. Il vincolo del campione ricorrente può quindi essere una sollecitazione ulteriore per le amministrazioni a considerare l'accessibilità web parte integrante del proprio processo di sviluppo. In Appendice D viene riportato il dettaglio della periodicità e della definizione del campione di monitoraggio.

Le Linee guida dell'AGID prevedono due metodi di monitoraggio basate sui requisiti tecnici individuati nel capitolo 9 della norma UNI EN 301459:2018: un monitoraggio approfondito, per verificare che un sito web rispetti tutte le prescrizioni normative e le specifiche tecniche previste, e un monitoraggio semplificato, il cui scopo è individuare casi di non conformità alle prescrizioni. Come indicato anche dal requisito 5.2.3 *Processi completi* delle WCAG 2.1 [43], nel caso in cui una pagina web costituisca parte di un processo, il monitoraggio approfondito analizza tutte le pagine che lo compongono, effettuando le operazioni fondamentali previste per il suo completamento, valutando in particolare:

- l'interazione con i form;
- i controlli di interfaccia;
- le finestre di dialogo;
- le conferme per l'immissione di dati;
- i messaggi di errore;
- altri feedback risultanti dall'interazione degli utenti;
- il comportamento del sito quando vengono applicate impostazioni o preferenze diverse da quelle predefinite [36].

Il monitoraggio approfondito può inoltre includere test di usabilità da condurre in presenza anche di persone con disabilità che utilizzano nel quotidiano tecnologie assistive per la navigazione del web. Lo scopo è osservare e analizzare i comportamenti e la percezione degli utenti, interrogandoli poi sull'esperienza svolta per individuare le eventuali difficoltà riscontrate nell'utilizzo del sito [36]. Nella registrazione dei risultati del test è però importante non generalizzare le impressioni di una singola persona, soprattutto quando si tratta delle difficoltà riscontrate da una persona con disabilità [2]. Ogni persona è diversa e ha un proprio modo di interagire con i sistemi digitali, pertanto

si deve porre molta attenzione nell'individuazione di quali osservazioni possano essere realmente obiettive e applicabili per il miglioramento del sito web.

4.2 Strumenti

La maggior parte dei test di accessibilità può essere svolto tramite l'utilizzo di strumenti automatici, disponibili sia come programmi desktop che direttamente via web. In questo modo la verifica di accessibilità diventa un'attività più veloce che può essere inclusa nel processo di test condotto in parallelo allo sviluppo del sito.

4.2.1 Browser

4.2.1.1 Strumenti per lo sviluppatore

Gli strumenti per lo sviluppatore, disponibili nei principali browser, offrono diverse funzionalità legate all'accessibilità. Safari, Firefox e Chrome predispongono una modalità responsive che permette di verificare la trasformazione del sito su schermi di diverse dimensioni appartenenti a dispositivi sia desktop che mobile e, per questi ultimi, la visualizzazione può essere impostata sia in modalità landscape che portrait. In Chrome o Firefox, oltre a poter utilizzare un set di smartphone e tablet predefinito, è possibile configurare un nuovo dispositivo con dimensioni dello schermo personalizzabili; entrambi, inoltre, permettono di simulare il tocco sui dispositivi mobile, in modo da verificare che i componenti interattivi siano sufficientemente grandi per essere utilizzati tramite il touchscreen. Firefox consente anche di impostare il tipo di connessione per simulare la reale velocità di caricamento di un sito e dei suoi contenuti multimediali; le opzioni tra cui è possibile scegliere sono: GPRS, 2G, 3G, 4G/LTE, DSL, Wi-Fi.

La modalità responsive di Safari permette invece di verificare la diversa visualizzazione del sito web solo sui dispositivi della famiglia Apple, offrendo la visualizzazione portrait e landscape per tutti i dispositivi mobile e la visualizzazione a metà schermo disponibile su iPad. Tuttavia, Safari permette di modificare lo User Agent utilizzato per accedere al sito web così che sia possibile verificare la sua visualizzazione in browser e ambienti differenti; le opzioni disponibili sono elencate nella Tabella 4-2. Infine, Safari permette di disabilitare le immagini, gli stili e JavaScript per osservare il comportamento della pagina in tali condizioni.

User Agent	
Safari per iPhone	Microsoft Edge
Safari per iPod touch	Google Chrome per macOS
Safari per iPad Mini	Google Chrome per Windows
Safari per iPad	Firefox per macOS
Safari per Mac (default)	Firefox per Windows

Tabella 4-2 - User Agent simulabili in Safari

Di recente Firefox ha introdotto un *Accessibility inspector*: questa funzionalità, sebbene sia ancora in versione beta, permette di individuare velocemente problemi di accessibilità sui singoli nodi della pagina web analizzata legati al contrasto dei colori, all'accessibilità da tastiera o alle etichette utilizzate.

4.2.1.2 Estensioni per browser

Le funzionalità dei browser possono essere aumentate attraverso l'installazione di apposite estensioni, oggi disponibili in gran quantità anche per eseguire una valutazione di accessibilità di una pagina web o evidenziarne le caratteristiche e le problematiche rilevanti.

Web developer toolbar

L'estensione¹¹ è compatibile con gli ambienti Windows, macOS e Linux ed è disponibile per i browser Firefox, Chrome e Opera. Vengono offerte una gran quantità di funzionalità, raggruppate per tematiche; di seguito vengono elencate le più significative:

- CSS: disabilita stile, stile browser e/o CSS esterno, visualizza stile stampa;
- form: visualizza dettagli form, evidenzia campi senza `label`;
- immagini: visualizza `alt`, nascondi immagini, nascondi immagini di background, trova immagini non funzionanti, evidenzia immagini con `alt` vuoto o senza `alt`, sostituisci le immagini con il proprio `alt`;
- informazioni: visualizza scorciatoie da tastiera, ancure dei link, ruoli ARIA, dettagli link, `tabindex`, attributi `title`, `metatag`, trova ID duplicati;
- outline: evidenzia link esterni, titoli, tabelle, `caption` di una tabella;
- ridimensionamento: ridimensiona finestra, visualizza layout responsive;
- tools: validazione CSS e HTML (redirect ai validatori W3C), validazione accessibilità (redirect a WAVE di Webaims).

¹¹ Indirizzo ufficiale Web developer toolbar: <https://chrispederick.com/work/web-developer/>

Axe Developer Tools

L'estensione è disponibile sia per Firefox che per Chrome ed è stata sviluppata sulla base della libreria JavaScript aXe da Deque Labs¹². L'analisi di accessibilità che viene condotta evidenzia il nodo della pagina che causa il problema sia all'interno del codice HTML che visivamente sulla pagina stessa. Le problematiche rilevate vengono distinte in:

- violazioni degli standard (es. ID doppi);
- problemi che richiedono una revisione umana (es. contrasto non adeguato);
- best practice non rispettate (es. non dovrebbero essere usati `tabindex` con valori positivi)

Silktide – Website accessibility simulator

L'estensione sviluppata da Silktide¹³, disponibile per Chrome, simula diverse tipologie di impedimenti visivi, più o meno gravi, quali: dislessia, discromatopsia, cataratta, miopia, perdita della visione periferica o centrale. Inoltre, rende disponibile uno screen reader per simulare la navigazione del sito da parte di persone non vedenti.

Accessibility Insights for Web

L'estensione¹⁴, disponibile per Chrome e Microsoft Edge, svolge un'analisi di accessibilità della pagina web e permette di esportare un report con i dettagli delle problematiche rilevate. Vengono supportate due modalità: *FastPass* e *Assessment*. Con la modalità FastPass vengono identificati i problemi più comuni e significativi di accessibilità tramite un processo composto da due fasi:

1. Un controllo automatico che verifica la conformità a una cinquantina di requisiti di accessibilità, ispirati alle WCAG 2.1;
2. Un test “*tab stops*” che permette di individuare problemi legati all'accessibilità da tastiera, come ad esempio “trappole” che impediscono di continuare la navigazione o un errore nell'ordine di tabulazione, attraverso lo svolgimento di un processo guidato.

La modalità Assessment verifica invece la conformità al livello AA delle WCAG 2.1 attraverso un primo test automatico seguito da un test manuale guidato fatto di venti punti di controllo. Il test manuale offre un aiuto visuale e istruzioni chiare per individuare i problemi nella pagina, oltre a fornire esempi e spunti per la correzione dei problemi.

¹² Indirizzo ufficiale Axe Developer Tools: <https://www.deque.com/axe/devtools/>

¹³ Indirizzo ufficiale Silktide – Website accessibility simulator: <https://silktide.com/resources/toolbar>

¹⁴ Indirizzo ufficiale Accessibility Insights for Web: <https://accessibilityinsights.io/docs/en/web/overview>

Arc Toolkit

The Paciello Group ha sviluppato l'estensione Arc Toolkit¹⁵ per Chrome per valutare la conformità alle WCAG 2.1. Le problematiche individuate vengono evidenziate in modo visuale direttamente sull'elemento coinvolto nella pagina analizzata. I problemi rilevati si suddividono in errori e warning e per ognuno sono forniti suggerimenti per la correzione. Inoltre, viene indicato cosa viene letto dallo screen reader per un particolare elemento, come ad esempio l'`alt` di un'immagine. I test condotti vengono raggruppati nelle seguenti aree tematiche: media (immagini, video, ecc.), struttura (intestazioni, form, tabelle, ecc.), tastiera (link, pulsanti, `tabindex`, ecc.), ARIA, contrasto colore, `ID` duplicati.

Responsive web device tester

L'estensione, disponibile per Chrome, permette di testare il sito per verificarne la trasformazione responsive su una gamma di dispositivi diversi, forniti di default oppure configurabili dall'utente.

Spectrum

L'estensione, disponibile per Chrome, permette di applicare alla pagina diversi filtri colore, in modo da verificare la leggibilità dei contenuti e la presenza di un contrasto adeguato anche per le persone affette da diverse tipologie di discromatopsia.

Siteimprove accessibility checker

L'estensione¹⁶, disponibile per Chrome, offre una valutazione dell'accessibilità fornendo un feedback immediato ed evidenziando i problemi direttamente sulla pagina analizzata. L'estensione si basa sulle WCAG 2.1 e per ogni problematica individuata in relazione ai punti di controllo delle linee guida offre una spiegazione di come questa possa ostacolare gli utenti nell'utilizzo del sito e una serie di raccomandazioni utili per risolvere la situazione. Le problematiche possono essere presentate raggruppandole in base:

- al livello di conformità: A, AA, AAA;
- alla severità: errore, warning, potenziale problema che richiede una revisione da parte di una persona;
- alla responsabilità: editor, webmaster, developer.

L'organizzazione per responsabilità individua quale figura è più comunemente adatta a risolvere il problema. Tuttavia, la suddivisione dei ruoli e delle responsabilità dipende dall'organizzazione interna della società proprietaria del sito, pertanto in alcuni casi è difficile trovare un riscontro, ma può comunque aiutare a capire se si tratti di un problema di progettazione o di contenuti; per esempio gli editor sono ritenuti principalmente

¹⁵ Indirizzo ufficiale Arc Toolkit: <https://www.paciellogroup.com/toolkit/>

¹⁶ Indirizzo ufficiale Siteimprove – accessibilità: <https://siteimprove.com/it-it/accessibilità/>

responsabili di problemi legati al contenuto, mentre gli sviluppatori di problemi legati al template della pagina.

4.2.2 Altri strumenti

4.2.2.1 Valutazione accessibilità

Total validator

Il programma¹⁷ disponibile per macOS, Windows e Linux esegue un test di accessibilità per verificare la conformità agli standard WCAG 2.1, ARIA e US Section 508. Total validator può essere utilizzato anche per testare siti off-line in via di sviluppo oppure all'interno di intranet private e consente la verifica delle pagine riservate. Esistono diversi piani d'acquisto che permettono di eseguire test più o meno esaustivi. Inoltre, il programma è in grado di seguire i link contenuti nelle pagine permettendo di testare in un unico momento tutto il sito. Le principali funzionalità offerte sono:

- validazione rispetto agli standard: HTML, ARIA, CSS;
- verifica di conformità ai diversi livelli delle WCAG 2.1;
- controllo dei link rotti;
- controllo dello spelling con supporto all'inglese, francese, italiano, spagnolo e tedesco.

Per ognuno dei problemi rilevati e presentati nel report sotto forma di errore o warning, viene anche inserito un riferimento alla descrizione estesa dell'errore ed eventualmente al criterio di successo WCAG violato.

Wave di Webaims

L'applicazione web¹⁸, disponibile anche come estensione per Firefox e Chrome, analizza la pagina web indicata e offre un report delle problematiche individuate e delle caratteristiche significative. I risultati vengono presentati raggruppati per:

- errori (es. mancanza di `alt` per le immagini, mancanza di `label` per i campi delle form, ecc.);
- problemi di contrasto;
- alert (es. mancanza di un identificativo per una regione della pagina, `alt` ripetuti, ecc.);
- caratteristiche rilevanti (es. `alt` correttamente indicati);

¹⁷ Indirizzo ufficiale Total validator: <https://www.totalvalidator.com>

¹⁸ Indirizzo ufficiale Wave di Webaims: <https://wave.webaim.org>

- elementi strutturali utilizzati (es. intestazioni, liste, casella di ricerca, footer, ecc.);
- uso di ARIA (ruolo, stato, proprietà, aria-label, aria-describedby, tabindex, aria-hidden, ecc.).

Ogni elemento che viene presentato nel report viene anche segnalato visivamente sulla pagina attraverso un badge la cui descrizione riporta il significato della segnalazione, una possibile correzione del problema e il riferimento alla linea guida delle WCAG non rispettata. Infine, Wave permette di visualizzare la pagina senza CSS per evidenziarne la struttura semantica e quindi comprendere come questa verrebbe letta da uno screen reader.

Accessibility checklist

Elsevier¹⁹ ha reso disponibile un sito web dedicato a progettisti, sviluppatori e tester del web attraverso il quale è possibile visualizzare le linee guida che devono essere rispettate per garantire l'accessibilità di un sito web. La piattaforma permette di filtrare le linee guida sulla base dello standard che si desidera applicare, WCAG o Section 508, e della tipologia di contenuto su cui si vuole agire (HTML, CSS, form, immagini, audio, ecc.). Inoltre, in pagine dedicate raccoglie suggerimenti utili suddivisi sulla base delle diverse responsabilità di progettisti, sviluppatori e tester: per esempio ai primi viene raccomandato di fare attenzione alla scelta dei colori per il sito, agli sviluppatori vengono forniti degli esempi su come realizzare correttamente una form, ai tester vengono presentati un set di strumenti utili da utilizzare. Infine, è possibile scaricare una checklist dedicata a progettisti e sviluppatori che pone l'attenzione sui principali punti di controllo che devono essere rispettati nella realizzazione di un sito web.

Website accessibility evaluation – Dynamapper

Dynamapper²⁰ offre un servizio di valutazione dell'accessibilità in conformità a diverse linee guida nazionali e internazionali, come la Section 508, la Legge Stanca e le WCAG 2.1. La verifica evidenzia in real time gli elementi sulla pagina che presentano dei problemi di accessibilità attraverso l'uso di alcune icone che li distinguono in:

- problemi noti, ovvero barriere di accessibilità;
- problemi possibili, ma che richiedono l'intervento di una revisione umana per valutare il caso;
- problemi potenziali, non gravi e che spesso non richiedono una correzione, che necessitano però di una revisione.

¹⁹ Indirizzo ufficiale Elsevier – Accessibility checklist: http://romeo.elsevier.com/accessibility_checklist/

²⁰ Indirizzo ufficiale Dynamapper: <https://dynamapper.com/features/website-accessibility-testing>

Le organizzazioni possono esportare un report con i risultati della valutazione in un file CSV o PDF oppure possono aggiungere un riferimento al report online nel proprio sito web in modo che sia accessibile a tutti i rispettivi utenti.

SortSite

L'applicativo²¹ è disponibile sia come programma desktop, per gli ambienti macOS e Windows, che in versione Web e permette una valutazione completa dell'accessibilità dell'intero sito web, anche nel caso in cui questo si trovi in intranet private oppure sia ancora in via di sviluppo e non pubblicato. Nella versione online gratuita è possibile effettuare un controllo ristretto a 10 pagine del sito. SortSite è un programma completo in grado di valutare file in molti formati, quali HTML, XHTML, CSS, JavaScript, SVG, Adobe PDF, Microsoft Office. Il test di accessibilità è condotto valutando la conformità alle WCAG 2.1 e alla Section 508 e a seconda del piano che si decide di utilizzare offre diverse funzionalità descritte nella Tabella 4-3.

Tipologia	Test
Error check	HTML: immagini mancanti e link rotti
	CSS: grafica di background mancante e regole @import errate
	PDF, Word, Excel, PowerPoint: individua link rotti all'interno dei file
	RSS: individua feed RSS rotti
	Script: individua errori e warning causati da ASP, ASPX, PHP
	Configurazione server: trova problemi legati al dominio, alla configurazione, ai certificati SSL
Contenuto	Controllo di spelling per inglese e francese
	Individua contenuti incompleti marcati con testo come "Lorem Ipsum" o TODO
	Trova pagine prive di contenuto
	Permette di configurare un vocabolario interno per le parole inusuali (es. nomi di prodotti)
Web standard	Valida il markup HTML e XHTML
	Valida il CSS
	Individua tag e attributi deprecati
SEO	Controllo rispetto alle linee guida di Google e Bing
	Controllo delle posizioni delle keyword nelle pagine
Privacy	Controllo della conformità alle leggi europee e americane
	Verifica la presenza di cookie senza la dichiarazione sulla privacy
Usabilità	Individua contenuti difficili da leggere (font piccolo o frasi complesse)
	Controllo di usabilità rispetto alle linee guida W3C, Wikipedia, US Federal Usability.gov
	Trova pagine che impiegano molto a caricarsi

²¹ Indirizzo ufficiale SortSite: <https://www.powermapper.com/products/sortsite/>

Tipologia	Test
	Individua pagine con titoli uguali
Compatibilità	Browser testati: Internet Explorer, Chrome, Firefox, Safari, Opera, Edge
	Sistemi operativi mobile testati: iOS, Android, Blackberry
	Evidenzia problemi di compatibilità rispetto a: tag HTML, regole CSS, istruzioni JavaScript, immagini, tecnologie specifiche come Flash che possono non essere supportate o avere comportamenti diversi

Tabella 4-3 - Funzionalità SortSite

4.2.2.2 Controllo colori

Le piattaforme che eseguono l'analisi dei colori sono molto utili anche nella fase preliminare di progettazione di un sito, perché permettono di individuare una palette di colori da utilizzare che garantisca un contrasto e una leggibilità adeguata dei contenuti.

Contrast checker

Il sito²² permette all'utente di selezionare il colore del testo e dello sfondo e di verificarne il grado di leggibilità rispetto al livello di conformità AA e AAA, come definito dalle WCAG sia per testo grande che piccolo. Inoltre, offre una valutazione del livello di brillantezza e differenza tra i colori oltre che l'indicazione se il livello di contrasto sia sufficiente per la lettura da parte di persone affette da discromatopsia; per questo motivo il sito offre anche la possibilità di visualizzare il testo in scala di grigi.

Who can use

Il sito²³ permette di configurare la valutazione del colore impostando il colore dello sfondo e del testo, la grandezza del testo in pixel e di indicare se questo è in grassetto. La verifica viene fatta per conformità alle WCAG (livello AA o AAA) valutando il livello di contrasto. Viene inoltre offerto il livello di visibilità, Fail, AA o AAA, anche in tutte le situazioni seguenti: trichromatia, protanomalia, protanopia, deuteranomalia, deuteranopia, tritanomalia, tritanopia, achronomatopia, achromatopsia, cataratta, glaucoma, vista annebbiata, sole diretto, modalità notte.

Check my colours

Attraverso l'indicazione dell'URL della pagina da analizzare, il sito²⁴ offre una valutazione del livello di contrasto di ogni elemento in essa presente. Per ognuno viene indicato il livello di contrasto, la conformità alle WCAG, la brillantezza e la differenza di

²² Contrast checker: <https://contrastchecker.com>

²³ Who can use: <https://whocanuse.com>

²⁴ Check my color: <https://www.checkmycolours.com>

colore. Per ogni nodo è possibile inoltre selezionare una nuova combinazione di colori in modo da individuare una soluzione con contrasto adeguato per eliminare eventuali criticità.

4.2.2.3 Validatori

Il rispetto degli standard web è la base per assicurare l'accessibilità di un sito web. Per esempio, la mancanza di un `alt` a un'immagine non è solo un ostacolo all'accessibilità, ma una violazione allo standard; l'uso corretto della semantica HTML garantisce che uno screen reader sia in grado di interpretare correttamente una pagina. Il W3C rende quindi disponibili dei validatori online che permettono di verificare la correttezza di una pagina HTML²⁵ e del codice CSS²⁶ rispetto agli standard. Esistono inoltre altri validatori sviluppati per valutare allo stesso tempo sia il rispetto dello standard che delle WCAG.

Mauve

Mauve²⁷ è stato sviluppato nell'ambito di un progetto condotto da HIIS Lab e ISTI-CNR e permette di validare l'intero sito o una singola pagina web rispetto agli standard HTML e CSS e al livello di conformità delle WCAG. Per la valutazione è inoltre possibile scegliere lo User Agent, in modo da evidenziare eventuali problemi legati al dispositivo utilizzato per accedere al sito; le opzioni disponibili sono:

- PC Desktop,
- iPad,
- Amazon Kindle,
- Android Tablet,
- iPod touch,
- iPhone,
- Blackberry,
- Android Phone,
- Sony PS3,
- Nintendo Wii e
- Sony Google TV.

Il report della valutazione distingue errori e warning raggruppandoli in base:

- ai principi PURO (percepibile, comprensibile, robusto, utilizzabile) delle WCAG;
- alla categoria coinvolta (ARIA, colore, contenuto, form, HTML, immagini, link, metatag, responsive, ecc.);

²⁵ W3C markup validation service: <https://validator.w3.org>

²⁶ W3C CSS validation service: <https://jigsaw.w3.org/css-validator/>

²⁷ Mauve validator: <https://mauve.isti.cnr.it/index.jsp>

- alla tipologia di file in cui è stato riscontrato il problema HTML o CSS.

4.2.2.4 Leggibilità del testo

Utilizzando l'Indice di Gulpease è possibile valutare la leggibilità di un testo tarando il risultato su una scala che riconosce tre livelli principali: licenza elementare, licenza media e diploma superiore. L'indice di Gulpease viene calcolato con la formula seguente:

$$89 + \frac{300 * \text{numero frasi} - 10 * \text{numero lettere}}{\text{numero parole}}$$

Equazione 4-1 - Calcolo indice di Gulpease

- un indice inferiore a 80 indica un testo difficile da leggere per chi ha la licenza elementare;
- un indice inferiore a 60 indica un testo difficile per chi ha la licenza media;
- un indice inferiore a 40 indica un testo difficile per chi ha un diploma superiore.

Esistono diversi strumenti online²⁸ che offrono una valutazione dell'Indice di Gulpease valutato sull'input diretto del testo. Per risultare conformi al criterio 3.1.5 *Livello di lettura* delle WCAG, i paragrafi di testo dovrebbero avere un indice di difficoltà non superiore alla licenza media.

4.2.3 Conclusioni

Gli strumenti presentati nei paragrafi precedenti rappresentano solo una piccola parte dei programmi disponibili per la verifica dell'accessibilità web²⁹. La maggior parte di questi sono basati sulle WCAG del W3C, garantendo quindi una valutazione di accessibilità puntuale rispetto allo standard per l'accessibilità più diffuso a livello internazionale. Gli strumenti gratuiti più completi che sono stati individuati sono Arc toolkit, WAVE e Axe developer tools: tutti e tre questi strumenti analizzano la pagina web ed evidenziano il componente problematico sia livello visivo che nel codice sorgente della pagina, offrendo inoltre allo sviluppatore suggerimenti per la correzione. Maggiori funzionalità si possono ottenere invece utilizzando applicazioni a pagamento quali Total Validator, Dynomapper e Sortsite; per esempio, questi tool permettono di analizzare in un unico momento tutto il sito web.

L'estensione Accessibility Insight for web merita un approfondimento separato: questo strumento gratuito offre la possibilità di effettuare un controllo esaustivo di una pagina

²⁸ Siti consigliati: <https://labs.translated.net/leggibilita-testo/>; <http://www.linkomm.net/calcolo-indice-lettura-facile.html>; <https://www.andreapacchiarotti.it/archivio/gulpease-indice.html>; https://farfalla-project.org/readability_static/;

²⁹ Elenco di tool raccolti dal gruppo di lavoro WAI disponibile al link: <https://www.w3.org/WAI/ER/tools/>

web verificandone la conformità alle WCAG di livello A e AA, ovvero in linea con la normativa europea. L'estensione affianca a un controllo automatico della pagina una guida per verificare manualmente tutti quei punti che non possono essere valutati dallo strumento. L'operatore ha la possibilità di seguire passo passo le indicazioni ed è facilitato dal fatto che i componenti sottoposti a valutazione vengano evidenziati nel testo. Per esempio, per valutare la presenza delle alternative testuali alle immagini, Accessibility Insight evidenzia visivamente nella pagina tutte le immagini e riporta per ognuna gli `alt` presenti, permettendo all'operatore di indicare se le alternative risultano corrette. Alla fine della valutazione, si ottiene un report che indica i punti di controllo superati, quelli non superati e le annotazioni del verificatore.

Altri strumenti in elenco possono invece essere utilizzati per supportare lo sviluppatore nella verifica, ma non offrono un controllo automatico di accessibilità, come nel caso dell'estensione Web developer toolbar. Infine, estensioni come Responsive web device tester, Silktide o Spectrum hanno lo scopo di presentare la pagina web così come verrebbe vista su dispositivi o ambienti diversi o da parte di persone con difficoltà o impedimenti visivi di diverso tipo.

L'utilizzo di strumenti automatici per condurre i test di accessibilità di un sito permette quindi di ridurre i tempi di esecuzione della verifica e anche di correzione, grazie alle soluzioni proposte dagli strumenti stessi. Inoltre, gli strumenti possono essere utilizzati anche in fase di progettazione e sviluppo, per esempio sfruttando le piattaforme per il calcolo del contrasto dei colori nella scelta della palette per il sito ed effettuando continue prove di validazione del codice per evitare spiacevoli errori nella struttura semantica delle pagine.

4.3 Definizione dei test

4.3.1 Test per la verifica tecnica

Al fine di effettuare una verifica tecnica di accessibilità esaustiva rispetto ai requisiti della normativa AGID, sono stati definiti 150 test che sottopongono a valutazione molteplici aspetti di una pagina web. In particolare, i test sono stati ideati a partire dai punti di controllo delle Linee guida per i contenuti web WCAG 2.1 del W3C, i cui livelli di conformità A e AA corrispondono ai requisiti indicati nelle Linee guida sull'accessibilità degli strumenti informatici dell'AGID, e da alcune delle principali tecniche di conformità consigliate dal W3C [45]; inoltre, sono state integrate alcune verifiche derivanti da best practice note di sviluppo web.

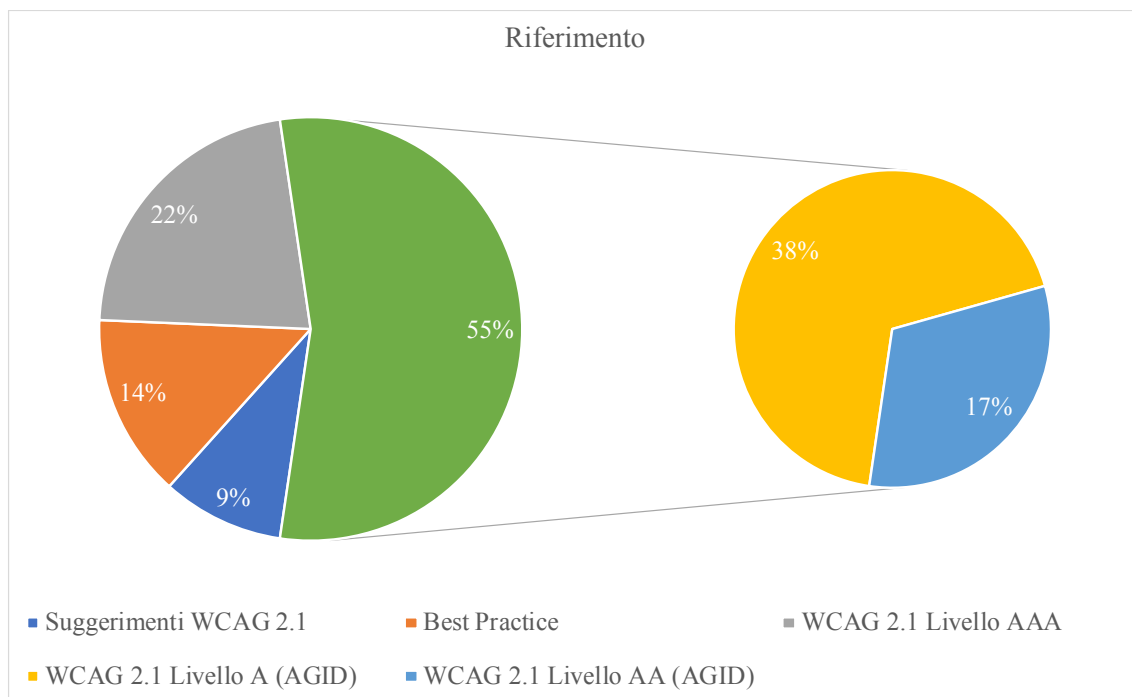


Figura 4-2 – Suddivisione percentuale delle fonti di riferimento per la definizione dei test

La specifica di un test consiste nella definizione dello scopo della verifica, ovvero nella descrizione di quale aspetto o elemento della pagina deve essere analizzato e di quali caratteristiche esso deve avere per soddisfare i punti di controllo della normativa. I test sono raggruppati in base a due parametri: categoria e riferimento; il primo identifica l'aspetto o l'elemento della pagina che viene sottoposto a verifica, il secondo individua i criteri di successo delle WCAG 2.1 che hanno ispirato la definizione del test oppure riporta l'indicazione best practice, se si tratta di un test ideato a partire da convenzioni di sviluppo a favore dell'accessibilità. Nel caso di riferimenti ai punti di controllo delle WCAG 2.1, questi sono stati accorpati in base al livello di conformità che soddisfano. Inoltre, anche le tecniche suggerite dal W3C, utilizzate come fonte per definire i test, fanno riferimento a precisi punti di controllo dello standard e pertanto anch'esse presentano come riferimento le WCAG e i loro punti di controllo.

Nella Tabella 4-4 sono elencati i test che sono stati definiti e per ognuno viene riportata la categoria di appartenenza, la tipologia di verifica (automatica – A, semiautomatica – S o manuale – M) e l'insieme dei riferimenti normativi.

Categoria	Scopo	Tipo	Riferimento
HTML	Verificare l'uso corretto degli elementi semantici per la definizione della struttura e del significato della pagina, in particolare per intestazioni, tabelle, elenchi, form, ecc.	S	WCAG 2.1 Livello A: 1.3.1, 2.4.2, 2.4.3, 2.5.3,
	Verificare l'uso corretto degli elementi semantici per dare enfasi al contenuto (es. <code>strong</code>)	S	3.1.1, 3.3.2, 4.1.1, 4.1.2

Categoria	Scopo	Tipo	Riferimento
	Verificare la titolazione corretta della pagina (<code>tag title</code>) per descriverne il significato e distinguerla all'interno del sito	S	
	Verificare che sia correttamente specificata la lingua principale della pagina (<code>html lang</code>)	S	
	Validare la pagina rispetto allo standard	A	
	Verificare la presenza di ID duplicati sulla stessa pagina	A	
	Verificare che sia correttamente specificata la lingua di un elemento quando è diversa dalla lingua principale della pagina (<code>attributo lang</code>)	S	WCAG 2.1 Livello AA: 3.1.2
	Verificare l'utilizzo di intestazioni di sezione per organizzare il contenuto	S	WCAG 2.1 Livello AAA: 2.4.10
CSS	Verificare la possibilità di inserire le immagini di pura presentazione, come le icone, tramite CSS	M	WCAG 2.1 Livello A: 1.1.1, 2.4.1
	Verificare l'uso corretto di regole CSS per nascondere alcuni elementi dalla presentazione, ma lasciandoli visibili alle tecnologie assistive (es. link salta al contenuto principale)	S	
	Verificare che le dimensioni di contenuti e testo siano specificate con unità di misura relative (<code>em</code> , percentuale) oppure utilizzando i nomi standard (<code>small</code> , <code>medium</code> , <code>large</code>)	S	WCAG 2.1 Livello AA: 1.4.4, 1.4.10
	Verificare che il layout sia scalabile e responsive (es. <code>media query</code>) e che il contenuto possa essere ripresentato senza perdita di informazioni e senza scroll nelle due dimensioni	S	
	Validare il foglio di stile rispetto allo standard	A	Best practice
JavaScript	Verificare che non si verifichino azioni inattese o cambiamenti di contesto <ul style="list-style-type: none"> quando un componente riceve il focus (es. la form non deve essere inviata automaticamente) quando l'utente compila un particolare campo della form (seleziona un elemento in un <code>radio button</code>, <code>checkbox</code>, <code>select</code>, compila un campo di testo) 	M	WCAG 2.1 Livello A: 3.2.1, 3.2.2, 3.3.1
	Verificare che sia disponibile un controllo client-side dei dati inseriti in input dall'utente in una form	M	
	Verificare che il contenuto reso visibile dall'hover del mouse o dal focus della tastiera (es. pop-up,	M	

Categoria	Scopo	Tipo	Riferimento
	sottomenu) possa essere chiuso senza spostare il puntatore o il focus (es. tasto <code>esc</code>)		WCAG 2.1 Livello AA: 1.4.13
	Verificare che il contenuto reso visibile dall'hover del mouse o dal focus della tastiera resti visibile finché l'utente non rimuove il focus o l'hover	M	
	Verificare che il puntatore possa essere spostato sul contenuto aggiuntivo reso visibile dall'hover del mouse senza che questo scompaia	M	
	Verificare che tutti i cambiamenti di contesto siano attivati dall'utente o che sia possibile disattivarli	M	WCAG 2.1 Livello AAA: 3.2.5
Separazione struttura/ presentazione/ comportamento	Verificare che non siano presenti elementi di presentazione nella struttura della pagina per permettere diverse presentazioni	A	WCAG 2.1 Livello A: 1.3.1
	Verificare che la visualizzazione e il funzionamento del contenuto non dipendano dall'orientamento dello schermo	S	WCAG 2.1 Livello AA: 1.3.4
	Verificare che gli elementi che definiscono struttura, presentazione e comportamento siano chiaramente separati e correttamente collegati (file HTML, CSS, JavaScript) in modo da garantire la compatibilità in ambienti e con tecnologie diverse	M	Best practice
Visualizzare il sito senza foglio di stile	Verificare che la struttura e il significato della pagina solo testuale siano comprensibili	S	WCAG 2.1 Livello A: 1.3.1, 1.3.2, 1.3.3
	Verificare che gli elementi della pagina siano in un ordine logico e che le informazioni più importanti siano inserite per prime	S	
	Verificare che informazioni veicolate tramite caratteristiche sensoriali siano ancora comprensibili	S	
Immagini	Verificare la presenza di alternative o descrizioni testuali per immagini che portano valore al contenuto, in modo che le informazioni siano comunque comprensibili e reperibili anche se non vengono visualizzate	S	WCAG 2.1 Livello A: 1.1.1, 2.5.3
	Verificare che le immagini decorative non abbiano alternative testuali (<code>alt vuoto</code> , <code>alt=""</code>), in modo che le tecnologie assistive le ignorino, se la comprensione del contenuto e la navigabilità del sito non vengono compromesse. Ogni volta che è possibile dovrebbero essere inserite tramite CSS	S	
	Verificare che negli elementi che contengono testo o immagini di testo, per i quali è presentata una <code>label</code> , l'attributo <code>name</code> contenga anche il testo che viene presentato visivamente	M	

Categoria	Scopo	Tipo	Riferimento
	Verificare che dove possibile sia usato il testo anziché immagini di testo, eccetto per i logotipi	S	WCAG 2.1 Livello AA: 1.4.5
	Verificare che le immagini di testo siano usate solo per scopi di presentazione, eccetto nel caso dei logotipi	M	WCAG 2.1 Livello AAA: 1.4.9
Media multimediali / audio / video	Verificare che siano predisposte: <ul style="list-style-type: none"> • alternativa testuale, • descrizione testuale, • sottotitoli e • trascrizione che portino le stesse informazioni presenti nel media audio/video in modo che il contenuto sia comunque comprensibile e le informazioni reperibili anche senza che venga riprodotto	S	WCAG 2.1 Livello A: 1.1.1, 1.2.1, 1.2.2, 1.2.3, 1.4.2, 2.2.1, 2.2.2, 2.3.1
	Verificare che sia disponibile una audio-descrizione o descrizione di testo in giusta sequenza per i video preregistrati	M	
	Verificare che i media con audio siano completamente controllabili dall'utente (andare avanti, indietro, mettere in pausa, alzare/abbassare il volume, ecc.)	M	
	Verificare che i contenuti lampeggianti, in movimento o che si auto aggiornano (come i caroselli) siano completamente controllabili dall'utente (andare avanti, indietro, mettere in pausa, fermare, nascondere, ecc.)	M	
	Verificare che nessun elemento lampeggi per più di tre volte in un secondo oppure che il lampeggiamento sia al di sotto della soglia generale di lampeggiamento e della soglia del lampeggiamento rosso	M	
	Verificare che l'utente possa mettere in pausa e riprendere la lettura del contenuto o disabilitare il limite di tempo quando è presente un limite al tempo di lettura dei contenuti	M	
	Verificare che siano presenti sottotitoli per tutti i contenuti audio in tempo reale presenti	M	WCAG 2.1 Livello AA: 1.2.4, 1.2.5
	Verificare che sia presente un audio-descrizione per tutti i contenuti video preregistrati	M	
	Verificare che sia fornita l'interpretazione con la lingua dei segni per l'audio preregistrato	M	WCAG 2.1 Livello AAA: 1.2.6, 1.2.7, 1.2.8,
	Verificare che sia disponibile l'audio-descrizione estesa per i video preregistrati	M	

Categoria	Scopo	Tipo	Riferimento
	Verificare la presenza di un'alternativa per tutti i media preregistrati come descrizione di testo in giusta sequenza	M	1.2.9, 1.4.7, 2.3.2, 2.3.3
	Verificare la presenza di un'alternativa per l'audio in live	M	
	Verificare che per gli audio preregistrati non sia presente sottofondo o che possa essere disattivato o che sia 4 volte più silenzioso rispetto al parlato in primo piano	M	
	Verificare che non sia presente nulla che lampeggi più di tre volte in un secondo	M	
	Verificare che le animazioni innescate dall'interazione dell'utente possano essere disabilitate	M	
Grafici	Verificare che i grafici abbiano una descrizione testuale (es. longdesc)	M	WCAG 2.1 Livello A: 1.1.1
	Verificare che i grafici abbiano un contrasto adeguato (almeno 3:1 rispetto al contenuto vicino; il testo di almeno 4.5:1 se inferiore ai 18 punti o a 14pt se in grassetto, di 3:1 altrimenti)	S	WCAG 2.1 Livello AA: 1.4.11
Link	Verificare che il colore non sia l'unico mezzo per identificare un link (per esempio mantenere la sottolineatura)	S	WCAG 2.1 Livello A: 1.4.1, 2.4.4
	Verificare che sia chiaro lo scopo di ciascun link dal contesto in cui è inserito: <ul style="list-style-type: none"> • utilizzando l'etichetta del link o • dalla frase in cui è inserito o • aggiungendo l'attributo <code>title</code> o • usando l'attributo <code>aria-label</code> per le tecnologie assistive 	M	
	Verificare che l'ancora dei link abbia una definizione chiara e che non sia ripetuta o vuota	S	
	Verificare che i link siano evidenziati correttamente (visitato/non visitato) con un contrasto adeguato di almeno 3:1 rispetto ai colori adiacenti	S	WCAG 2.1 Livello AA: 1.4.11
	Verificare che lo scopo del link sia comprensibile dal solo testo del link	M	WCAG 2.1 Livello AAA: 1.3.6, 2.4.9
	Verificare che sia chiaro dove portano (link interno/esterno)	M	Best practice
	Verificare che sia chiaro un eventuale cambio di contesto (visualizzazione pdf online) o la presenza di un download (eventualmente la dimensione)	M	
	Verificare la presenza di link circolari o rotti	A	

Categoria	Scopo	Tipo	Riferimento
	Verificare che sia chiara la lingua del documento destinazione	M	
Colori	Verificare che il colore non sia l'unico mezzo per fornire informazioni all'utente (come identificare link, campi obbligatori o errori nelle form)	M	WCAG 2.1 Livello A: 1.3.1, 1.3.3, 1.4.1
	Verificare che non siano presenti riferimenti ai colori per orientarsi nel sito	M	
	Verificare l'uso di un contrasto adeguato nel testo e nelle immagini di testo: almeno 4.5:1 per il testo piccolo (inferiore a 18 pt o 14 pt se in grassetto) e 3:1 per il testo grande (maggiore o uguale a 18pt o 14pt se in grassetto)	S	WCAG 2.1 Livello AA: 1.4.3, 1.4.11
	Verificare che oggetti grafici, componenti di interfaccia, diagrammi oppure il colore usato per evidenziare gli stati di elementi testuali (visited, hover, focus...) abbiano un contrasto adeguato di almeno 3:1 rispetto agli oggetti vicini	S	
	Verificare l'uso di un contrasto forte nel testo e nelle immagini di testo: almeno 7:1 per il testo piccolo (inferiore a 18 pt o 14 pt se in grassetto) e 4.5:1 per il testo grande (maggiore o uguale a 18pt o 14pt se in grassetto)	S	WCAG 2.1 Livello AAA: 1.4.6, 1.4.8
	Verificare che non siano presenti impedimenti alla personalizzazione dei colori del testo e dello sfondo, applicata per esempio tramite un'apposita estensione	S	
	Verificare il contrasto dei colori visualizzando la pagina in scala di grigi	S	Best practice
	Verificare la visualizzazione del sito e la comprensibilità delle informazioni in un sito privo di colori	S	
	Verificare la visualizzazione del sito con colori invertiti o con diversi filtri colore che simulino la visualizzazione del sito da parte di persone affette da diverse tipologie di discromatopsia	S	
Form	Verificare la presenza di istruzioni chiare che aiutino a compilare correttamente la form con le informazioni richieste	M	WCAG 2.1 Livello A: 1.3.1, 1.4.1, 2.1.1, 2.5.3, 3.2.1, 3.2.2, 3.3.1, 3.3.2, 4.1.2
	Verificare l'uso corretto delle label per ogni campo di input utilizzando identificativi non ambigui in corrispondenza dell'elemento cui si riferiscono	S	
	Verificare la corretta identificazione degli elementi obbligatori	M	
	Verificare che il colore non sia l'unico mezzo per identificare campi obbligatori o errori	M	
	Verificare che non si verifichino azioni inattese o cambiamenti di contesto	M	

Categoria	Scopo	Tipo	Riferimento
	<ul style="list-style-type: none"> quando un componente riceve il focus (es. la form non deve essere inviata automaticamente) quando l'utente compila un particolare campo della form (seleziona un elemento in un radio button, checkbox, select, compila un campo di testo) 		
	Verificare la presenza di errori chiari che aiutino l'utente a correggersi in corrispondenza del campo che ha dato errore, aiutandosi anche con il colore, ma evitando che sia l'unico mezzo (per esempio usare elementi semantici come strong)	M	
	Verificare che negli elementi che contengono testo o immagini di testo, per i quali è presentata una label, l'attributo name contenga anche il testo che viene presentato visivamente	S	
	Verificare l'uso corretto di fieldset e legend per raggruppare e descrivere elementi della stessa sezione (eventualmente in associazione al ruolo aria-group)	S	
	Verificare che la form sia completamente accessibile e compilabile anche da tastiera	S	
	Verificare che per ogni elemento della form nome, valore e stato siano impostati correttamente e che la notifica sui cambi di stato (es. radio button selezionato) sia resa disponibile ai programmi utente, comprese le tecnologie assistive	S	
	Verificare l'uso dell'attributo di autocompletamento per far suggerire all'utente i dati attesi o fornire input precedenti	S	WCAG 2.1 Livello AA: 1.3.5, 3.3.3, 3.3.4
	Verificare che sia chiaro lo scopo di ogni campo di input (es. username, password)	M	
	Verificare la presenza di suggerimenti per correggere un errore di input fornendo una possibile correzione	M	
	Verificare che nelle pagine che presentano transazioni finanziarie o legali l'utente possa rivedere e correggere le informazioni prima dell'invio definitivo o che sia possibile annullare l'invio	M	
	Verificare che prima di inviare il modulo sia possibile rivedere i dati e correggerli o che sia possibile annullare l'invio	M	WCAG 2.1 Livello AAA: 1.3.6, 3.3.5, 3.3.6
	Verificare che sia chiaro lo scopo di ogni form	M	
	Verificare che siano presenti aiuti contestuali alla compilazione della form (suggerimenti, spelling, formato dati atteso...)	M	

Categoria	Scopo	Tipo	Riferimento
<i>Tabelle</i>	Verificare la progettazione corretta delle tabelle mediante l'uso degli attributi <code>scope</code> , <code>colgroup</code> , <code>col</code> , <code>headers...</code>	S	WCAG 2.1 Livello A: 1.3.1
	Verificare la presenza di una descrizione alla struttura della tabella (ex attributo <code>summary</code> , per esempio usando la <code>caption</code>)	S	
	Verificare che le tabelle si trasformino in maniera elegante in caso di poco spazio	S	Best practice
<i>Tempo di utilizzo</i>	Verificare che l'utente sia notificato della presenza di un contenuto temporizzato e che il tempo di utilizzo limitato possa essere disattivato o esteso	M	WCAG 2.1 Livello A: 2.2.1
	Verificare che non sia presente un limite al tempo di esecuzione/utilizzo	M	WCAG 2.1 Livello AAA: 2.2.3, 2.2.4, 2.2.5, 2.2.6
	Verificare che le interruzioni possano essere rinviate o annullate dall'utente	M	
	Verificare che l'utente possa effettuare una nuova autenticazione dopo una sessione scaduta senza perdita di dati dalla sessione precedente	M	
	Verificare gli utenti siano notificati nel caso in cui un prolungato tempo di inattività provochi una perdita di dati	M	
<i>Testo, comprensione e correttezza</i>	Verificare che il testo sia usato come mezzo principale di esposizione o che sia presente come alternativa per i contenuti non testuali	M	WCAG 2.1 Livello A: 1.1.1, 3.1.1
	Verificare che sia correttamente specificata la lingua principale della pagina (<code>html lang</code>)	S	
	Verificare che sia correttamente specificata la lingua di un elemento quando è diversa dalla lingua principale della pagina (<code>attributo lang</code>)	S	WCAG 2.1 Livello AA: 1.4.4, 1.4.12, 2.4.6, 3.1.2
	Verificare che siano rispettati i seguenti valori minimi nelle regole CSS per il testo: <ul style="list-style-type: none"> • interlinea 1.5 em • spazio tra paragrafi 2 em • spaziatura tra le lettere 0.12 em • spazio tra le parole 0.16 em 	S	
	Verificare che il testo possa essere ingrandito al 200% senza l'uso di tecnologie assistive	S	
	Verificare che intestazioni ed etichette siano significative e consistenti e permettano di identificare una sezione o lo scopo di un componente	M	
	Verificare che siano rispettati i seguenti valori minimi nelle regole CSS per il testo: <ul style="list-style-type: none"> • la larghezza non supera gli 80 caratteri o glifi 	S	WCAG 2.1 Livello AAA: 1.4.8,

Categoria	Scopo	Tipo	Riferimento
	<ul style="list-style-type: none"> il testo non è giustificato l'interlinea è almeno uno spazio e mezzo nei paragrafi e una volta e mezza l'interlinea tra paragrafi 		3.1.3, 3.1.4, 3.1.5, 3.1.6
	Verificare che non siano presenti impedimenti alla personalizzazione dei colori del testo e dello sfondo, applicata per esempio tramite un'apposita estensione	S	
	Verificare che il testo possa essere ridimensionato fino al 200% senza supporto delle tecnologie assistive e senza scroll orizzontale in una finestra a tutto schermo	S	
	Verificare che sia fornita una definizione per parole o frasi usate in modo insolito, espressioni gergali, idiomatiche	M	
	Verificare che sia disponibile un meccanismo per comprendere le abbreviazioni presenti	M	
	Verificare il livello di leggibilità del testo (istruzione elementare, secondaria inferiore, secondaria superiore) secondo gli indici di leggibilità del testo (es. Indice di Gulpease)	S	
	Verificare che se il testo richiede una capacità di lettura più avanzata del livello di istruzione secondaria inferiore, siano disponibili contenuti supplementari per la comprensione o che sia disponibile una versione alternativa più semplice	S	
	Verificare che sia chiara la pronuncia di parole specifiche o altrimenti ambigue	M	
	Verificare la leggibilità del font anche su dispositivi, browser e sistemi operativi diversi	S	Best practice
	Verificare l'uso di elenchi ogni volta che è possibile	S	
	Verificare che sia usata una esposizione chiara del testo in cui sono evidenziate le informazioni importanti	M	
	Verificare che sia stato usato il linguaggio adatto al sito e al target di utenti (registro e termini specifici)	M	
	Verificare la correttezza ortografica e grammaticale (evitare la presenza di typo)	A	
	Verificare la correttezza delle parole straniere e/o tecnico/scientifiche utilizzate	S	
Modalità di input (dispositivi di puntamento, mouse, touch, voce)	Verificare che tutte le operazioni possano essere svolte con un gesto semplice come un singolo tocco o click	M	WCAG 2.1 Livello A: 2.5.1, 2.5.2
	Verificare che sia possibile annullare le operazioni avviate da input accidentali o errati	M	
	Verificare che la dimensione dei controlli sia almeno 44x44 pixel, salvo quando una dimensione inferiore	S	WCAG 2.1 Livello

Categoria	Scopo	Tipo	Riferimento
	permette comunque di abilitare il controllo. Su mobile è sufficiente che una dimensione sia di almeno 44 pixel.		AAA: 2.5.5, 2.5.6
	Verificare che il contenuto non limiti l'uso di diverse modalità di input e che l'utente possa cambiare e usare diverse modalità insieme (es. sia mouse che tastiera)	M	
Azionamento da movimento	Verificare che le operazioni azionate dal movimento (agitare, ruotare...) siano accompagnate da una diversa modalità di input (per esempio un pulsante)	M	WCAG 2.1 Livello A: 2.5.4
	Verificare che sia possibile disabilitare questa modalità per non rischiare di azionare operazioni in modo accidentale	M	
Utilizzare il sito solamente da tastiera	Verificare l'ordine della navigazione e l'attraversamento del contenuto rispetto alla logica della pagina	S	WCAG 2.1 Livello A: 1.3.2, 2.1.1, 2.1.2, 2.1.4, 2.4.1, 2.4.3
	Verificare l'uso corretto del <code>tabindex</code>	S	
	Verificare l'uso corretto di <code>tabindex=0</code> per permettere il focus da tastiera a elementi che normalmente non lo hanno	S	
	Verificare l'uso corretto di <code>tabindex=-1</code> per evitare che un certo elemento riceva il focus da tastiera	S	
	Verificare che il sito sia navigabile utilizzando la sola navigazione da tastiera e che le informazioni siano comunque tutte raggiungibili senza dispositivo di puntamento nell'ordine corretto	S	
	Verificare che tutte le funzionalità offerte tramite componenti interattivi siano utilizzabili usando solo la tastiera	M	
	Verificare che sia possibile spostare e togliere il focus dagli elementi usando solo la tastiera	M	
	Verificare che le eventuali scorciatoie da tastiera impostate possano essere disattivate o rimappate o che siano attive solo quando il focus è sull'elemento per cui esiste la scorciatoia	S	
	Verificare che sia evidente quale elemento ha il focus attivo nella navigazione da tastiera	M	WCAG 2.1 Livello AA: 2.4.7
	Verificare che tutte le funzionalità siano utilizzabili da tastiera senza richiedere tempi specifici di pressione dei tasti	M	WCAG 2.1 Livello AAA: 2.1.3
Ruoli WAI ARIA	Verificare che i ruoli aria usati siano corretti per indicare la funzione di ogni elemento o regione presente nella pagina utilizzando i ruoli aria, quando il markup HTML non è sufficiente (es. assegnare il ruolo <code>search</code> a una form di ricerca, il ruolo <code>login</code> a	S	WCAG 2.1 Livello A: 1.3.1

Categoria	Scopo	Tipo	Riferimento
	form di login, ma assegnare il ruolo <code>navigation</code> a una sezione marcata come <code>nav</code> in HTML5 è ridondante)		
	Verificare che i ruoli siano usati correttamente per comunicare alle tecnologie assistive la presenza di messaggi di stato: <ul style="list-style-type: none"> per il completamento di operazioni (<code>role status</code>) o per la presenza di errori (<code>role alert</code>) o per lo stato di completamento di un processo (<code>role progressbar</code> o <code>log</code>) 	S	WCAG 2.1 Livello AA: 4.1.3
Stati WAI ARIA	Verificare che stati, proprietà e valori che possono essere impostati dall'utente possano essere impostabili da programma	M	WCAG 2.1 Livello A: 4.1.2
	Verificare che le notifiche sui cambi di stato degli elementi siano rese disponibili ai programmi utente, comprese le tecnologie assistive (es. un menu a tendina è stato aperto o una <code>checkbox</code> selezionata)	M	
	Verificare l'uso corretto degli stati ARIA per evidenziare gli stati degli elementi nella pagina (es. elementi disabilitati)	S	Best practice
Proprietà WAI ARIA	Verificare che stati, proprietà e valori che possono essere impostati dall'utente possano essere impostabili da programma	M	WCAG 2.1 Livello A: 4.1.2, 2.5.3
	Verificare che il testo dell'etichetta visibile di un componente sia incluso nel suo nome accessibile (cioè il nome letto dalle tecnologie assistive, per esempio <code>aria-label</code>)	S	
	Verificare l'uso corretto delle proprietà ARIA per evidenziare le caratteristiche degli elementi nella pagina (es. elementi obbligatori in una form)	S	Best practice
Aiuti alla navigazione	Verificare la presenza di aiuti alla navigazione che permettano di saltare a diversi blocchi di contenuti (torna su, salta al contenuto principale, ecc.)	S	WCAG 2.1 Livello A: 2.4.1, 3.3.1
	Verificare la presenza di aiuti all'identificazione degli errori di input	M	
	Verificare la presenza di suggerimenti per la correzione degli errori	M	WCAG 2.1 Livello AA: 3.3.3
	Verificare la presenza di aiuti alla compilazione di form o altre forme input o all'utilizzo di funzionalità (suggerimenti, placeholder, spelling, formato dati, assistente virtuale, ecc.)	M	WCAG 2.1 Livello AAA: 3.3.5
Sovraccarico cognitivo	Verificare che non siano presenti troppe informazioni in una pagina	M	Best practice

Categoria	Scopo	Tipo	Riferimento
	Verificare che sia usato un layout semplice, chiaro e intuitivo (non più di tre colonne)	M	
	Verificare la presenza della tecnica di divulgazione progressiva per non sovraccaricare l'utente di informazioni	M	
Disorientamento	Verificare che la struttura e l'ordine delle informazioni sia chiaro	M	WCAG 2.1 Livello A: 1.3.1, 1.3.2, 1.3.3, 2.4.2, 2.4.3, 2.4.4, 3.2.1, 3.2.2
	Verificare che le informazioni fornite per operare sul contenuto non si basino unicamente su caratteristiche sensoriali (colore, forma, posizione, ecc.)	M	
	Verificare l'uso corretto del tag title per descrivere e distinguere le pagine e che sia rispettata la convenzione per cui il titolo deve essere dal particolare al generale (se il titolo viene tagliato l'utente comunque conosce la pagina specifica su cui si trova)	S	
	Verificare che sia chiaro lo scopo dei collegamenti nel contesto in cui sono inseriti	M	
	Verificare che l'ordine con cui viene dato il focus nella navigazione da tastiera sia coerente e corretto	S	
	Verificare che non si verifichino azioni inaspettate o cambi di contesto inattesi quando un elemento riceve il focus o riceve l'input dell'utente	M	
	Verificare che elementi ricorrenti nel sito (menu, casella di ricerca, login, registrazione, account, aiuti contestuali, salta al contenuto, torna su, ecc.) siano disposti sempre nella stessa posizione e con lo stesso ordine	M	WCAG 2.1 Livello AA: 2.4.5, 3.2.3, 3.2.4
	Verificare che elementi ricorrenti che rappresentano la stessa funzionalità siano presentati in modo coerente e consistente in tutto il sito (per esempio i link che rispettino la colorazione secondo una convenzione interna)	M	
	Verificare che siano disponibili diverse modalità per individuare una pagina web (table of content, mappa del sito, funzionalità di ricerca, elenco dei link alle pagine del sito)	M	
	Verificare che da ogni pagina sia possibile tornare all'homepage	M	
	Verificare che sia presente la posizione dell'utente all'interno di un insieme di pagine, per esempio usando il breadcrumb	M	WCAG 2.1 Livello AAA: 1.3.6, 2.4.8, 2.4.10, 3.2.5
	Verificare che tutti i cambiamenti di contesto siano attivati dall'utente o che sia possibile disattivarli	M	

Categoria	Scopo	Tipo	Riferimento
	Verificare che per l'utente sia chiaro il ruolo di ogni sezione della pagina (come effettuare il login, registrazione, come navigare i contenuti, ecc.)	M	
	Verificare la presenza di una pagina 404 che aiuti l'utente a proseguire la navigazione	M	Best practice

Tabella 4-4 - Test per la verifica tecnica

4.3.2 Test per la verifica soggettiva

Per rispondere all'esigenza espressa dalla normativa italiana di eseguire, per quanto possibile, anche una verifica soggettiva di accessibilità, sono stati definiti 20 test il cui scopo è presentato nella Tabella 4-5. La verifica soggettiva richiede per la sua esecuzione la disponibilità di diverse tipologie di dispositivi e la presenza di soggetti rappresentativi dell'utenza del sito web; affinché la valutazione sia veramente significativa, il gruppo di lavoro deve inoltre comprendere persone che nella navigazione quotidiana fanno uso di tecnologie assistive. L'obiettivo di questo tipo di verifica è valutare l'accessibilità del sito in termini di adattamento a diversi contesti d'uso e modalità di interazione, ponendo principalmente l'attenzione alle situazioni in cui l'utente si trova in una condizione di svantaggio tecnologico o fisico.

Test	Scopo
<i>Browser e sistemi operativi diversi</i>	Verificare che il sito sia visualizzato correttamente su browser e sistemi operativi diversi
	Verificare che il layout abbia una trasformazione elegante sui diversi browser e sistemi operativi
	Verificare che non si crei disorientamento in caso di diversa visualizzazione
	Verificare che non si creino conflitti di presentazione, che impediscano la corretta comprensione del contenuto, dovuti alle impostazioni di default del browser utilizzato
	Condurre un sottoinsieme dei test della verifica tecnica su browser e sistemi operativi diversi
<i>Utilizzare dispositivi diversi (smartphone, tablet, laptop, pc desktop) con diverse dimensioni e risoluzioni degli schermi</i>	Verificare che non sia limitata la possibilità di scegliere l'orientamento della pagina
	Verificare che non si verifichi lo scroll orizzontale
	Verificare che il sito abbia una trasformazione elegante sui diversi dispositivi
	Verificare che non si presentino sovrapposizioni di contenuto
	Verificare che il sito mantenga la facilità di navigazione e reperibilità delle informazioni anche su schermi molto piccoli
	Condurre un sottoinsieme dei test della verifica tecnica su diversi dispositivi
	Verificare che il sito sia navigabile e comprensibile

Test	Scopo
Utilizzare uno screen-reader	Verificare che sia possibile raggiungere l'informazione cercata a diversi livelli di profondità
	Verificare che tutti i link siano raggiungibili e correttamente etichettati
	Verificare che la sezione di navigazione (menu) sia subito raggiunta
	Verificare che sia presente l'aiuto contestuale per passare subito al contenuto principale
	Verificare che i contenuti non testuali abbiano un'alternativa o una descrizione testuale che porti le stesse informazioni
Utilizzare un software/plugin per ipovedenti (magnifier)	Verificare che il contenuto sia navigabile e comprensibile anche per persone con diversi livelli di disabilità visiva, con campo visivo più o meno ristretto (es. maculopatia)
	Verificare che il layout agevoli la visualizzazione del contenuto e la performance delle funzionalità del sito da parte di queste persone
Utilizzare diversi dispositivi di input/output (es. eye tracker, braille display) e/o tecnologie assistive	Verificare l'utilizzo del sito da parte di persone che utilizzano dispositivi non convenzionali per la navigazione del web

Tabella 4-5 - Test per la verifica soggettiva

4.3.3 Conclusioni

La valutazione di accessibilità di un sito è un processo importante perché richiede di porre attenzione a molteplici aspetti, corrispondenti alle esigenze di una diversificata platea di utenti che possono utilizzare il sito web da un'ampia gamma di dispositivi, in situazioni e contesti diversi. Come illustrato nella sezione 4.2 esistono però una gran quantità di strumenti che permettono di eseguire verifiche di accessibilità automatiche di singole pagine web o di interi siti e che prendono la forma di applicazioni desktop, applicazioni web o estensioni per il browser. I browser moderni, inoltre, tra gli strumenti per gli sviluppatori rendono disponibili alcune funzionalità di verifica dell'accessibilità. L'accessibilità web ha una forte componente umana e la sua valutazione è nella maggior parte dei casi legata alla facilità di comprensione e navigazione dei contenuti. Per questo motivo, una verifica solo automatica senza la valutazione di una persona non può dirsi esaustiva, specialmente nel caso delle verifiche soggettive presentate nella sezione 4.3.2.

Per quanto riguarda i test per la verifica tecnica presentati nella sezione 4.3.1, quelli classificati come completamente automatici riguardano principalmente verifiche legate alla validazione dei sorgenti rispetto agli standard web, al controllo ortografico e alla presenza di link rotti, ma costituiscono solo una minima percentuale delle verifiche di accessibilità; rispetto alla totalità dei test, le verifiche automatiche rappresentano il 4% (Figura 4-3) e la percentuale scende al 2% se si considerano solo i test che verificano la

conformità alla normativa AGID (Figura 4-4). Nella maggior parte dei casi invece, per quanto esistano strumenti che permettono di evidenziare la presenza di problemi di accessibilità, è fondamentale l'intervento dello sviluppatore. La percentuale di test che possono essere condotti tramite verifica semiautomatica sono il 40% del totale e il 43% dei test con riferimento la normativa AGID (rispettivamente Figura 4-3 e Figura 4-4). La revisione umana è importante per capire l'effettiva necessità di una correzione e per valutare quale sia l'intervento più adatto, consultando di volta in volta i documenti tecnici legati agli standard web. Per esempio, in un sito di notizie potrebbe essere presente più volte la stessa ancora di un link “leggi” e molti tool per la verifica di accessibilità sono in grado di rilevare questa problematica. Tuttavia, visivamente è chiaro all'utente quale sarà la notizia che viene approfondita, mentre il link risulta ambiguo se letto all'interno di un gruppo di link da parte di uno screen reader. In questo caso non è necessario modificare l'ancora “leggi”, ma è sufficiente che per le tecnologie assistive sia disponibile un'etichetta che integri o sostituisca il testo dell'ancora in modo da renderlo maggiormente esplicativo. Non sempre però gli strumenti automatici sono in grado di rilevare la presenza di questo accorgimento e allo stesso tempo solo una revisione umana può giudicare se l'alternativa presentata alle tecnologie assistive è sufficientemente chiara. La preponderanza dei test manuali rispetto a quelli che possono essere condotti con l'ausilio di strumenti automatici (56% del totale e 55% dei test AGID, Figura 4-3 e Figura 4-4) è dovuta al fatto che questo tipo di test sono principalmente legati a prove di interazione e navigazione tra i componenti di una pagina e allo stato attuale non sono ancora disponibili strumenti che riescano ad automatizzare lo svolgimento di determinate operazioni e valutarne i risultati.

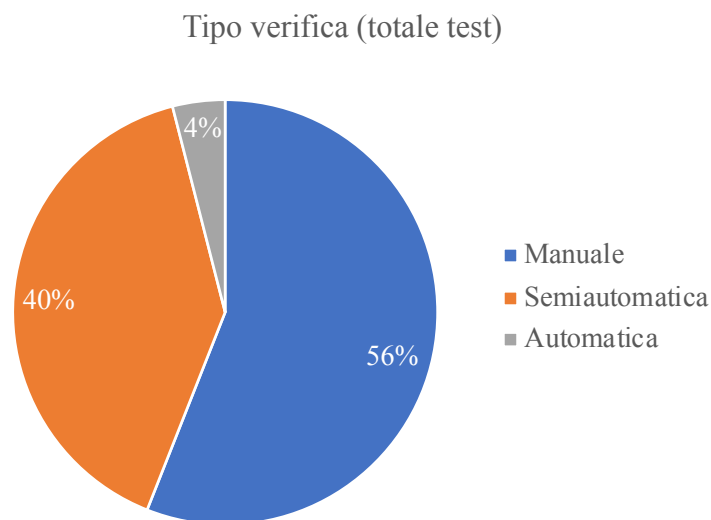


Figura 4-3 - Suddivisione percentuale tipo di verifica

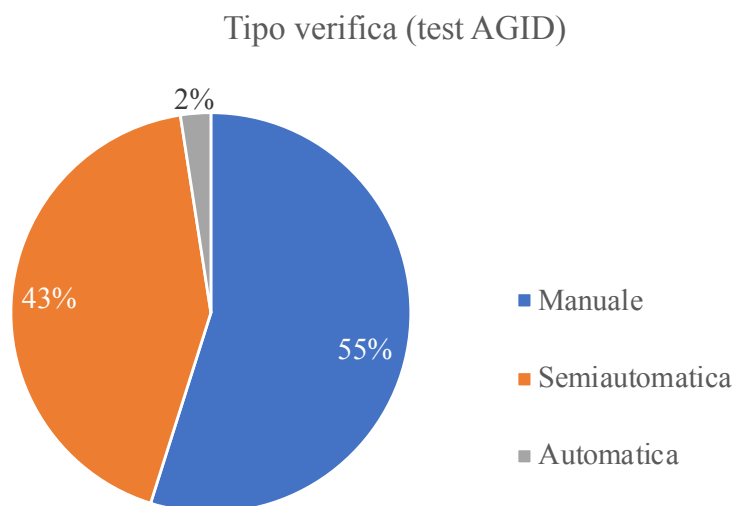


Figura 4-4 - Suddivisione percentuale tipo di verifica per test AGID

Sebbene il numero di test manuali sia superiore rispetto al numero di test automatizzabili, senza la possibilità di usare strumenti automatici i tempi per la verifica di accessibilità diventerebbero notevolmente più lunghi e la valutazione sarebbe soggetta a un maggior rischio di errore umano. Il fatto che i tool riescano a comunicare non solo la presenza di un problema, ma anche a indicare chiaramente l'elemento su cui è presente l'errore, permette allo sviluppatore di concentrarsi sui componenti problematici evitando una lunga revisione manuale di tutto il codice della pagina. Per esempio, nel caso di ancore di link ripetute è molto più veloce focalizzare l'attenzione direttamente sui link segnalati dallo strumento che non andare a rivedere nel codice della pagina tutte le ancore di link utilizzate.

Dall'analisi dei tool presentati nella sezione 4.2 è emerso, inoltre, che nessuno di essi è in grado da solo di coprire la totalità dei test automatici e semiautomatici. Gli strumenti più completi riescono a coprire una percentuale di test pari circa al 20% dei test totali, corrispondenti alla metà dei test automatici e semiautomatici individuati. In alcuni casi ciò è dovuto al fatto che gli strumenti sono stati realizzati concentrando l'attenzione su un singolo aspetto, quali l'uso del colore, la leggibilità del testo o la visualizzazione in modalità responsive del sito web. Questi tool sono però fondamentali per andare a completare gli altri strumenti che offrono un maggior numero di funzionalità, legate principalmente ai punti di controllo delle WCAG, ma che lasciano scoperti proprio questi particolari aspetti. Tuttavia, l'integrazione di strumenti diversi per la verifica di accessibilità dà garanzia di risultati migliori, in quanto talvolta anche gli strumenti possono fornire indicazioni errate. Usando diversi strumenti si riesce quindi a coprire la totalità dei test semiautomatici ed automatici ed ottenere allo stesso tempo un controllo incrociato delle segnalazioni dei diversi verificatori automatici.

Tool		Tool	
Nome	ID	Nome	ID
Strumenti per lo sviluppatore Safari	ID1	Wave	ID13
Strumenti per lo sviluppatore Chrome	ID2	SortSite	ID14
Strumenti per lo sviluppatore Firefox	ID3	Website accessibility testing	ID15
Web developer toolbar	ID4	Constrast checker	ID16
Axe Developer tools	ID5	Who can use	ID17
Silktide	ID6	Check my colours	ID18
Accessibility Insights for Web	ID7	W3C markup validator	ID19
Arc toolkit	ID8	W3C CSS validator	ID20
Responsive web device tester	ID9	Mauve	ID21
Spectrum	ID10	Gulpease - Farfalla project	ID22
Siteimprove	ID11	Gulpease - Andrea Pacchiarotti	ID23
Total validator	ID12	Gulpease - Linkomm	ID24
		Analizzatore di leggibilità	ID25

Figura 4-5 - Tool utilizzabili per verifiche automatiche o semiautomatiche

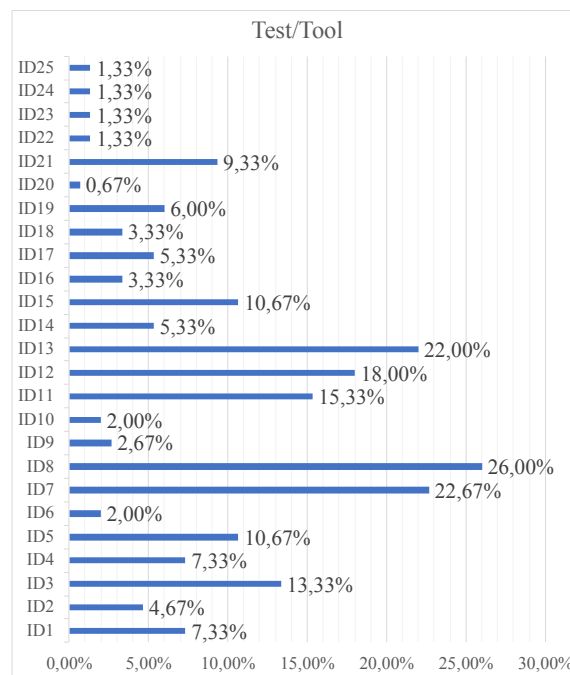


Figura 4-6 - Percentuale di test eseguibili con un dato tool sulla totalità dei test

Il risultato ideale sarebbe avere a disposizione non solo uno strumento che riesca a svolgere tutti i test automatici e semiautomatici, ma anche raggiungere una maturità tecnologica che permetta di automatizzare completamente il processo di valutazione dell'accessibilità. In molti casi però si tratta di un risultato ambizioso, che richiede la realizzazione di intelligenze artificiali molto sviluppate che riescano ad avere la stessa sensibilità dell'uomo nella valutazione e comprensione dei testi scritti.

Per quanto riguarda gli aspetti analizzati dai test semiautomatici, presentati nel grafico in Figura 4-7, la revisione da parte dello sviluppatore è dovuta nella maggior parte dei casi alla necessità di assicurarsi che la problematica sottolineata dallo strumento non sia in realtà un falso positivo oppure per verificare che la soluzione suggerita sia coerente con quanto si voleva trasmettere: sono questi i casi in cui rientrano gli aspetti di verifica della struttura del codice e del controllo ortografico specifico per parole scientifiche/tecniche. Sempre per controllare che l'esito comunicato dallo strumento sia corretto, per alcuni test

è richiesto che si interagisca direttamente con il sito, attraverso la navigazione da tastiera, la compilazione di campi di input, l'applicazione di personalizzazioni a font e colori, la visualizzazione del sito su dispositivi e in ambienti diversi o per verificare che a cambi di stati e contesti corrisponda una corretta comunicazione all'utente, tramite anche le tecnologie assistive.

Va sottolineato che l'aspetto della rilevazione della lingua, potrebbe in realtà facilmente diventare una verifica automatica; sarebbe sufficiente uno strumento che integri la capacità di riconoscimento della lingua del testo, funzionalità già ampiamente offerta nel caso dei traduttori online, con l'analisi del sorgente della pagina per verificare la presenza e la corretta assegnazione del valore all'attributo `lang`. Anche l'enfasi del testo potrebbe essere maggiormente automatizzata e non limitarsi alla rilevazione dell'uso di elementi come `strong` o `em` nel codice della pagina, lasciando però allo sviluppatore il compito di controllare se il loro utilizzo è corretto; per esempio potrebbe essere effettuato un controllo incrociato rispetto alle keyword indicate nei `metatag` della pagina.

In tutti gli altri casi gli strumenti sono solo in grado di riconoscere la presenza/assenza di alcuni elementi (alternative alle immagini, `caption` per video e tabelle, ancore di link, intestazioni, ecc.), ma solo il giudizio di una persona può riconoscere se le componenti testuali possano risultare ambigue o poco chiare o se la difficoltà di lettura del testo sia adeguata al target del sito. Allo stesso modo è necessaria la capacità logica dell'uomo per giudicare se l'ordine, le correlazioni e il raggruppamento di alcune informazioni è corretto e viene trasmesso correttamente all'utente in tutte le situazioni, comprese quelle in cui siano utilizzate le tecnologie assistive.

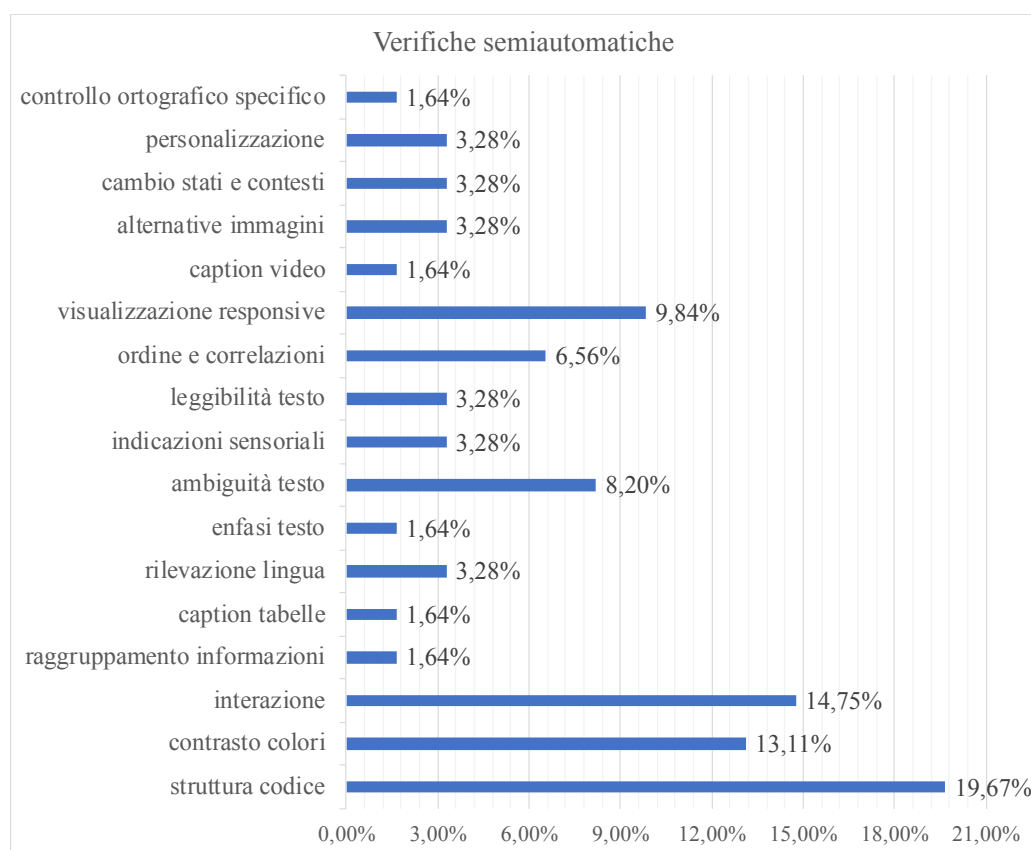


Figura 4-7 - Aspetti valutati dalla verifica semiautomatica/percentuale di test

Per quanto riguarda le verifiche manuali, i cui aspetti sono delineati in Figura 4-8, è emerso che per la valutazione dell'utilizzo di alcuni elementi della struttura del codice non è ancora disponibile uno strumento adeguato. Alcune valutazioni che potrebbero essere promosse a test semiautomatici, se non automatici, sono quelle che analizzano la separazione del codice per la definizione di struttura, presentazione e comportamento in file distinti, la presenza di alternative ai media temporizzati come i sottotitoli, la presenza di sottofondo in media contenenti audio, la presenza di elementi lampeggianti e l'identificazione della funzionalità di ricerca (identificata tramite il ruolo ARIA `search`) o di pagine contenenti la tabella dei contenuti o la mappa del sito. Per tutti gli altri aspetti, ciò che si desidera valutare è invece la comprensione delle informazioni da parte dell'utente, sia a livello di presentazione visiva che testuale, e la possibilità di interagire e controllare ogni componente interattivo della pagina con modalità diverse. Come sottolineato per le verifiche semiautomatiche, in questi casi è quindi necessaria la sensibilità dell'utente che utilizza il sito e verifica l'assenza di situazioni disorientanti o difficoltà di comprensione delle informazioni e delle funzionalità.

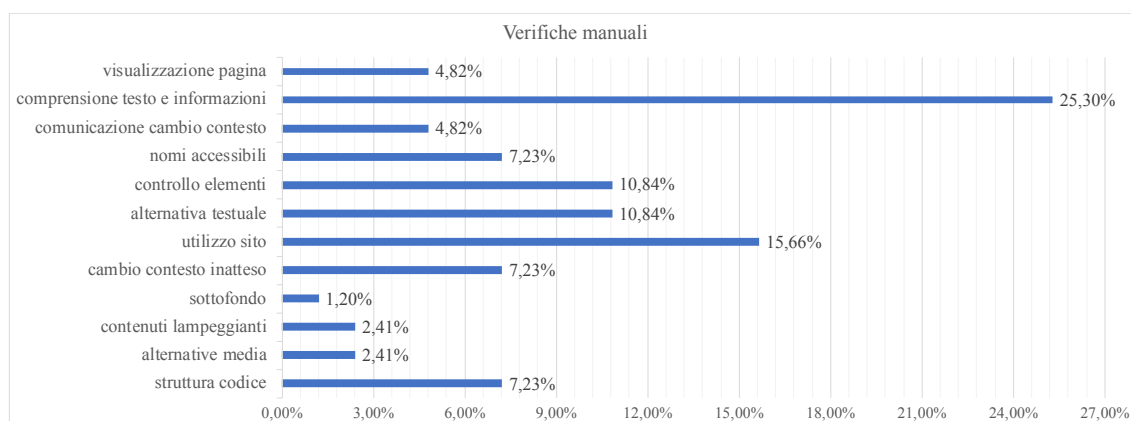


Figura 4-8 - Aspetti valutati dalla verifica manuale/percentuale di test

Lo scopo di includere alcuni aspetti sia nelle verifiche semiautomatiche che manuali è quello di eseguire una valutazione approfondita dello stesso aspetto sotto punti di vista differenti. Per esempio, le verifiche appartenenti alla categoria *Disorientamento* sono per la maggior parte classificate come manuali, perché il loro obiettivo è analizzare la comprensione delle informazioni, della logica e delle correlazioni tra le stesse da parte dell'utente. Uno dei test che viene ripetuto è la verifica dell'attraversamento della pagina nella navigazione da tastiera: dal punto di vista della categoria *Tastiera* (test semiautomatico), lo scopo del test è verificare che tutti i componenti interattivi siano correttamente raggiungibili, mentre dal punto di vista del *Disorientamento* si desidera giudicare se l'ordine dell'attraversamento dei componenti sia coerente con la logica della pagina. Il messaggio che si desidera trasmettere è che il processo di valutazione dell'accessibilità web deve porre al centro gli utenti finali; gli sviluppatori devono quindi rispettare le specifiche tecniche, interrogandosi nella loro implementazione su quali siano i risultati di volta in volta presentati all'utente e se questo sia messo nelle condizioni di interagire e comprendere le informazioni presenti nel sito in ogni situazione o contesto.

5 Caso di studio: sito web del Dipartimento di Matematica – Università degli Studi di Padova

5.1 Descrizione

L'Università degli Studi di Padova in qualità di istituzione pubblica ha l'obbligo di rispettare le normative vigenti in materia di accessibilità web; tutti i suoi siti web devono pertanto risultare conformi ai requisiti elencati nelle Linee guida dell'AGID. Al fine di verificare la validità dei test presentati nella sezione 4.3 è stata pertanto condotta una analisi di accessibilità del sito web del Dipartimento di Matematica, il quale ha affrontato negli ultimi mesi un processo di rinnovamento al fine di risultare conforme alle ultime normative promulgate. Il sito web del Dipartimento di Matematica è di notevoli dimensioni, dell'ordine di centinaia di pagine: la sua funzione è infatti guidare gli utenti tra le attività di didattica e ricerca, oltre che ad offrire informazioni di carattere generale sul dipartimento e sui servizi offerti. Le aree principali del sito sono:

- informazioni sul dipartimento e sul personale;
- offerta didattica;
- opportunità di ricerca, bandi, concorsi e seminari;
- servizi offerti;
- news.

I destinatari del sito sono principalmente studenti, docenti, ricercatori e personale appartenenti al Dipartimento di Matematica dell'Università di Padova, ma anche persone appartenenti a altri Dipartimenti o Università che hanno interesse nelle attività offerte dal Dipartimento di Matematica. Inoltre, i destinatari possono essere studenti delle scuole superiori che cercano maggiori informazioni sui corsi di laurea e sui servizi offerti dall'Ateneo.

5.1.1 Architettura del sito

Il sito è stato sviluppato a partire da un'istanza del CMS (content management system) Wordpress³⁰ opportunamente personalizzata per aderire alle esigenze del Dipartimento e per conformare il tema a quello del sito web di Ateneo. A partire dai due tipi di contenuti

³⁰ Indirizzo ufficiale Wordpress: <https://it.wordpress.com>

di base offerti da Wordpress, pagine e post, sono stati sviluppati nuovi tipi di contenuti per rispondere alle necessità del sito; tra questi troviamo le notizie, i `banner` e i caroselli presenti in homepage. Le pagine del sito presentano una struttura comune ed è stato quindi utilizzato un sistema di templating che permettesse di raccogliere la gestione delle componenti presenti in tutte le pagine o in una parte di esse; per esempio `header`, menu principale e `footer` sono parti presenti allo stesso modo in tutte le pagine, mentre il menu laterale dipende dalla sezione di appartenenza di una pagina. Le tipologie di pagine che sono state individuate sono le seguenti:

- homepage;
- pagine di primo livello (es. pagina dipartimento con link alle varie sottosezioni della sezione dipartimento);
- pagine intermedie e foglia con menu locale (es. pagine delle sottosezioni al menu dipartimento hanno nel menu laterale solo le voci del menu dipartimento);
- pagine foglia con menu globale (es. pagina social e multimedia ha nel menu laterale il menu globale);
- pagine relative a persone;
- pagine che mostrano un elenco di notizie;
- pagina relativa a una singola notizia.

L'utilizzo del sistema di templating permette di ridurre consistentemente i tempi di gestione delle pagine del sito, in quanto a fronte di una modifica apportata a una delle sette tipologie di pagine presentate nell'elenco precedente, si va a intervenire in realtà in un'ampia porzione del sito.

Per quanto riguarda i contenuti principali, questi sono prevalentemente inseriti direttamente nelle pagine attraverso l'interfaccia di amministrazione di Wordpress, utilizzando l'editor HTML oppure di testo. In altri casi, quando le pagine rappresentano una raccolta di link questi vengono inseriti tramite appositi `shortcode`, piccole parti di codice parametrizzate, che garantiscono che la pagina resti aggiornata in caso di modifica dei link cui fa riferimento. Le informazioni che riguardano le persone o gli ambiti di ricerca vengono invece recuperate da alcuni database appositi. Per esempio, l'Ateneo dispone di un database in cui sono memorizzati tutti i propri ricercatori e ad ognuno sono associati i propri ambiti di ricerca. In queste situazioni, le pagine web eseguono richieste ai database di interesse e restituiscono porzioni di codice HTML che vengono opportunamente interpretate dal sistema di templating che costruisce le pagine finali. In questo modo vi è la garanzia che le informazioni presentate siano sempre aggiornate: per esempio quando un ricercatore si trasferisce in un'altra Università verrà rimosso dal database e non comparirà più tra le persone che si occupano di un determinato ambito di ricerca.

L'organizzazione del sito risulta complessa in quanto raccoglie una gran quantità di informazioni di diverso tipo che necessitano di un sistema di gestione adeguato. Considerate le dimensioni del sito e la gran quantità di contenuti dinamici che possiede, si è deciso di implementare un'architettura basata su due server: uno interno in cui viene costruito il sito dinamico sfruttando le funzionalità di Wordpress e uno esterno, accessibile dagli utenti, dove viene caricata una copia statica del sito, riducendone i tempi di caricamento. Tutte le pagine create nel server interno vengono trasformate in pagine statiche attraverso uno script apposito, azionato ogni notte, che ne sostituisce i link e riferimenti rendendoli relativi alla homepage e tutte le risorse (HTML, CSS, script, immagini) vengono infine copiate nel server esterno sostituendo la copia del giorno precedente. Questa scelta architetture non è dettata solo da un fattore legato alle tempistiche di risposta del sito, ma anche a problemi legati alla sicurezza rispetto a eventuali intrusioni dall'esterno. La comunicazione tra i due server in uso avviene solo dal server interno verso il server esterno; in questo modo, in caso di attacco al server esterno, non è possibile l'accesso al server interno e sarebbe sufficiente avviare lo script di creazione delle pagine statiche e caricare la nuova copia sul server esterno per rendere nuovamente disponibile il sito.

5.2 Definizione del campione

Il campione delle pagine da analizzare è stato definito, per quanto possibile, a partire dalle indicazioni contenute nelle Linee guida AGID, riportate nell'Appendice D. In particolare, non tutte le pagine sottoposte a valutazione da parte dell'AGID erano disponibili al momento della definizione del campione: per esempio, la mappa del sito è stata aggiunta in seguito alle osservazioni emerse dalla verifica di accessibilità. In altri casi, data la natura del sito web, appartenente al Dipartimento di Matematica, ma facente capo all'organizzazione Università degli Studi di Padova, alcune pagine web è corretto che siano presenti solo nel sito web principale dell'organizzazione, come nel caso della pagina principale della pubblicità legale. Inoltre, si è deciso di limitare l'analisi ai soli contenuti web e non anche ai documenti scaricabili. In totale, il campione è costituito da 39 pagine, elencate in Tabella 5-1, le quali permettono di sottoporre a verifica tutti i template di base sviluppati.

ID	Pagina	Link
<i>P1</i>	Home page	https://www.math.unipd.it
<i>P2</i>	Dipartimento	https://www.math.unipd.it/dipartimento/
<i>P3</i>	Sedi e strutture	https://www.math.unipd.it/dipartimento/sedi-e-strutture/
<i>P4</i>	Aule e laboratori	https://www.math.unipd.it/dipartimento/aule-e-laboratori/
<i>P5</i>	Servizio calcolo	https://www.math.unipd.it/dipartimento/uffici/servizio-calcolo/
<i>P6</i>	Segreterie	https://www.math.unipd.it/dipartimento/uffici/segreterie/
<i>P7</i>	Organi collegiali	https://www.math.unipd.it/dipartimento/organi-collegiali/

P8	Calendario riunioni	https://www.math.unipd.it/dipartimento/organicollegiali/consiglio-di-dipartimento/calendario-riunioni-consiglio-di-dipartimento/
P9	Contatti	https://www.math.unipd.it/dipartimento/persone/
P10	Presentazione	https://www.math.unipd.it/dipartimento/presentazione/
P11	Amministrazione trasparente	https://www.math.unipd.it/dipartimento/amministrazione-trasparente/
P12	Ombretta Gaggi	https://www.math.unipd.it/dipartimento/persone/ombretta_gaggi.html
P13	Didattica	https://www.math.unipd.it/didattica/
P14	Formazione insegnanti e PLS	https://www.math.unipd.it/didattica/formazione-insegnanti-e-piano-lauree-scientifiche/
P15	Corsi di laurea	https://www.math.unipd.it/didattica/corsi-di-laurea/
P16	Dottorati di ricerca	https://www.math.unipd.it/didattica/dottorati-di-ricerca/
P17	Formazione 24 CFU	https://www.math.unipd.it/didattica/formazione-dei-futuri-insegnanti-24-cfu/
P18	Ricerca	https://www.math.unipd.it/ricerca/
P19	Aree di ricerca	https://www.math.unipd.it/en/research/research-areas/
P20	Artificial Intelligence	https://www.math.unipd.it/en/research/research-areas/computer-science/artificial-intelligence/
P21	Mathematics	https://www.math.unipd.it/en/research/research-areas/mathematics/
P22	Mathematical physics and dynamical systems	https://www.math.unipd.it/en/research/research-areas/mathematics/mathematical-physics-and-dynamical-systems/
P23	Convegni e scuole	https://www.math.unipd.it/ricerca/convegni-e-scuole/
P24	Bandi e concorsi	https://www.math.unipd.it/ricerca/bandi-e-concorsi/
P25	Seminari e colloquia	https://www.math.unipd.it/ricerca/seminari-e-colloquia/
P26	Qualità ricerca	https://www.math.unipd.it/ricerca/qualita-della-ricerca/
P27	News	https://www.math.unipd.it/news/tutte/
P28	News 1	https://www.math.unipd.it/news/fase-2-emergenza-covid19/
P29	News 2	https://www.math.unipd.it/news/bando-n-9-2020-assegno-a-dal-titolo-formulazioni-estese-dal-punto-di-vista-algoritmico-extended-formulations-from-an-algorithmic-perspective-resp-scient-prof-marco-di-summa/
P30	News 3	https://www.math.unipd.it/news/maximal-regularity-for-viscous-hamilton-jacobi-equations/

P31	News 4	https://www.math.unipd.it/news/terza-missione-innovazione-e-cultura-pari-opportunita/
P32	International area	https://www.math.unipd.it/en/international-area/
P33	Informazioni sul sito	https://www.math.unipd.it/informazioni-sul-sito/
P34	Social e multimedia	https://www.math.unipd.it/social-e-multimedia/
P35	Servizi	https://www.math.unipd.it/servizi/
P36	Link utili	https://www.math.unipd.it/servizi/link-utili/
P37	Area riservata	N/A
P38	Area riservata – Mappe	N/A
P39	Area riservata – Logo dipartimento	N/A

Tabella 5-1- Campione pagine

5.3 Strumenti e dispositivi utilizzati

L'utilizzo di diversi strumenti automatici di verifica dell'accessibilità web ha permesso di ridurre ampiamente il tempo necessario alla valutazione. Inizialmente sono state eseguite diverse prove per individuare gli strumenti più funzionali tra quelli presentati nella sezione 4.2, motivo per cui le ore della prima verifica risultano piuttosto consistenti. La scelta è infine ricaduta su 2 strumenti principali: Arc toolkit, utilizzato come estensione per Google Chrome, e WAVE, utilizzato come estensione per Mozilla Firefox. Incrociando i risultati ottenuti da questi due strumenti è stato possibile scremare gli errori e le segnalazioni a diversi livelli e provare allo stesso tempo il sito su browser diversi. Tutti i file HTML e CSS sono stati inoltre validati utilizzando i validatori ufficiali del W3C, per verificarne la conformità allo standard sulle piattaforme ufficiali, almeno la prima volta. Per la seconda e terza verifica è stato invece fatto uso di Total Validator, programma molto completo che ha permesso di velocizzare il processo di validazione dei file HTML e CSS.

La leggibilità dei testi è stata valutata utilizzando il tool offerto dal Farfalla project basato sull'indice di Gulpease, mentre per offrire una soluzione al problema legato ai colori del sito è stata usata la piattaforma Who can use.

Infine, per valutare la trasformazione del sito in ambienti e su dispositivi diversi o per valutare i contenuti privi di foglio di stile sono state sfruttate sia le funzionalità offerte agli sviluppatori da parte dei browser Safari, Chrome e Firefox che dispositivi fisici, elencati in Tabella 5-2.

Modello	S.O. (versione)	Schermo	Browser (versione)
MacBook Pro	macOS Catalina (10.15)	15.4''	Safari (13), Firefox (76), Chrome (83)
Laptop Asus	Windows 10 Home (1903)	13.3''	Chrome (83)
Laptop Acer	Windows 10 Home (1903)	15.6''	Microsoft Edge (44), Chrome (81), Firefox (76), Internet Explorer (11), Opera (65)
iPhone SE	iOS 13.1.3	4''	Safari (13)
iPad Air 2	iPad OS 13.4.1	9.7''	Safari (13)
Huawei MediaPad M3 Lite10	EMUI 5.1.2, Android 7.0	10''	Chrome (83)
Huawei P8 Lite	EMUI 4.1.3, Android 6.0	5''	Chrome (83)

Tabella 5-2 - Elenco dispositivi

5.4 Verifica di accessibilità

La verifica di accessibilità è stata condotta valutando, per ognuna delle 39 pagine del campione individuato nella sezione 5.2, l'esito dei test definiti nella sezione 4.3.1. Nel periodo 26/05/2020 – 26/06/2020 sono state eseguite 3 valutazioni:

- la prima svolta nel periodo 26/05/2020 – 04/06/2020 ha richiesto 46 ore di lavoro in quanto è stata dedicata anche alla prova degli strumenti automatici di valutazione dell'accessibilità in modo da individuare quelli maggiormente performanti;
- il periodo 5/06/2020 – 20/06/2020 è stato invece dedicato ad attività di correzione e adeguamento del sito alle normative, oltre che all'individuazione di soluzioni progettuali nella presentazione dei contenuti;
- la seconda valutazione è stata svolta nei giorni 22/06/2020 – 23/06/2020 per un totale di 9 ore, cui è seguita una giornata di lavoro per la correzione dei problemi di validazione del sito;
- l'ultima valutazione ha richiesto 8 ore di lavoro ed è stata completata il 26/06/2020, data cui corrisponde la valutazione di accessibilità in seguito illustrata.

Il lavoro è stato svolto in collaborazione con il dott. Luca Cappello, responsabile dello sviluppo e mantenimento del sito web del Dipartimento, consultandoci con l'Ufficio comunicazione di Ateneo. Il dott. Cappello si è inoltre occupato di applicare le soluzioni

suggerite per l'adeguamento normativo di template e pagine risultate non conformi in seguito all'applicazione dei test di accessibilità.

Gli errori rilevati sono stati classificati in 5 livelli di priorità sulla base della fonte di riferimento da cui era stato definito il test, come presentato in Tabella 5-3. Tutti gli errori rilevati appartenenti ai livelli di priorità 1 e 2 sono legati alla normativa AGID e pertanto devono essere risolti per risultare conformi alla normativa. La differenza tra i livelli 1 e 2 è rappresentata dal fatto che nel primo caso i problemi sono principalmente legati alla validazione delle pagine o alla navigazione del sito tramite diversi dispositivi, mentre nel secondo sono problemi di comprensione dei contenuti individuati dagli strumenti di supporto; spesso però i problemi di comprensione possono rivelarsi come falsi positivi a seguito di una ulteriore valutazione da parte dello sviluppatore che è in grado di comprendere cosa viene comunicato agli utenti tramite le tecnologie assistive.

Livello di priorità	Esito e riferimento	Descrizione estesa
1	Errore bloccante con riferimento WCAG 2.1 livello A o AA	Problema grave di accessibilità che compromette la conformità allo standard e alla normativa AGID.
2	Warning con riferimento WCAG 2.1 livello A o AA	Rilevante problema di accessibilità che può compromettere la conformità allo standard e alla normativa AGID, ma che richiede una valutazione da parte dell'operatore.
3	Warning con riferimento WCAG 2.1 livello AAA o tecniche suggerite dalle WCAG 2.1	Problema di conformità a requisiti WCAG 2.1 di livello AAA o di applicazione delle tecniche suggerite per la conformità particolarmente significative nel caso di uso di tecnologie assistive.
4	Warning con riferimento le Best practice di sviluppo	Significativo problema di accessibilità legato a buone prassi di sviluppo e convenzioni la cui risoluzione permette di eliminare barriere di accesso alle informazioni o fenomeni di disorientamento, in particolare nel caso di uso di tecnologie assistive.
5	Hint con riferimento WCAG 2.1 o Best practice di sviluppo	Consiglio per ottenere un maggior livello di accessibilità, ma il problema non rappresenta una barriera significativa.

Tabella 5-3 - Definizione livelli di priorità degli errori

Gli errori sono stati poi ulteriormente classificati sulla base della tipologia di problema che è stato rilevato:

- validazione: il codice della pagina o del foglio di stile non risulta conforme allo standard web;

- navigazione: la pagina presenta dei problemi nella sua fruizione legati alla navigazione con dispositivi di input come mouse e tastiera, navigazione con tecnologie assistive o nel raggiungimento di sezioni o contenuti;
- presentazione: la pagina presenta difficoltà o ambiguità che ostacolano la comprensione dei contenuti a causa di scelte di presentazione visiva;
- comprensione: la pagina presenta contenuti ambigui o di difficile comprensione da parte degli utenti, sia che facciano uso di tecnologie assistive che non.

Come illustrato nella sezione 5.1.1, il sito web è stato realizzato facendo uso di un sistema di templating per la creazione delle pagine, ciò comporta che un problema nel template si ripercuote su tutte le pagine che lo utilizzano, portando a un esponenziale aumento dei problemi di accessibilità. Per questo motivo, nel presentare i risultati della verifica vengono indicati tre valori:

- n. totale test coinvolti: ogni test è identificato univocamente da un codice, questo parametro riporta in assoluto il numero di test che non vengono superati da una o più pagine; vi possono infatti essere più errori legati a uno stesso test: per esempio il test che richiede la validazione della pagina può rilevare diversi problemi nell'uso degli standard web, che vengono illustrati come problemi diversi, ma relativi a uno stesso test;
- n. totale errori rilevati: ogni problema riscontrato in una pagina ha una propria descrizione e possibile soluzione e riguarda quindi un singolo aspetto; tuttavia, l'esistenza di test che valutano lo stesso aspetto da punti di vista differenti fa sì che uno stesso errore possa essere relativo a più di un test; questo parametro valuta il numero di errori in quantità assoluta, senza considerare la presenza dello stesso errore su più pagine;
- n. totale occorrenze di errore: questo parametro riporta invece il totale dei problemi di accessibilità del sito conteggiando distintamente i problemi che si ripresentano in egual modo su pagine diverse, perché per esempio dovuti a errori nelle componenti comuni della pagina.

Il numero totale di occorrenze di errore deve essere utilizzato per acquisire consapevolezza in merito alla possibilità di amplificare gli effetti di una cattiva progettazione o implementazione del sito web in termini di accessibilità; un singolo problema di accessibilità dovuto a un errore nel template comune provoca errori a catena su tutte le pagine che ne fanno uso e non tutte vengono mappate dal campione. Allo stesso tempo questo valore non deve essere sconcertante, in quanto la correzione di un singolo aspetto del template permette di eliminare il problema da tutte le pagine che ne sono affette allo stesso tempo, riducendo quindi di molto i tempi di intervento.

Nella maggior parte dei casi che verranno illustrati, gli errori di accessibilità possono essere evitati attraverso l'uso del markup semantico nel modo corretto, ovvero realizzando pagine web che rispettino e applichino quanto stabilito dallo standard. Per

molti altri problemi, invece, la soluzione avrebbe potuto essere individuata in fase di progettazione del sito web, per esempio individuando una palette di colori che rispetti i livelli di contrasto richiesti dalla normativa, tenendo in considerazione tutti i casi necessari: testo di titoli e paragrafi e sfondo, stati dei link.

5.4.1 Esito prima valutazione

La prima verifica di accessibilità condotta sul sito del Dipartimento di Matematica ha rilevato che un terzo dei test definiti non venivano superati e, di questi, 31 test evidenziavano problemi di conformità alla normativa AGID. In totale, sono state individuate 1180 occorrenze di errore corrispondenti a 64 problemi che si ripetevano nelle pagine del campione.

Livello di priorità	N. totale test coinvolti	N. totale errori rilevati	N. totale occorrenze di errore
<i>1</i>	18	19	446
<i>2</i>	13	20	319
<i>3</i>	4	6	91
<i>4</i>	5	7	158
<i>5</i>	11	13	166
<i>Totale</i>	51	64	1180
<i>Totale AGID</i>	31	39	765

Tabella 5-4 - Conteggio errori al 4/06/2020

Nella Tabella 5-4 sono riportati il numero di test e errori rilevati dalla verifica, mentre in Figura 5-1 viene raffigurata la percentuale di errori per ogni categoria individuata raggrupata per livello di priorità di appartenenza. La maggior parte degli errori riguarda problemi di validazione del codice e comprensione dei contenuti, mentre una più ridotta percentuale riguarda problemi legati alla presentazione e navigazione delle pagine.

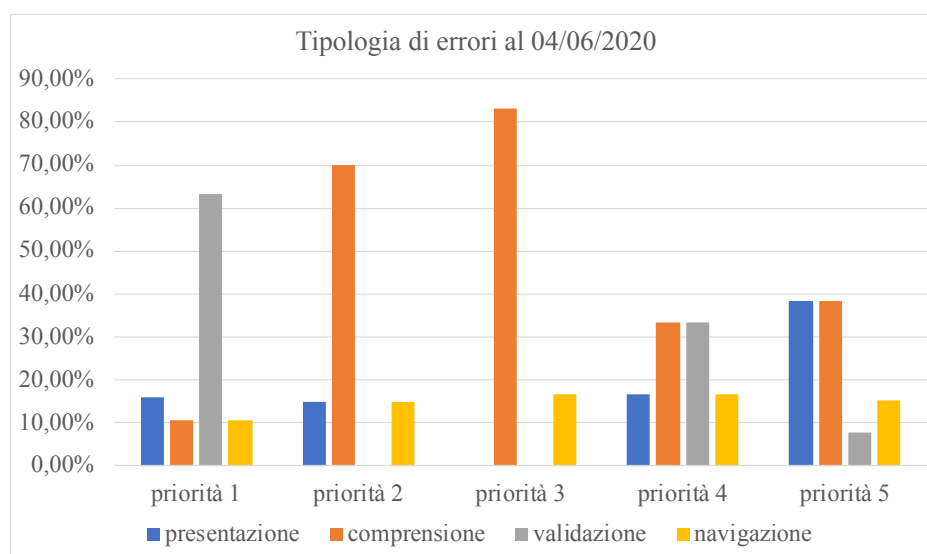


Figura 5-1 - Classificazione degli errori al 04/06/2020

Nelle sezioni seguenti vengono presentati nel dettaglio gli errori che sono stati individuati, le soluzioni proposte e alcuni commenti che suggeriscono approcci di progettazione e verifica per evitare preventivamente di incorrere in questi errori. Alcune problematiche sono state rilevate da test appartenenti a livelli di priorità diversi e vengono pertanto riportati solo alla prima occorrenza.

5.4.1.1 Priorità 1

<i>Problema</i>	<i>Codice HTML non valido</i>
<i>Occorrenza</i>	10 problemi rilevati per un totale di 220 occorrenze
<i>Soluzione</i>	<ul style="list-style-type: none"> • per i tag o gli attributi vuoti non ammessi (es. tag di intestazione o attributo <code>target</code>), inserire un valore valido oppure rimuovere il tag o l'attributo; • per gli attributi obbligatori mancanti oppure per gli attributi con valori non validi (es. attributo <code>alt</code> su tag <code>img</code> o attributo <code>href</code> su tag <code>a</code>), inserire l'attributo con un valore valido; se un'immagine ha solo scopo di presentazione l'<code>alt</code> deve avere valore vuoto; • per gli errori relativi a tag chiusi senza corrispondenza in tag aperti verificare la struttura della pagina per controllare che ad ogni tag aperto corrisponda un tag chiuso nell'ordine corretto; • per gli attributi obsoleti, ad esempio di presentazione, rimuovere gli attributi e gestire la presentazione tramite foglio di stile; • per gli <code>ID</code> duplicati, eliminare l'attributo ridondante su uno stesso elemento; • per gli errori nell'uso dei ruoli <code>aria</code> (<code>role = "menu"</code>), assicurarsi di implementare correttamente il ruolo facendo riferimento alle specifiche dello standard.
<i>Commento</i>	La maggior parte degli errori rilevati erano dovuti a imprecisioni nella creazione del codice HTML da parte del CMS in uso per l'inserimento dei contenuti; i CMS come Wordpress risultano infatti molto comodi per la creazione di contenuti web, ma talvolta presentano errori nel codice generato in automatico. Il consiglio è quello di utilizzare sempre un validatore di markup per evitare la presenza di spiacevoli errori. Inoltre, prima di applicare correzioni a partire dai suggerimenti degli strumenti automatici è consigliabile verificare la sintassi corretta nella documentazione e risorse ufficiali del W3C e del gruppo di lavoro ARIA, per esempio per quanto riguarda l'uso dei ruoli.

Tabella 5-5 - Errori relativi a codice HTML non valido

Problema	Tag title nell'head non presente
Occorrenza	1 problema rilevato per un totale di 39 occorrenze
Soluzione	Il tag <code>title</code> all'interno del tag <code>head</code> nella pagina HTML è obbligatorio e deve quindi essere usato per identificare univocamente lo scopo della pagina; il titolo di diverse pagine all'interno di uno stesso sito deve quindi essere diverso.
Commento	Il titolo della pagina viene utilizzato dai motori di ricerca per presentare i risultati ed è quindi buona norma che sia conciso e chiaro nel definire lo scopo delle pagine. Inoltre, il titolo viene utilizzato per identificare le schede del browser ed è quindi buona norma che vada dal particolare al generale; in questo modo se un utente ha più pagine aperte sul browser dal titolo riesce a riconoscere la pagina specifica aperta.

Tabella 5-6 - Errore relativo alla mancanza del tag title

Problema	Lingua principale e secondaria non individuata
Occorrenza	2 problemi rilevati per un totale di 73 occorrenze
Soluzione	<ul style="list-style-type: none"> la lingua principale della pagina deve essere correttamente indicata attraverso l'attributo <code>lang</code> posto sul tag <code>html</code> principale; il valore dell'attributo deve essere valido e coerente con la lingua principale usata nella pagina web; le parole o frasi la cui lingua differisce dalla lingua principale della pagina devono essere correttamente segnalate usando l'attributo <code>lang</code> sul tag che le racchiude; se una parola è contenuta all'interno di una frase, generalmente si utilizza il tag <code>span</code>.
Commento	La corretta identificazione della lingua di una pagina garantisce una corretta lettura da parte degli screen reader e una miglior indicizzazione da parte dei motori di ricerca che sono in grado di riconoscere la lingua dei contenuti del sito web. La mancata indicazione del cambiamento di lingua può rendere di difficile comprensione i contenuti da parte delle persone che utilizzano uno screen reader; questo strumento viene usualmente impostato con una alta velocità di lettura, pertanto quando si incontrano parole straniere lette con una cadenza "all'italiana" queste potrebbero essere fraintese dall'utente.

Tabella 5-7 - Errori relativi all'identificazione della lingua

Problema	Contrasto insufficiente nel testo
Occorrenza	1 problema rilevato per un totale di 5 occorrenze
Soluzione	Il contrasto del testo rispetto allo sfondo deve essere di almeno 4.5:1 per testo piccolo; è necessario quindi individuare un colore del testo che aumenti il contrasto per migliorare la leggibilità del testo.
Commento	Le persone con problemi di vista e in particolare le persone affette da discromatopsia possono avere delle difficoltà a leggere i contenuti della pagina se questi non hanno un contrasto adeguato tra testo e sfondo. La normativa richiede che il rapporto di contrasto per il testo piccolo (inferiore ai 18 punti) sia di almeno 4.5:1 e di 3:1 per il testo grande; un ulteriore miglioramento si ottiene applicando un contrasto di almeno 7:1 al testo piccolo e 4.5:1 al testo grande.

Tabella 5-8 - Errori relativi al contrasto

Problema	Tabella non accessibile
Occorrenza	1 problema rilevato per un totale di 1 occorrenza
Soluzione	La tabella in oggetto è molto semplice in quanto è formata da una singola riga di intestazione ed è quindi sufficiente utilizzare nelle celle di intestazione l'attributo scope con valore col per indicare che la direzione delle intestazioni è verticale.
Commento	Le persone non vedenti hanno difficoltà a comprendere la struttura delle tabelle; è quindi fondamentale che questo tipo di contenuti sia adeguatamente strutturato facendo uso degli elementi semantici corretti che aiutano gli screen reader a individuare le direzioni di lettura e le associazioni cella-intestazioni.

Tabella 5-9 - Errore relativo a una tabella

Problema	Sezioni non raggiungibili da tastiera
Occorrenza	2 problemi rilevati per un totale di 64 occorrenze
Soluzione	Nel sito sono state utilizzate sezioni a comparsa, espandibili attraverso il click su una voce di menu o su una intestazione di sezione. Tuttavia, queste funzionalità devono essere attivabili anche attraverso la sola navigazione da tastiera assicurandosi che gli elementi cui è attribuita la funzione di apertura e chiusura di una sezione possano ricevere il focus da tastiera.
Commento	L'utilizzo di menu e sezioni a comparsa è una buona implementazione della tecnica di divulgazione progressiva delle informazioni che ha lo scopo di mostrare all'utente i contenuti poco alla volta per evitare il verificarsi del fenomeno del sovraccarico cognitivo. Tutti i siti web devono però essere utilizzabili dalla sola navigazione da tastiera e quindi nel caso di implementazione di questa tecnica devono essere scelti o implementati correttamente gli elementi semantici cui vengono attribuite queste funzioni.

Tabella 5-10 - Errori relativi alla navigazione da tastiera

Problema	Dimensioni in pixel
Occorrenza	1 problema rilevato per un totale di 39 occorrenze
Soluzione	Le dimensioni dei contenuti e del testo dovrebbero sempre essere espresse con un'unità di misura relative e non assolute in modo da garantire sia la trasformazione su dispositivi di dimensioni diverse sia in caso di ingrandimento della pagina o utilizzo di estensioni per sovrascrivere le scelte dell'autore del sito.
Commento	Le persone con difficoltà di lettura, per esempio persone con dislessia o ipovisione, fanno spesso uso di estensioni o plug-in per impostare le proprie preferenze nelle dimensioni del testo o nello zoom della pagina. Questi strumenti hanno però talvolta difficoltà a sovrascrivere le impostazioni di base se queste sono espresse in pixel.

Tabella 5-11 - Errori relativi all'uso di dimensioni assolute

5.4.1.2 Priorità 2

Problema	<i>Mancanza intestazione di livello 1</i>
Occorrenza	1 problema rilevato per un totale di 39 occorrenze
Soluzione	Tutte le pagine dovrebbero essere fornite di una intestazione di livello 1, la più alta, per aiutare l'indicizzazione del sito e la comprensione dei contenuti della pagina da parte delle persone che utilizzano gli screen reader.
Commento	Gli screen reader così come i motori di ricerca sono in grado di individuare elementi semantici significativi quali intestazioni e link; lo scopo di accedere direttamente all'intestazione è comprendere velocemente se i contenuti della pagina sono di interesse per gli utenti. Nel caso degli screen reader un utente può ascoltare il titolo principale della pagina e decidere se proseguire nella sua lettura o se saltare direttamente a un altro tipo di contenuto. Nel caso dei motori di ricerca, invece, sulla base delle parole chiave inserite dall'utente, questo può comprendere se i contenuti del sito sono interessanti perché coerenti con la ricerca effettuata.

Tabella 5-12 - Errore relativo alla mancanza dell'intestazione di livello principale

Problema	<i>Formattazione del testo</i>
Occorrenza	1 problema rilevato per un totale di 39 occorrenze
Soluzione	<p>Il tag <code>br</code> non deve essere utilizzato per formattare il testo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • quando i contenuti su cui è utilizzato appartengono a una lista, questi devono essere formattati usando il markup apposito per gli elenchi; • quando i contenuti appartengono a un indirizzo può essere utilizzato il <code>br</code> ma solo all'interno dell'apposito tag <code>address</code> come da specifica dello standard; • se invece lo scopo è solo formattare il testo per la sua presentazione, si devono utilizzare le apposite regole CSS che permettono di incolonnare gli elementi.
Commento	La presentazione visiva del testo dovrebbe sempre essere gestita tramite foglio di stile esterno; per questo motivo l'uso del tag <code>br</code> è sconsigliato se usato al solo scopo di presentare il testo che potrebbe invece essere compatibile con una presentazione tramite elenco oppure separato tramite le apposite regole CSS in combinazione ai corretti elementi di markup. Il tag <code>br</code> viene principalmente mantenuto per compatibilità con i CMS che ne fanno ampio uso.

Tabella 5-13 - Errore relativo alla formattazione del testo

Problema	<i>Presentazione dei link</i>
Occorrenza	2 problemi rilevati per un totale di 78 occorrenze
Soluzione	<ul style="list-style-type: none"> • i link dovrebbero rispettare la convenzione che stabilisce che ogni elemento con funzione di collegamento ha la sottolineatura; • lo stato dei link deve essere evidente anche a livello visivo attraverso l'uso di colori dal contrasto adeguato che ne distinguano lo stato (visitato, non visitato, hover, attivo).
Commento	I link sono gli elementi più comuni in un sito web e sono quelli più conosciuti dagli utenti del web. A livello di presentazione visiva questi non devono quindi

presentare ambiguità, ma deve essere chiaro per l'utente se un componente ha funzione di collegamento e quale sia il suo stato. L'indicazione di stato visitato o non visitato infatti aiuta l'utente che ritorna in una data pagina web a ripercorrere il tragitto già effettuato in precedenza oppure a riconoscere velocemente quali sezioni del sito non ha ancora visitato. La scelta dei colori per i link, i quali devono avere un contrasto adeguato rispetto agli elementi vicini (almeno 3:1), è uno dei fattori che deve essere preso in considerazione nella fase di definizione della palette di colori da usare.

Tabella 5-14 - Errori relativi alla presentazione dei link

Problema	Nomi accessibili e comprensione dei link
Occorrenza	13 problemi rilevati per un totale di 122 occorrenze
Soluzione	<ul style="list-style-type: none"> le ancore dei link ambigue, perché ripetute come “leggi” o “download” o “scopri”, devono essere accompagnate da un <code>title</code> che ne indichi esattamente la destinazione, in modo che le persone che utilizzano gli screen reader e non hanno il contesto visivo per comprendere lo scopo del link possano decidere se seguire il collegamento; ad esempio un <code>title</code> adeguato potrebbe essere “<i>scopri la storia del Dipartimento</i>”; le ancore dei link come “ENG” o “ITA”, che rappresentano il passaggio dalla versione inglese alla versione italiana del sito e viceversa, dovrebbero essere accompagnate da un <code>title</code> simile a “<i>go to the English version</i>”, in modo che gli utenti che utilizzano lo screen reader ricevano una indicazione chiara e non la lettura di una sigla poco comprensibile; quando un link rappresenta un cambio di contesto significativo perché porta all'apertura o al download di documenti non web, l'ancora del link deve riportare anche il tipo e la dimensione del file associato; quando un link rappresenta un collegamento a una pagina esterna al sito di partenza, il cambio di contesto deve essere comunicato all'utente facendo uso dell'icona usata per convenzione e anche attraverso l'attributo <code>title</code> che comunica il cambiamento agli utenti degli screen reader; se il link presente nella pagina è un URL o URI puro è bene che sia sostituita la sua ancora o che sia aggiunto un <code>title</code> che renda chiara la destinazione del link; in questo modo lo screen reader velocizzerà la comprensione del link invece di leggere tutto l'indirizzo assoluto; quando il link porta a una pagina o documento la cui lingua è diversa dalla lingua principale della pagina di partenza, l'ancora del link deve riportare anche l'indicazione della lingua del documento destinazione.
Commento	In generale è bene studiare le ancore dei link domandandosi se dal contesto in cui sono inseriti sia chiara la destinazione e un eventuale cambio di contesto. Inoltre, si deve ricordare che gli screen reader offrono una funzione che permette la lettura sequenziale di tutti i link: ci si deve pertanto interrogare se il nome accessibile ascoltato dall'utente sia sufficientemente esplicativo o se sia necessario integrarlo tramite l'attributo <code>title</code> .

Tabella 5-15 - Errori relativi alla comprensione dei link

Problema	Tabindex positivi
Occorrenza	2 problemi rilevati per un totale di 2 occorrenze
Soluzione	L'utilizzo dell'attributo <code>tabindex</code> con valori positivi altera il normale ordine di attraversamento e lettura sequenziale di una pagina; nel caso in oggetto l'uso dei <code>tabindex</code> alterava l'ordine logico di attraversamento della pagina partendo da un punto centrale senza apparente motivo.
Commento	L'ordine delle informazioni dovrebbe essere gestito attraverso una strutturazione corretta della pagina HTML, posizionando all'inizio le informazioni principali e le funzionalità di navigazione. L'uso di <code>tabindex</code> positivi deve essere limitato ai soli casi in cui le scelte di presentazione e le regole CSS non riescono a sopperire a un non coincidente ordine degli elementi nel markup della pagina.

Tabella 5-16 - Errore relativo all'uso di `tabindex` con valori positivi

Problema	Individuazione delle pagine
Occorrenza	1 problema rilevato per un totale di 39 occorrenze
Soluzione	Per offrire diverse modalità per individuare i contenuti all'interno del sito, il menu di navigazione dovrebbe essere accompagnato da altri strumenti alternativi come la mappa del sito o la casella di ricerca.
Commento	La funzionalità di ricerca è ormai una convenzione per tutti i siti, tuttavia nel caso di siti statici come quello studiato la sua implementazione può risultare complessa in quanto non esiste un database in cui andare a effettuare la ricerca dei contenuti. La mappa del sito permette invece di avere a vista d'occhio la struttura del sito e l'ordine gerarchico delle pagine, comprendendo i rapporti di appartenenza dei singoli contenuti alle varie sezioni e quindi riuscendo a individuare più velocemente dove cercare le informazioni di interesse.

Tabella 5-17 - Errore relativo alla difficoltà di individuazione dei contenuti

5.4.1.3 Priorità 3

Problema	Ancore dei link vuote
Occorrenza	1 problema rilevato per un totale di 39 occorrenze
Soluzione	Il problema rilevato dagli strumenti automatici si è rivelato un falso positivo. Il caso in oggetto riguardava i pulsanti per l'apertura e la chiusura del menu, i quali erano stati opportunamente accompagnati da stati e proprietà ARIA che ne correggevano la lettura e l'utilizzo da parte di persone non vedenti.
Commento	In alcuni casi gli strumenti automatici non sono in grado di riconoscere tutte le funzionalità offerte da una pagina; per questo motivo a fronte di una valutazione automatica è sempre importante integrare una valutazione da parte di un operatore che esegua anche una prova di utilizzo del sito.

Tabella 5-18 - Errore relativo alla presenza di ancorre di link vuote

Problema	Caption per tabella
Occorrenza	1 problema rilevato per un totale di 1 occorrenza
Soluzione	Per migliorare la comprensione della tabella da parte di persone non vedenti è bene utilizzare il tag <code>caption</code> per introdurre la tabella descrivendone lo scopo e la struttura.
Commento	Il tag <code>caption</code> è utilizzato per offrire un riassunto delle informazioni presentate nella tabella e per descriverne la struttura. Nella progettazione di tabelle accessibili è bene quindi non limitarsi a utilizzare il markup semantico adeguato a impostare le relazioni cella-intestazioni, ma offrire anche una piccola descrizione che aiuti gli utenti non vedenti a comprendere se i contenuti siano di loro interesse. Come in altri tipi di contenuti, l'utilizzo della <code>caption</code> può contribuire a migliorare il posizionamento della pagina nei risultati di ricerca, in quanto il testo scritto può essere letto dai motori di ricerca.

Tabella 5-19 - Errore relativo alla struttura di una tabella

Problema	Target touch molto piccolo
Occorrenza	1 problema rilevato per un totale di 11 occorrenze
Soluzione	La dimensione del pulsante utilizzato per aprire e chiudere i contenuti a comparsa risulta di dimensioni molto limitate; sebbene il contenuto sia utilizzabile è bene che tutti i componenti interattivi abbiano dimensione di almeno 44px su uno dei due lati quando presentati su dispositivi touch.
Commento	Le persone anziane o con difficoltà motorie possono avere difficoltà ad interagire con componenti molto piccoli ed è quindi consigliato non realizzare componenti al limite della dimensione suggerita dalla normativa, ma offrire uno spazio più ampio e adeguato al tocco oppure fornire una modalità alternativa per raggiungere lo stesso scopo.

Tabella 5-20 - Errore relativo alla difficoltà di navigazione da mobile

5.4.1.4 Priorità 4

Problema	Foglio di stile non valido
Occorrenza	2 problemi rilevati per un totale di 78 occorrenze
Soluzione	I valori utilizzati per le regole CSS devono sempre essere conformi allo standard di riferimento.
Commento	La validazione del foglio di stile non è un requisito normativo, tuttavia rappresenta una buona prassi di realizzazione di un sito. Il consiglio è quindi di utilizzare i validatori ufficiali per verificare anche i fogli di stile utilizzati in modo da assicurare che tutte le regole inserite siano valide e che quindi la loro interpretazione dovrebbe risultare corretta da parte dei browser. Alcune regole più moderne potrebbero non sempre essere interpretate correttamente dai browser, tuttavia ogni attore del web ha una propria responsabilità. Gli sviluppatori dei browser devono mantenerli aggiornati in modo che sia garantita la corretta presentazione dei contenuti, tuttavia la creazione di contenuti validi sia dal punto di vista del codice semantico che di presentazione spetta agli sviluppatori del sito web.

Tabella 5-21 - Errore relativo alla validità del foglio di stile

Problema	Link circolari
Occorrenza	1 problema rilevato per un totale di 1 occorrenza
Soluzione	Nella homepage il logo del sito non dovrebbe avere un link attivo in quanto la sua attivazione riporta alla medesima pagina.
Commento	Nell'inserimento dei link all'interno delle pagine web è bene assicurarsi che questi siano validi (il collegamento sia attivo e raggiungibile), ma che non siano circolari. L'attivazione di un elemento che non comporta un cambio di contesto può infatti provocare il disorientamento dell'utente che utilizza il sito, il quale si aspetta un cambiamento che però non avviene.

Tabella 5-22 - Errore relativo alla presenza di link circolare

Problema	Testo molto piccolo
Occorrenza	1 problema rilevato per un totale di 1 occorrenza
Soluzione	La dimensione del testo dovrebbe essere sempre almeno equivalente a 11 px.
Commento	Le persone con difficoltà visiva possono avere problemi a leggere contenuti le cui dimensioni del testo sono inferiori agli 11 px o equivalenti. Tutti i contenuti devono essere comprensibili ed è quindi consigliato rispettare le dimensioni minime consigliate oltre a definire sempre il font del testo usando dimensioni relative in modo che l'utente possa poi eventualmente personalizzarlo.

Tabella 5-23 - Errore relativo alla presenza di testo molto piccolo

5.4.1.5 Priorità 5

Problema	Script
Occorrenza	2 problemi rilevati per un totale di 78 occorrenze
Soluzione	<ul style="list-style-type: none"> • gli script dovrebbero sempre essere posti in file esterno e non all'interno delle pagine HTML; • il tag script non necessita più dell'indicazione dell'attributo type con valore test/javascript quando lo script è di tipo javascript, in quanto interpretato come valore di default.
Commento	Mantenere separati i file contenenti il codice markup della pagina e quelli di scripting garantisce la separazione tra la struttura e il comportamento della pagina e abilita all'esistenza di diversi comportamenti per una stessa pagina in diversi contesti. Inoltre, riducendo il codice non interpretabile dai motori di ricerca, come gli script, si migliora l'indicizzazione della pagina, in quanto solo un limitato numero di byte viene letto da parte del motore di ricerca ed è bene che sia costituito dai contenuti principali e non dagli script accessori.

Tabella 5-24 - Errori relativi alla presenza di script

Problema	Presentazione del testo
Occorrenza	2 problemi rilevati per un totale di 26 occorrenze
Soluzione	<ul style="list-style-type: none"> il tag <code>strong</code> per enfatizzare il testo dovrebbe essere usato solo per evidenziare contenuti veramente importanti, corrispondenti a parole chiave del contenuto; se invece il suo utilizzo è funzionale solo a scopi di presentazione visiva, la visualizzazione del testo dovrebbe essere gestita tramite regole CSS; il testo giustificato non dovrebbe essere utilizzato in quanto può risultare difficile da leggere da parte di persone con difficoltà visive.
Commento	Nella progettazione dello stile del sito si devono tenere in considerazione le esigenze della più ampia platea di utenti possibile. Evitare l'uso di testo giustificato rientra tra gli accorgimenti utili a semplificare la lettura del testo a persone con difficoltà visiva. L'uso di testo enfatizzato invece deve essere accuratamente progettato: l'utilizzo del tag <code>strong</code> non ha solo una funzione visiva, ma i testi racchiusi nel tag vengono comunicati come importanti anche dagli screen reader e vengono individuati e utilizzati dai motori di ricerca per individuare le parole chiave delle pagine. Per questo motivo il tag <code>strong</code> va utilizzato solo quando si desidera evidenziare un concetto o un termine importante per la pagina in cui è presente; se invece lo scopo è solo attribuire una diversa presentazione visiva, questa va gestita tramite foglio di stile.

Tabella 5-25 - Errori relativi alla presentazione del testo

Problema	Sigle
Occorrenza	4 problemi rilevati per un totale di 4 occorrenze
Soluzione	Le sigle o abbreviazioni presenti nel testo possono non sempre essere chiare agli utenti del sito; queste dovrebbero quindi sempre essere inserite tramite tag <code>abbr</code> accompagnate dall'attributo <code>title</code> se la definizione non è presente nel testo oppure senza attributo <code>title</code> se la definizione è inserita nel testo.
Commento	La valutazione di quando specificare il significato delle sigle è a discrezione dello sviluppatore del sito che deve valutare il target di utenza principale del sito e interrogarsi sulla sua capacità di comprensione delle abbreviazioni presenti. In alcuni casi può essere utile esplicitare la definizione di una sigla la prima volta che questa compare nel testo, in altri casi il significato della sigla è ormai noto e diffuso ed è sufficiente l'inserimento dell'attributo <code>title</code> , che viene sempre letto dagli screen reader ed è visibile dagli utenti quando effettuano l'hover sull'elemento abbreviato.

Tabella 5-26 - Errori relativi alla presenza di sigle

Problema	Navigazione
Occorrenza	2 problemi rilevati per un totale di 10 occorrenze
Soluzione	<ul style="list-style-type: none"> nelle pagine molto lunghe è consigliabile inserire l'aiuto alla navigazione di tipo "torna su", specialmente sui dispositivi mobile dove può diventare difficoltoso uno scroll eccessivo; in tutte le pagine, comprese la homepage, dovrebbe essere presente l'indicazione della posizione tramite <code>breadcrumb</code>.

Commento

Gli aiuti alla navigazione dovrebbero essere progettati sin dall'inizio in modo da offrire agli utenti non solo un servizio più accessibile, ma anche una miglior esperienza di utilizzo del sito web.

Tabella 5-27 - Errori relativi a difficoltà di navigazione nel sito

5.4.1.6 Conclusioni

Dall'analisi delle problematiche rilevate, presentate alle sezioni precedenti, risulta evidente che nella maggior parte dei casi gli errori possono essere evitati attraverso una consapevole progettazione e una corretta implementazione dei contenuti usando in modo adeguato gli standard web. Un sito web valido è infatti il primo passo verso un sito web accessibile. Fin dalla progettazione la proiezione deve essere quella di tenere in considerazione le esigenze della più vasta platea di utenti possibile, tra cui: utenti senza difficoltà visive, utenti non vedenti, utenti con impedimenti o difficoltà visive, utenti che utilizzano solo la tastiera, utenti che utilizzano dispositivi mobili. Ci si deve quindi interrogare sull'uso dei colori, sulla presentazione degli elementi, sulla comprensione dei contenuti sia dal punto di vista informativo che di funzionalità e sulla possibilità di una navigazione coerente, corretta e non dispersiva.

5.4.2 Esito seconda valutazione

Il processo di modifica e correzione attuato in seguito alla prima valutazione del sito ha fatto sì che venissero risolti molti dei problemi individuati portando il totale delle occorrenze di errore da 1180 a 276. In particolare, sono stati risolti tutti i problemi di priorità 2 e 3, mentre gli errori di priorità 1 non sono stati completamente eliminati; inoltre, il processo di modifica ha introdotto alcuni nuovi errori di validazione nelle pagine, come evidenziato in Figura 5-2. Per quanto riguarda gli errori di priorità 4 e 5 non sono stati effettuati significativi interventi.

Livello di priorità	N. totale test coinvolti	N. totale errori rilevati	N. totale occorrenze di errore
<i>1</i>	9	12	157
<i>2</i>	0	0	0
<i>3</i>	0	0	0
<i>4</i>	3	3	41
<i>5</i>	6	8	78
<i>Totale</i>	18	23	276
<i>Totale AGID</i>	9	12	157

Tabella 5-28 - Conteggio errori al 23/06/2020

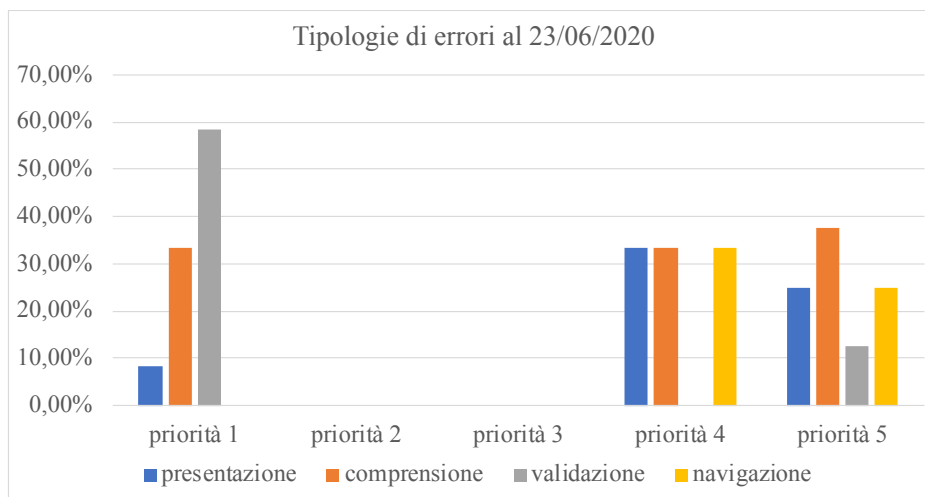


Figura 5-2 - Classificazione degli errori al 23/06/2020

I nuovi errori di priorità 1 introdotti dal processo di modifica sono dovuti a un errato utilizzo degli elementi semantici e all'implementazione degli aiuti per le tecnologie assistive tramite gli attributi dello standard ARIA. Queste tipologie di errori possono essere facilmente evitabili non solo attraverso uno studio preventivo delle risorse e degli esempi messi a disposizione dai gruppi di lavoro del W3C, ma anche tramite una validazione post-produzione da effettuare sfruttando gli strumenti automatici esistenti prima di rendere pubblico il sito. Gli altri errori residui di priorità 1 riguardano:

- la mancata identificazione della lingua secondaria su alcune frasi o parole: l'inserimento dell'attributo `lang` su ogni parola la cui lingua differisce dalla lingua principale della pagina dovrebbe diventare una buona prassi di sviluppo di contenuti web in quanto la sua integrazione successiva comporta un processo molto più lungo e oneroso di revisione di tutti i contenuti;
- cambio di contesto provocato dai link non comunicato: allo stesso modo, integrare nell'ancora del link o nel `title` del link le indicazioni di un eventuale cambio di contesto (documento non web, link esterno, link a documento in lingua diversa) deve diventare una convenzione di sviluppo, perché la correzione a posteriori risulta onerosa;
- indicazione sullo stato dei link non presente: questa particolare problematica non è stata ancora risolta in quanto richiede un intervento sulla palette di colori del sito che deve aderire ai colori istituzionali di Ateneo. La mancata progettazione di questo particolare a monte della creazione del sito, fa sì che debba essere condotto un nuovo studio sull'utilizzo e l'accostamento dei colori per i diversi scopi.

Per quanto riguarda i problemi di priorità 4 e 5, presentati nelle sezioni 5.4.1.4 e 5.4.1.5, sono stati risolti solo gli errori di validazione del foglio di stile, mentre restano ancora da valutare:

- link circolari;
- testo molto piccolo;
- script;
- abbreviazioni;
- presentazione del testo;
- navigazione.

Di questi, è possibile intervenire velocemente per risolvere quasi tutti i problemi individuati, ma non essendo interventi essenziali possono essere rimandati in seguito alla risoluzione dei problemi di priorità 1.

5.4.3 Esito terza valutazione

Gli ulteriori interventi di adeguamento del sito web, attuati in seguito alla seconda valutazione, hanno permesso di risolvere tutti i problemi di validazione e comprensione di priorità 1. Inoltre, sono stati eliminati i problemi di priorità 4 e rimosso l'uso del testo giustificato (problema di priorità 5).

Livello di priorità	N. totale test coinvolti	N. totale errori rilevati	N. totale occorrenze di errore
<i>1</i>	1	1	39
<i>2</i>	0	0	0
<i>3</i>	0	0	0
<i>4</i>	0	0	0
<i>5</i>	6	8	56
Totale	7	9	95
Totale AGID	1	1	39

Tabella 5-29 - Conteggio errori al 26/06/2020

Al 26/06/2020, il numero di occorrenze di errore residue sono 95, delle quali 39 riguardano il problema legato all'uso dei colori per indicare lo stato dei link. In circa venti giorni, è stato quindi possibile intervenire per ridurre il numero di errori da 1180 a 95. Di questi, i problemi relativi alle abbreviazioni presenti nei contenuti, agli aiuti alla navigazione e all'enfasi del testo possono essere velocemente risolti tramite una revisione dei contenuti. Inoltre, la maggior parte dei problemi elencati, compreso il problema legato ai colori del sito, si sarebbero potuti evitare attuando una più attenta progettazione consapevole delle esigenze di accessibilità; durante la fase di implementazione ci si

sarebbe poi dovuti interrogare su quanto sarebbe risultato chiaro agli utenti ogni contenuto realizzato.

5.5 Valutazione di conformità

Alla data della prima valutazione erano stati individuati 39 errori legati a punti di controllo della normativa dell'AGID, mentre al 26/06/2020 risulta non conforme solo il criterio *Contrasto in contenuti non testuali*, relativo all'uso dei colori per distinguere lo stato dei link. Il problema riguarda il manuale di identità visiva dell'Ateneo, la cui modifica richiede l'autorizzazione da parte dell'Ufficio comunicazione, ottenuta in seguito a un colloquio informativo sui nuovi requisiti per i contenuti web. L'individuazione di una nuova combinazione di colori è quindi allo studio degli uffici responsabili. L'adempimento all'obbligo normativo deve avvenire entro il 23/09/2020, data ultima per l'adeguamento dei siti web agli standard per l'accessibilità web, così come descritto dalle Linee guida dell'AGID [36].

Il sito web del Dipartimento di Matematica risulta quindi conforme a tutti i punti di controllo di livello A e AA delle WCAG 2.1, fatta eccezione per il criterio *Contrasto in contenuti non testuali*. Inoltre, il sito soddisfa diversi punti di controllo anche di livello AAA, che vengono elencati nella Tabella 5-30.

Criterio	Descrizione
1.4.6 Contrasto avanzato	Tutti i contenuti testuali presentano un contrasto di livello AAA rispetto allo sfondo, ovvero pari a un rapporto 7:1 per testo piccolo e 4.5:1 per testo grande.
1.4.8 Tastiera (nessuna eccezione)	Il sito risulta completamente navigabile utilizzando solo la tastiera e tutte le sue funzionalità sono attivabili senza dispositivo di puntamento.
2.4.8 Posizione	Il breadcrumb è correttamente utilizzato per indicare la posizione dell'utente all'interno del sito, ad eccezione dell'homepage.
2.4.10 Intestazioni di sezione	Le pagine del sito sono state correttamente strutturate facendo uso di intestazioni di sezione per identificare lo scopo delle varie componenti della pagina.
2.5.5 Dimensione dell'obiettivo	Tutti i componenti interattivi rispettano le dimensioni minime previste per l'attivazione mediante dispositivi touchscreen e hanno superato la prova fisica di utilizzo.
3.2.5 Cambiamenti su richiesta	Tutti i cambiamenti di contesto sono attivati dalla chiara interazione dell'utente tramite click su componenti interattive come pulsanti o link.

Tabella 5-30 - Criteri di livello AAA soddisfatti dal sito del Dipartimento di Matematica

La valutazione di accessibilità svolta sul sito web del Dipartimento di Matematica ha permesso di evidenziare che la conformità ai requisiti di accessibilità può essere raggiunta attraverso un'attenta progettazione e implementazione dei contenuti web. Il primo passo è quello di realizzare pagine web che rispettino gli standard e che sfruttino le potenzialità offerte dalla gran quantità di elementi e strutture semantiche esistenti. In secondo luogo, è necessario verificare il livello di comprensione dei contenuti, in particolare per quanto riguarda i link, controllando che questi risultino chiari sia da una navigazione di tipo visivo che con screen reader. Inoltre, devono essere resi chiari tutti gli eventuali cambi di contesto. L'utente non deve infatti provare la sensazione di disorientamento nell'utilizzo del sito e per questo motivo è importante che anche nella navigazione interna siano usati gli aiuti all'individuazione delle pagine e della posizione nel sito. Infine, il sito deve essere utilizzabile in ogni contesto possibile, con ogni dispositivo o tecnologia assistiva esistente e sfruttando uno dei possibili metodi di input; ciò significa, tra le altre cose, che non deve essere impedita la navigazione solo attraverso la tastiera. Tutti questi accorgimenti racchiudono i concetti fondamentali su cui poggia l'accessibilità web, ma di fatto abilitano a una miglior esperienza di navigazione e fruizione dei contenuti da parte dell'utente, il quale avrà piacere di visitare nuovamente un sito sviluppato ponendo attenzione alle esigenze dei suoi visitatori.

6 WCAG4All

6.1 Obiettivi

WCAG4All³¹ è un sito web realizzato con lo scopo di rendere disponibili i test di verifica dell'accessibilità web attraverso uno strumento di consultazione efficace e intuitivo. Con la definizione del piano di test – presentato nella sezione 4.3.1 – e la sua applicazione al sito del Dipartimento di Matematica – presentata nel capitolo 5 – è infatti emersa la necessità di trovare una modalità più accattivante per presentare i 150 test definiti per lo svolgimento di una valutazione di accessibilità esaustiva. L'ispirazione è stata tratta dal sito Accessibility checklist di Elsevier e dall'estensione Accessibility Insight, entrambi descritti approfonditamente nella sezione 4.2; nel primo caso si tratta di una lista di controlli e consigli di progettazione, realizzazione e verifica di un sito web con particolare attenzione all'aspetto dell'accessibilità, mentre nel secondo si tratta di uno strumento semiautomatico che guida l'utente nello svolgimento di una verifica di conformità alle linee guida WCAG 2.1 di livello AA. Unendo questi due aspetti, il sito è stato realizzato descrivendo per ognuno dei 150 test lo scopo e la procedura di verifica, oltre a consigliare una serie di strumenti che aiutino ad automatizzare questo processo. Il duplice obiettivo di WCAG4All è di offrire uno strumento utile sia nella fase di verifica che in quella di progettazione di un sito web, perseguendo pertanto il principio che l'accessibilità debba essere un aspetto integrato nel processo di sviluppo e non solo un punto di controllo finale. A partire dalle specifiche dei test, i progettisti possono infatti individuare gli aspetti di accessibilità che verranno poi valutati e pianificare quindi la realizzazione del sito tenendo conto dei principali parametri e regole di conformità che devono essere rispettate.

6.2 Struttura

WCAG4All si compone di tre pagine principali: homepage, elenco dei test e dettaglio di un singolo test. L'homepage contiene un'introduzione al tema dell'accessibilità e alla normativa italiana sull'accessibilità web, oltre a descrivere il processo che ha portato alla definizione dei test a partire dalle linee guida nazionali e internazionali. La pagina dedicata ai test rappresenta il cuore del sito, in quanto offre la possibilità di consultare i test di accessibilità applicando dei filtri che permettono di scremare l'insieme dei test sulla base delle normative che si vogliono rispettare o sull'aspetto che si desidera approfondire. Infine, la pagina di dettaglio di un test descrive in modo approfondito la procedura di verifica e, nel caso questa possa essere svolta con l'ausilio di strumenti

³¹ Link al sito web WCAG4All: <https://web.math.unipd.it/accessibility/>

automatici, viene riportato un elenco dei tool consigliati per eseguire il test. Il manuale utente completo è disponibile nell'Appendice E



Figura 6-1 - Homepage WCAG 4 All

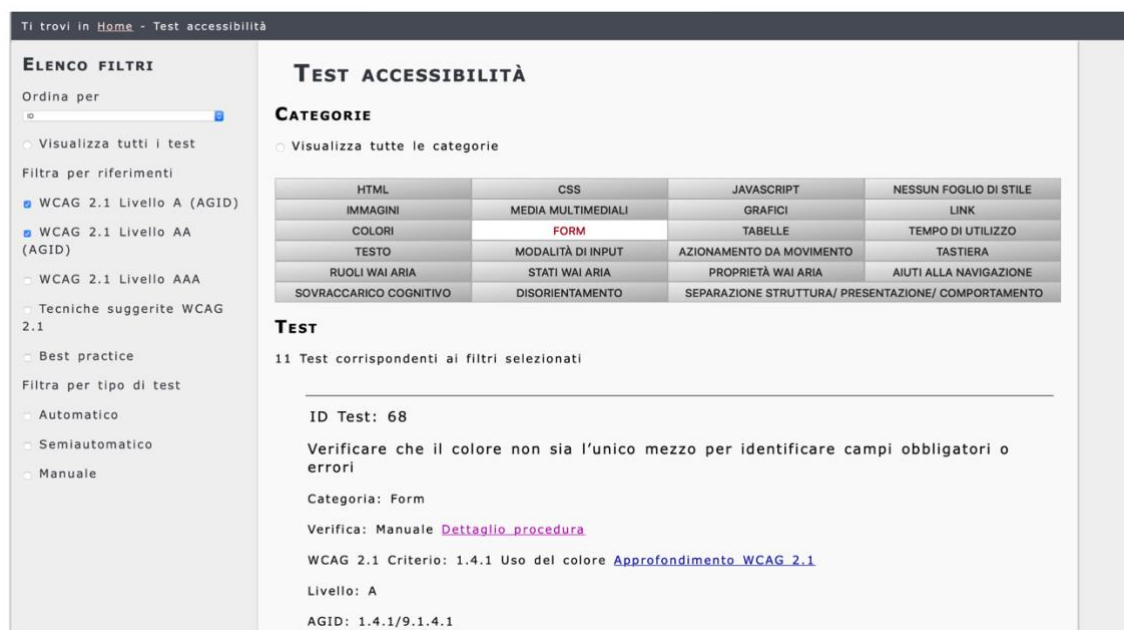


Figura 6-2 - Pagina dei test WCAG 4 All

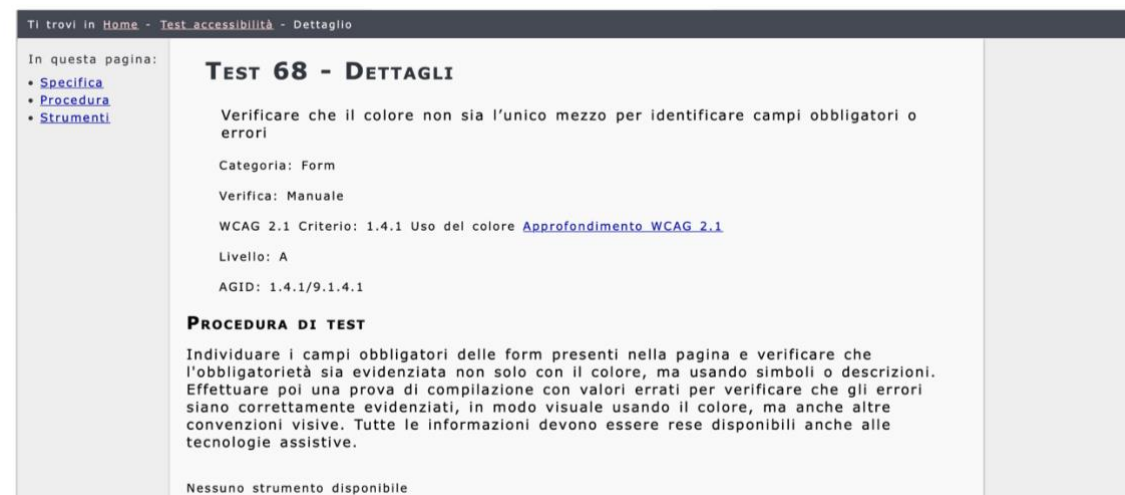


Figura 6-3 - Pagina di dettaglio WCAG 4 All

6.3 Tecnologie e realizzazione

WCAG4All è stato realizzato utilizzando le più comuni tecnologie del web: le pagine sono state strutturate in modo statico utilizzando HTML5 e il lato di presentazione è stato gestito utilizzando CSS3; per gestire l'aspetto dinamico del sito invece sono stati usati due linguaggi di scripting, JavaScript lato client integrando la libreria JQuery e PHP lato server. Tutti i test, i riferimenti normativi e l'elenco degli strumenti disponibili sono stati salvati in un database relazionale MySQL. Per popolare le pagine statiche con i dati sui test ricavati dal database è stata utilizzata l'integrazione tra le chiamate AJAX e gli script PHP. Ad ogni evento scatenato lato client, caricamento della pagina, selezione dei filtri, scelta di approfondire un singolo test, lo script JavaScript analizza le interazioni dell'utente e richiama, tramite AJAX, lo script PHP corrispondente inviandogli i parametri necessari a recuperare i dati desiderati; quest'ultimo esegue una interrogazione al database per il recupero dei dati necessari e li formatta utilizzando codice HTML. La risposta ricevuta dallo script PHP viene quindi elaborata e i contenuti dinamici vengono visualizzati sulla pagina web. Il manuale manutentore è disponibile per i dettagli nell'Appendice F

6.4 Funzionalità

Il sito è stato realizzato con l'obiettivo principale di raccogliere tutti i test necessari a svolgere una verifica di accessibilità esaustiva offrendo la possibilità di una consultazione veloce e intuitiva. La pagina dedicata alla visualizzazione dei test offre a tale scopo la possibilità di selezionare una serie di filtri che permettano di ridurre il numero di test che vengono visualizzati in una sola volta. In primo luogo, i test sono stati classificati sulla base dell'aspetto o dell'elemento della pagina che viene valutato; l'utente può quindi selezionare uno dei pulsanti rappresentati in Figura 6-4 e concentrarsi sulla verifica o analisi di un singolo aspetto.

CATEGORIE

[Visualizza tutte le categorie](#)

HTML	CSS	JAVASCRIPT	NESSUN FOGLIO DI STILE
IMMAGINI	MEDIA MULTIMEDIALI	GRAFICI	LINK
COLORI	FORM	TABELLE	TEMPO DI UTILIZZO
TESTO	MODALITÀ DI INPUT	AZIONAMENTO DA MOVIMENTO	TASTIERA
RUOLI WAI ARIA	STATI WAI ARIA	PROPRIETÀ WAI ARIA	AIUTI ALLA NAVIGAZIONE
SOVRACCARICO COGNITIVO	DISORIENTAMENTO	SEPARAZIONE STRUTTURA/ PRESENTAZIONE/ COMPORTAMENTO	

Figura 6-4 - Pulsanti per la scelta della categoria

Ulteriori filtri possono essere applicati scegliendo la normativa a cui si vuole risultare conformi. Le fonti sono quelle descritte nella sezione 4.3.1, ovvero le linee guida WCAG 2.1 suddivise in base al livello di conformità che si desidera seguire, le tecniche suggerite dal W3C per risultare conformi alle indicazioni per l'accessibilità e alcune best practice di sviluppo che abilitano all'accessibilità web ma che non trovano riscontro nelle normative. Come evidenziato nella Figura 6-5, selezionando il riferimento WCAG 2.1 di livello A e AA si ottiene l'insieme dei test corrispondenti ai punti di controllo della normativa AGID. Inoltre, è stata integrata la classificazione sulla base del tipo di verifica che può essere condotta: automatica, semiautomatica o manuale.

Filtra per riferimenti

- ☐ WCAG 2.1 Livello A (AGID)
- ☐ WCAG 2.1 Livello AA (AGID)
- ☐ WCAG 2.1 Livello AAA
- ☐ Tecniche suggerite WCAG 2.1
- ☐ Best practice

Figura 6-5 - Checkbox per la selezione dei riferimenti

Filtra per tipo di test

- ☐ Automatico
- ☐ Semiautomatico
- ☐ Manuale

Figura 6-6 - Checkbox per la selezione del tipo di verifica

Infine, è possibile riordinare la visualizzazione dei test come presentato in Figura 6-7. Di default viene usato l'identificativo incrementale associato ai test, secondo l'ordine delle categorie di appartenenza. Gli altri valori possibili per l'ordinamento sono:

- Riferimento: WCAG 2.1, Suggerimenti WCAG 2.1 e Best Practice;
- Livello: A, AA e AAA;
- AGID: che ordina i risultati secondo l'ordine dei punti di controllo delle linee guida dell'AGID.

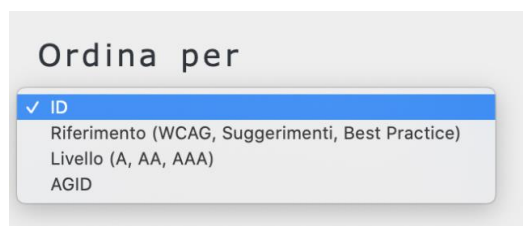


Figura 6-7 - Selezione del tipo di ordinamento

6.5 Sviluppi futuri

Il sito web è nato con l'idea di offrire uno strumento utile a verificare gli adempimenti normativi sull'accessibilità web rispetto alla nuova legislazione europea recepita dall'Italia attraverso le Linee guida dell'AGID. Sarebbe sufficiente rendere disponibile anche una versione in inglese del sito affinché questo possa essere ampiamente sfruttato in tutta la comunità europea. In futuro, si potrebbero approfondire i requisiti della Section 508 americana e rendere quindi ancor più internazionale la sua destinazione d'uso.

Allo stato attuale il sito permette solo la consultazione dei test, ma si presta ad essere ampliato nelle sue funzionalità. Potrebbe essere interessante realizzare una sezione che permetta agli utenti di registrarsi, visualizzare tutti i test relativi alla normativa italiana e avere la possibilità di indicare per ognuno se il sito risulta completamente conforme, non conforme o parzialmente conforme. L'obiettivo finale sarebbe quello di ottenere il modello di autovalutazione dell'AGID automaticamente compilato, avendo anche la possibilità di rivedere e modificare la dichiarazione annualmente, come previsto dalla normativa. I risultati delle valutazioni potrebbero poi essere raccolti per offrire dei report pubblici che descrivano tramite indicatori aggregati la conformità dei siti web alle normative vigenti. Si riuscirebbero infine a presentare i risultati di un monitoraggio dello stato dell'accessibilità web nel tempo.

7 Conclusioni

L'accessibilità dell'ambiente fisico e digitale è uno dei diritti garantiti e tutelati dalle Nazioni Unite, introdotto con l'approvazione della *Convenzione per i diritti delle persone con disabilità* del 2006. Dallo studio condotto in questo lavoro di tesi è emerso che i legislatori internazionali si sono dimostrati particolarmente sensibili alla tematica con il 92% degli Stati membri che ha promulgato leggi in favore dell'accessibilità. Tuttavia, solo il 63% ha poi attuato strategie per la concreta applicazione delle normative. Spesso infatti l'accessibilità è percepita come un costo, ma l'applicazione dei suoi principi garantisce in realtà la creazione di migliori prodotti e servizi a beneficio di tutta la popolazione. Se inizialmente il concetto di accessibilità è stato introdotto per favorire l'inclusione delle persone con disabilità alla vita pubblica, oggi la sua concretizzazione si ottiene con la realizzazione di ambienti, prodotti e servizi che si adattino ad essere utilizzabili da tutta la popolazione in ogni situazione e contesto.

In particolare, in questa tesi sono stati approfonditi lo stato e l'applicazione dell'accessibilità al mondo della rete. Il World Wide Web Consortium (W3C), responsabile della definizione degli standard per le tecnologie web, ha istituito fin dagli ultimi anni del secolo scorso un gruppo di lavoro apposito, il Web Accessibility Initiative (WAI), per la redazione delle *Linee guida per l'accessibilità dei contenuti Web* (WCAG). Il lavoro svolto in questo progetto di tesi ha permesso ancora una volta di evidenziare che l'accessibilità non è un costo, ma al contrario può portare a significativi vantaggi economici. Un sito web accessibile può infatti ottenere una migliore indicizzazione da parte dei motori di ricerca e ciò si traduce in un maggior numero di potenziali visite; inoltre, il sito sarà pronto ad adattarsi a contesti d'uso differenti nei quali gli utenti navigano utilizzando i più disparati dispositivi esistenti.

Queste conclusioni sono state tratte andando ad applicare la più recente normativa italiana in materia di accessibilità a un caso di studio reale, il sito web del Dipartimento di Matematica dell'Università degli Studi di Padova. Nel gennaio 2020 l'Agenzia per l'Italia digitale (AGID) ha infatti pubblicato le nuove *Linee guida sull'accessibilità degli strumenti informatici*, nelle quali vengono recepite le Direttive europee 2016/2102 e 2018/2048 i cui testi richiedono che i siti web di amministrazioni e istituzioni pubbliche risultino conformi al livello AA dello standard per l'accessibilità WCAG 2.1 definito dal W3C.

Sul sito web del Dipartimento di Matematica sono state quindi effettuate una serie di verifiche di accessibilità col doppio fine di ottenere una valutazione di conformità e un giudizio sull'effettivo costo implicato dal rispetto della normativa vigente. Per effettuare la valutazione è stato definito un piano di test che permettesse una verifica esaustiva delle caratteristiche di accessibilità che andasse anche oltre il livello di conformità richiesto. Inoltre, sono stati utilizzati una serie di strumenti automatici che permettono di velocizzare significativamente il processo di verifica, in quanto sono in grado di rilevare

i problemi di accessibilità presenti in una pagina web e suggerire possibili soluzioni. Tuttavia, non si è riusciti a individuare un singolo strumento che da solo permettesse di ottenere una verifica completa rispetto ai test definiti. Ciò è dovuto principalmente al fatto che una buona valutazione di accessibilità non si può ottenere in modo completamente automatico: a meno di importanti avanzamenti nella ricerca tecnologica, per esempio nel campo delle intelligenze artificiali, sarà sempre necessaria la presenza di un operatore che possieda la sensibilità giusta per valutare le caratteristiche del sito e i risultati degli strumenti.

Accessibilità significa usabilità del sito web da parte di persone in diverse situazioni che navigano utilizzando dispositivi differenti: una verifica di accessibilità deve quindi valutare il grado in cui le informazioni presenti nel sito web sono comprensibili e raggiungibili in ogni contesto e situazione. In particolare, le persone più svantaggiate nella navigazione della rete sono le persone non vedenti che fanno uso di lettori di schermo sequenziali che non permettono di ottenere il contesto generale in modo immediato. Per evitare un costoso processo di modifica e adeguamento normativo, durante la creazione dei contenuti ci si deve quindi domandare se tutte le informazioni siano sufficientemente esplicative e se ogni sezione renda chiaro il suo scopo. Si deve effettuare una verifica di ciò che viene percepito dall'utente, non solo in modo visivo, ma anche quando si utilizzano tecnologie assistive oppure solo la tastiera per la navigazione. Tutti i contenuti del sito devono essere infatti raggiungibili con diverse modalità di interazione e i nomi accessibili, ovvero ciò che viene letto dai lettori di schermo per esempio in presenza di immagini o link, devono rendere adeguatamente chiaro lo scopo del componente associato. Inoltre, è importante verificare frequentemente la validità del codice prodotto rispetto agli standard web.

Gli errori inizialmente presenti nel sito del Dipartimento hanno infatti evidenziato che spesso i problemi di accessibilità vengono introdotti dai Content Management System (CMS), strumenti per la creazione contenuti web attraverso interfacce grafiche più semplici da utilizzare per i non esperti di tecnologie web. Non sempre però i codici sorgenti delle pagine prodotte dai CMS risultano conformi agli standard e ciò può provocare problemi ai programmi che interpretano i siti web, in primo luogo i browser e in secondo luogo tutte le tecnologie assistive utilizzate dagli utenti.

Inoltre, molte caratteristiche di accessibilità possono essere pianificate in anticipo attraverso una progettazione consapevole dei parametri che devono essere rispettati. Per esempio, la scelta dei colori per un sito è spesso fatta nel rispetto dell'identità visiva della proprietà, ovvero a partire dai colori di bandiera del brand. Tuttavia, il contrasto tra testo e sfondo deve essere adeguato, in modo da garantire una corretta visualizzazione anche da parte di persone con difficoltà visive. L'interesse non deve essere però solo quello di adempiere ai requisiti normativi, ma di assicurare che nessun utente sia privato della possibilità di comprendere correttamente le informazioni.

Dalle conclusioni tratte dall'analisi del sito del Dipartimento, è nata la necessità di creare uno strumento utile ed efficace che permettesse agli sviluppatori e progettisti del web di creare contenuti accessibili in modo consapevole. A partire dai documenti di lavoro

utilizzati, è stato realizzato il sito web WCAG4All³² il quale raccoglie tutti i test definiti per eseguire la verifica di accessibilità sul sito del Dipartimento descrivendone scopo, procedura e parametri di valutazione oltre a fornire l'indicazione di una serie di strumenti per condurre il test in modo automatico. Attualmente il sito ha il solo scopo di essere utilizzato per la consultazione nella fase di progettazione o verifica di un sito web, ma si presta ad essere ampliato nelle sue funzionalità. In particolare, si potrà offrire agli utenti la possibilità di creare un proprio profilo per compilare automaticamente la valutazione di accessibilità richiesta dall'AGID, avendo la possibilità di aggiornare periodicamente i risultati e ottenendo quindi un monitoraggio costante dello stato di accessibilità nel tempo.

In conclusione, con questo lavoro di tesi si è voluto dimostrare che l'accessibilità nel mondo del web non è un onere come spesso si è portati a credere, ma un processo continuo fatto di semplici accorgimenti volti a fornire esperienze sempre migliori ai propri utenti. In particolare, è emerso che i punti chiave di un sito accessibile sono da individuare nell'utilizzo corretto delle tecnologie web, in conformità a quanto stabilito dagli standard, e nell'attenzione a rendere chiare e fruibili le informazioni presentate in ogni possibile contesto, assicurandosi che lo scopo di ogni componente sia facilmente individuabile. In virtù dei vantaggi in termini di visibilità e quindi economici garantiti dalla realizzazione di un sito accessibile, la cultura dell'accessibilità dovrebbe essere pertanto integrata nel processo realizzativo dei contenuti web, non solo da parte degli enti pubblici, cui si possono applicare le sanzioni previste in caso di mancato rispetto delle normative, ma anche dei privati.

³² Link al sito web WCAG4All <https://web.math.unipd.it/accessibility/>

Appendice A Corrispondenza WCAG 2.1 – Norma UNI EN 301549:2018

Criterio di successo livello A WCAG 2.1	Requisito Norma UNI EN 301549:2018 capitolo 9 (Modello di autovalutazione)	Test di conformità Norma UNI EN 301549:2018 Appendice C9
1.1.1	9.1.1.1	C.9.1.1.1
1.2.1	9.1.2.1	C.9.1.2.1
1.2.2	9.1.2.2	C.9.1.2.2
1.2.3	9.1.2.3	C.9.1.2.3
1.3.1	9.1.3.1	C.9.1.3.1
1.3.2	9.1.3.2	C.9.1.3.2
1.3.3	9.1.3.3	C.9.1.3.3
1.4.1	9.1.4.1	C.9.1.4.1
1.4.2	9.1.4.2	C.9.1.4.2
2.1.1	9.2.1.1	C.9.2.1.1
2.1.2	9.2.1.2	C.9.2.1.2
2.1.4	9.2.1.4	C.9.2.1.4
2.2.1	9.2.2.1	C.9.2.2.1
2.2.2	9.2.2.2	C.9.2.2.2
2.3.1	9.2.3.1	C.9.2.3.1
2.4.1	9.2.4.1	C.9.2.4.1
2.4.2	9.2.4.2	C.9.2.4.2
2.4.3	9.2.4.3	C.9.2.4.3
2.4.4	9.2.4.4	C.9.2.4.4
2.5.1	9.2.5.1	C.9.2.5.1
2.5.2	9.2.5.2	C.9.2.5.2
2.5.3	9.2.5.3	C.9.2.5.3
2.5.4	9.2.5.4	C.9.2.5.4
3.1.1	9.3.1.1	C.9.3.1.1
3.2.1	9.3.2.1	C.9.3.2.1
3.2.2	9.3.2.2	C.9.3.2.2
3.3.1	9.3.3.1	C.9.3.3.1
3.3.2	9.3.3.2	C.9.3.3.2
4.1.1	9.4.1.1	C.9.4.1.1
4.1.2	9.4.1.2	C.9.4.1.2

*Tabella A-1 - Corrispondenza criteri di successo livello A WCAG 2.1 /
Requisiti e test di conformità UNI EN 301549:2018*

Criterio di successo livello AA WCAG 2.1	Requisito Norma UNI EN 301549:2018 capitolo 9 (Modello di autovalutazione)	Test di conformità Norma UNI EN 301549:2018 Appendice C9
1.2.4	9.1.2.4	C.9.1.2.4
1.2.5	9.1.2.5	C.9.1.2.5
1.3.4	9.1.3.4	C.9.1.3.4
1.3.5	9.1.3.5	C.9.1.3.5
1.4.3	9.1.4.3	C.9.1.4.3
1.4.4	9.1.4.4	C.9.1.4.4
1.4.5	9.1.4.5	C.9.1.4.5
1.4.10	9.1.4.10	C.9.1.4.10
1.4.11	9.1.4.11	C.9.1.4.11
1.4.12	9.1.4.12	C.9.1.4.12
1.4.13	9.1.4.13	C.9.1.4.13
2.4.5	9.2.4.5	C.9.2.4.5
2.4.6	9.2.4.6	C.9.2.4.6
2.4.7	9.2.4.7	C.9.2.4.7
3.1.2	9.3.1.2	C.9.3.1.2
3.2.3	9.3.2.3	C.9.3.2.3
3.2.4	9.3.2.4	C.9.3.2.4
3.3.3	9.3.3.3	C.9.3.3.3
3.3.4	9.3.3.4	C.9.3.3.4
4.1.3	9.4.1.3	C.9.4.1.3

*Tabella A-2 - Corrispondenza criteri di successo livello A WCAG 2.1 /
Requisiti e test di conformità UNI EN 301549:2018*

Requisiti di conformità sezione 5.2 WCAG 2.1	Requisito Norma UNI EN 301549:2018 capitolo 9 (Modello di autovalutazione)	Test di conformità Norma UNI EN 301549:2018 Appendice C9
5.2.1 Livello di conformità	9.5	C.9.5
5.2.2 Pagine complete		
5.2.3 Processi completi		
5.2.4 Utilizzo delle tecnologie nelle sole modalità compatibili con l'accessibilità		
5.2.5 Non interferenza		

*Tabella A-3 - Corrispondenza requisiti di conformità 5.2 WCAG 2.1 /
Requisiti e test di conformità UNI EN 301549:2018*

Appendice B Modello di dichiarazione di accessibilità sito web e applicazione mobile (Allegato 1 alle Linee Guida sull'accessibilità degli strumenti informatici, AGID)

La dichiarazione di accessibilità che le amministrazioni devono redigere sull'apposita piattaforma di AGID deve presentare una specifica struttura per risultare conforme alle normative vigenti (Direttiva UE 2016/2102, Decisione di esecuzione UE 2018/1523, Legge n. 4/2004) che viene presentata nell'Allegato 1 alle Linee guida AGID, *“Modello di dichiarazione di accessibilità sito web e applicazione mobile”*:

- Sezione 1 – Contenuti in ottemperanza alla Decisione di esecuzione UE 2018/1523
 - stato di conformità alle WCAG2.1: conforme / parzialmente conforme / non conforme;
 - contenuti non accessibili: elenco dei contenuti non accessibili e motivazione;
 - redazione della dichiarazione di accessibilità: data, metodo utilizzato, data ultima revisione;
 - feedback e recapiti: descrizione del meccanismo di feedback e relativo link, recapiti del responsabile della transizione digitale e della gestione delle richieste inviate tramite il meccanismo di feedback;
 - procedura di attuazione e riferimento del Difensore civico digitale.
- Sezione 2 – Informazioni richieste da AGID
 - Informazioni sul sito / applicazione mobile
 - data di pubblicazione del sito / applicazione mobile;
 - esecuzione dei test di usabilità: sì / no;
 - CMS utilizzato per il sito web;
 - sistemi operativi per cui è predisposta l'applicazione mobile.
 - Informazioni sulla struttura
 - numero di dipendenti con disabilità presenti nell'amministrazione;
 - numero di postazioni di lavoro per dipendenti con disabilità;
 - percentuale di spesa prevista nel piano di bilancio di previsione in materia di accessibilità.
 - Responsabile dei processi di integrazione
 - è previsto nella struttura: sì / no;
 - è stato nominato dal soggetto erogatore: sì / no.

Appendice C Dichiarazione di conformità (WCAG 2.1)

La sezione 5.3 delle WCAG 2.1 descrive gli elementi che la dichiarazione di conformità di una o più pagine web deve contenere:

- Elementi obbligatori:
 - data della dichiarazione;
 - nome delle linee guida, versione e URI;
 - livello di conformità soddisfatto: A / AA / AAA;
 - descrizione delle pagine Web come elenco di URI cui è riferita la dichiarazione;
 - elenco delle tecnologie per i contenuti Web su cui ci si basa.
- Elementi facoltativi:
 - elenco dei criteri di successo di livello superiore rispetto al livello previsto dalla dichiarazione di conformità che sono soddisfatti;
 - elenco delle specifiche tecnologie *“utilizzate ma non indispensabili per la fruizione”*;
 - elenco dei programmi utente, comprese le tecnologie assistive, utilizzate per testare il contenuto;
 - elenco di specifiche caratteristiche di accessibilità del contenuto;
 - informazioni su qualsiasi accorgimento aggiuntivo in grado di aumentare il livello di accessibilità;
 - elenco delle tecnologie specifiche su cui ci si basa per la fruizione del contenuto;
 - versione in metadati leggibili da un programma della dichiarazione di accessibilità.

Appendice D Condizioni di monitoraggio (Linee Guida sull'accessibilità degli strumenti informatici, AGID)

Le Linee guida dell'AGID nella sezione 5.1 [36] descrivono dettagliatamente le modalità con cui deve essere condotto il monitoraggio dei siti web, descrivendone la periodicità e l'individuazione del campione.

Periodicità del monitoraggio

Il primo periodo di monitoraggio per i siti web è compreso tra il 1° gennaio 2020 e il 22 dicembre 2021. Dopo il primo periodo il monitoraggio è svolto con cadenza annuale in un periodo compreso tra il 1° gennaio e il 22 dicembre.

Campionamento dei siti web

Il campione dei siti web da analizzare è calcolato sulla base della popolazione italiana. Nel primo e secondo periodo la dimensione minima del campione per il monitoraggio semplificato è 2 siti per 100.000 abitanti più 75 siti web; dal terzo periodo il campione dovrà essere di 3 siti per 100.000 abitanti più 75 siti web.

$$\frac{\text{popolazione italiana}}{100.000} * \text{coefficiente periodo} + 75 \text{ siti web} = \text{dimensione campione}$$

*Equazione D-1 - Dimensione campione per il monitoraggio semplificato
(coefficiente periodo = 2 nel primo e secondo periodo,
coefficiente periodo = 3 dal terzo periodo)*

Al 1° gennaio 2020 la popolazione residente in Italia era di 60.359.546 abitanti³³; applicando il calcolo presentato nell'Equazione D-1 risultano le seguenti dimensioni minime del campione per il monitoraggio semplificato:

- 1281 siti web nel primo e secondo periodo;
- 1884 siti web a partire dal terzo periodo.

La dimensione minima del campione per il monitoraggio approfondito è invece pari al 5% delle dimensioni minime del campione utilizzato per il monitoraggio semplificato più 10 siti web; dal calcolo risultano pertanto i seguenti valori:

- 74 siti web nel primo e secondo periodo;
- 104 siti web a partire dal terzo periodo.

³³ Dati ISTAT: <http://dati.istat.it/Index.aspx?QueryId=18460>

A partire dal secondo periodo di monitoraggio il campione deve contenere almeno il 10% dei siti web e app monitorate nel periodo precedente di monitoraggio e almeno il 50% di quelle non monitorate nel periodo precedente.

I siti web devono appartenere a diversi soggetti erogatori così come individuati all'Art. 3 della Legge n. 4/2004 e in particolare rappresentare i seguenti ambiti: protezione sociale, salute, trasporti, istruzione, occupazione e fiscalità, tutela ambientale, ricreazione e cultura, abitazioni e infrastrutture collettive, ordine pubblico e sicurezza.

Campionamento delle pagine

Le Linee guida definiscono i parametri che guidano alla scelta del campione delle pagine web e dei documenti da analizzare, se presenti, sia nel caso del monitoraggio approfondito e semplificato.

Per il metodo di monitoraggio approfondito sono monitorate:

1. la home page;
2. la pagina di accesso;
3. la mappa del sito;
4. la pagina dei contatti;
5. la pagina della guida e le pagine contenenti le informazioni legali;
6. almeno una pagina pertinente per ciascuna tipologia di servizio offerto dal sito web o dall'applicazione mobile e per qualsiasi altro utilizzo principale previsto, compresa la funzionalità di ricerca;
7. le pagine contenenti la dichiarazione di accessibilità e le pagine con il meccanismo di feedback;
8. esempi di pagine dall'apparenza sostanzialmente distinta o che presentano una tipologia di contenuti diversa;
9. almeno un documento pertinente scaricabile, dove applicabile, per ciascun tipo di servizio offerto dal sito web o dall'applicazione mobile e per qualsiasi altro utilizzo principale previsto;
10. qualsiasi altra pagina considerata pertinente dall'AGID;
11. un numero di pagine selezionate a caso pari ad almeno il 10% del campione definito ai precedenti punti (1-10).

Per il metodo di monitoraggio semplificato sono monitorate:

1. la home page;
2. la mappa del sito;
3. la pagina dedicata all'accessibilità;
4. una pagina con i risultati prodotti dalla funzionalità di ricerca;
5. almeno un documento scaricabile in formato PDF:
6. della pagina principale della pubblicità legale;
7. di una pagina della sezione "amministrazione trasparente";

8. un documento scaricabile nel formato PDF selezionato in modo casuale, se non è già stato verificato negli altri punti;
9. in aggiunta, un campione di cinque pagine scelte in modo casuale.

Appendice E Manuale utente WCAG4All

Il sito web è stato realizzato con lo scopo di rendere disponibili i test di verifica dell'accessibilità web attraverso uno strumento di consultazione efficace e intuitivo. Gli sviluppatori possono quindi consultare i test che sono stati definiti ed effettuare una valutazione di accessibilità del sito web che stanno realizzando. Per ognuno dei test vengono descritti lo scopo e la procedura di verifica, oltre ad essere indicati una serie di strumenti che aiutano ad automatizzare questo processo. Il sito può essere utilizzato anche nella fase di progettazione: andando ad analizzare gli aspetti di accessibilità che verranno valutati si possono individuare, a partire dalle specifiche dei test, i principali parametri e le regole di conformità da rispettare.

Homepage

L'homepage del sito introduce al tema dell'accessibilità web e alla verifica di conformità rispetto alle normative esistenti. A tale scopo viene presentata una sezione *Risorse di approfondimento* (Figura E-1) nella quale sono elencati i riferimenti normativi e degli standard web legati all'accessibilità.

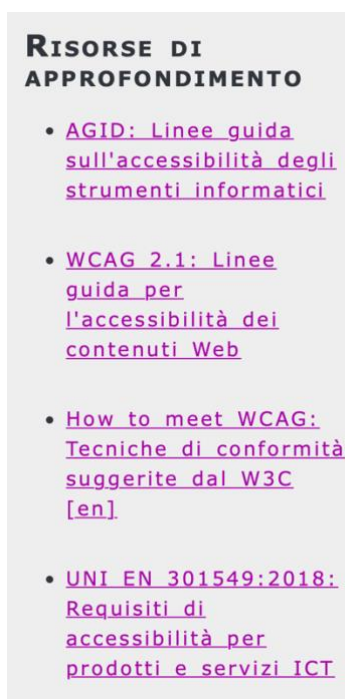


Figura E-1 - Risorse di approfondimento

I link presenti portano al sito web dove può essere consultata la risorsa:

- AGID: Linee guida sull'accessibilità degli strumenti informatici – link alla nuova normativa italiana sull'accessibilità degli strumenti digitali;

- WCAG 2.1: Linee guida per l'accessibilità dei contenuti Web – link alla traduzione italiana ufficiale delle WCAG 2.1 redatte dal W3C;
- How to meet WCAG: Tecniche di conformità suggerite dal W3C – link alla risorsa di approfondimento redatta dal W3C, nella quale vengono presentate una serie di tecniche consigliate per raggiungere la conformità ai punti di controllo delle linee guida. Il documento è in inglese.
- UNI EN 301549:2018: Requisiti di accessibilità per prodotti e servizi ICT – link alla versione italiana della norma europea 301549 sull'accessibilità cui fanno riferimento le linee guida dell'AGID.

Viene quindi descritto il processo che ha portato alla definizione dei test per la valutazione di accessibilità. In totale i test sono 150 e permettono di effettuare una verifica esaustiva di conformità rispetto ai requisiti normativi sull'accessibilità. In particolare, i test sono stati ideati a partire dai requisiti indicati nelle Linee guida sull'accessibilità degli strumenti informatici dell'AGID, dai punti di controllo delle Linee guida per i contenuti web WCAG 2.1 del W3C e da alcune delle principali tecniche di conformità consigliate dal W3C; inoltre, sono state integrate alcune verifiche derivanti da best practice note di sviluppo web. Nel dettaglio i test possono essere così raggruppati:

- 115 test corrispondenti ai punti di controllo delle WCAG 2.1;
- 14 test corrispondenti alle tecniche di conformità suggerite legate alle WCAG 2.1³⁴;
- 21 test derivanti da best practice di sviluppo.

I requisiti descritti nelle Linee guida AGID corrispondono ai punti di controllo di livello A e AA delle WCAG 2.1; in totale, 82 test dei 115 derivanti dalle WCAG 2.1 permettono di verificare la piena conformità alla normativa italiana.

Ognuno dei test è stato inoltre classificato sulla base del tipo di verifica che deve essere condotta: automatica, semiautomatica o manuale. In particolare:

- 6 test sono classificati come automatici e riguardano verifiche legate alla validazione dei sorgenti rispetto agli standard web, al controllo ortografico e alla presenza di link rotti;
- 58 test sono indicati come semiautomatici perché possono essere condotti con l'ausilio di strumenti automatici, ma è fondamentale la presenza dello sviluppatore per valutare se la problematica rilevata necessita di un intervento;
- 86 test richiedono invece una verifica manuale in quanto non sono stati individuati strumenti di supporto; generalmente questo tipo di test sono legati alle prove di input di dati e navigazione della pagina.

Esistono infatti una gran quantità di strumenti automatici che permettono di eseguire verifiche di accessibilità di singole pagine web o di interi siti, che prendono la forma di

³⁴ Riferimento al documento di lavoro How to meet WCAG 2 del W3C <https://www.w3.org/WAI/WCAG21/quickref/>

applicazioni desktop, applicazioni web o estensioni per il browser. I browser moderni, inoltre, tra gli strumenti per gli sviluppatori rendono disponibili alcune funzionalità di verifica dell'accessibilità.

Infine, sono state individuate diverse categorie che determinano l'aspetto o l'elemento della pagina che viene sottoposto a verifica da un dato test. Le categorie vengono descritte nella Tabella E-1.

Categoria	Descrizione	N. Test
<i>HTML</i>	La verifica viene condotta analizzando il codice sorgente della pagina	8
<i>CSS</i>	La verifica viene condotta analizzando i fogli di stile e le regole in essi presenti.	5
<i>Javascript</i>	Viene sottoposto a verifica il comportamento della pagina a seguito dell'interazione dell'utente con diversi componenti.	7
<i>Separazione struttura/ presentazione/ comportamento</i>	La verifica analizza tutti i sorgenti della pagina.	3
<i>Nessun foglio di stile</i>	La pagina viene testata disabilitando i fogli di stile associati.	3
<i>Immagini</i>	Vengono sottoposte a verifica tutte le immagini presenti nella pagina.	4
<i>Media multimediali</i>	Vengono sottoposti a verifica tutti i media multimediali contenenti audio e/o video e i componenti che si auto-aggiornano o in movimento.	18
<i>Grafici</i>	Vengono sottoposti a verifica tutti i grafici e diagrammi presenti nella pagina.	2
<i>Link</i>	La verifica analizza tutti i link presenti nella pagina.	9
<i>Colori</i>	La verifica analizza la scelta, l'uso e l'accostamento dei colori.	8
<i>Form</i>	Vengono sottoposte a verifica tutte le form o campi di input presenti nella pagina.	16
<i>Tabelle</i>	Vengono sottoposte a verifica tutte le tabelle.	3
<i>Tempo di utilizzo</i>	La verifica analizza i componenti per i quali sia presente un tempo limitato di utilizzo.	5
<i>Testo</i>	La verifica ha lo scopo di analizzare l'uso, la forma e la strutturazione del testo.	18
<i>Modalità di input</i>	Viene verificata la possibilità di usare diverse modalità di input nell'interazione con i componenti.	4
<i>Azionamento da movimento</i>	La verifica analizza i componenti le cui operazioni vengono avviate dal movimento.	2
<i>Tastiera</i>	Viene verificato l'uso della tastiera per navigare nella pagina.	10
<i>Ruoli WAI ARIA</i>	Viene sottoposto a verifica l'uso dei ruoli WAI ARIA.	2
<i>Stati WAI ARIA</i>	Viene sottoposto a verifica l'uso degli stati WAI ARIA.	2

Proprietà WAI ARIA	Viene sottoposto a verifica l'uso delle proprietà WAI ARIA.	2
Aiuti alla navigazione	La verifica ha lo scopo di analizzare la presenza di aiuti all'uso e alla navigazione nella pagina.	4
Sovraccarico cognitivo	La verifica analizza il fenomeno del sovraccarico cognitivo in relazione alla pagina utilizzata.	3
Disorientamento	La verifica analizza il fenomeno del disorientamento in relazione alla pagina utilizzata.	12

Tabella E-1- Categorie di test

Test

La pagina dedicata alla consultazione dei test offre una serie di funzionalità il cui scopo è agevolare lo svolgimento e l'individuazione dei test di interesse. Inizialmente la pagina visualizza tutti i 150 test ed è poi possibile applicare dei filtri per visualizzare solo alcuni test alla volta.

I pulsanti presentati in Figura E-2 permettono di navigare tra le categorie presenti visualizzando solo i test appartenenti alla categoria selezionata, concentrando così l'attenzione su un solo aspetto alla volta.

CATEGORIE			
● Visualizza tutte le categorie			
HTML	CSS	JAVASCRIPT	NESSUN FOGLIO DI STILE
IMMAGINI	MEDIA MULTIMEDIALI	GRAFICI	LINK
COLORI	FORM	TABELLE	TEMPO DI UTILIZZO
TESTO	MODALITÀ DI INPUT	AZIONAMENTO DA MOVIMENTO	TASTIERA
RUOLI WAI ARIA	STATI WAI ARIA	PROPRIETÀ WAI ARIA	AIUTI ALLA NAVIGAZIONE
SOVRACCARICO COGNITIVO	DISORIENTAMENTO	SEPARAZIONE STRUTTURA/ PRESENTAZIONE/ COMPORTAMENTO	

Figura E-2 - Pulsanti scelta categoria

Inoltre, è possibile applicare ulteriori filtri sulla base dei riferimenti a partire dai quali sono stati definiti i test o per la tipologia di verifica che deve essere condotta.

Nel primo caso (Figura E-3) si può scegliere tra:

- WCAG 2.1 Livello A;
- WCAG 2.1 Livello AA;
- WCAG 2.1 Livello AAA;
- Tecniche suggerite WCAG 2.1;
- Best practice.

Si noti che i primi due punti riportano l'indicazione AGID tra parentesi: come precedentemente sottolineato, infatti, i punti di controllo della normativa AGID corrispondono all'insieme dei criteri di successo di livello A e AA delle WCAG 2.1.

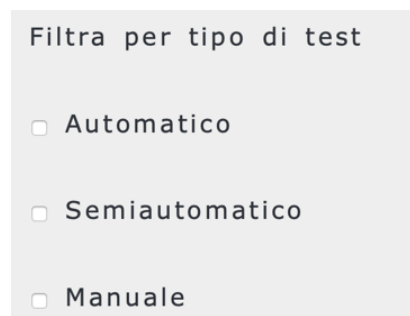


Filtra per riferimenti

- ☐ WCAG 2.1 Livello A (AGID)
- ☐ WCAG 2.1 Livello AA (AGID)
- ☐ WCAG 2.1 Livello AAA
- ☐ Tecniche suggerite WCAG 2.1
- ☐ Best practice

Figura E-3 - Filtri fonte di riferimento

Per quanto riguarda invece il tipo di verifica (Figura E-4), i risultati possono essere filtrati selezionando la voce: test automatico, semiautomatico e/o manuale.



Filtra per tipo di test

- ☐ Automatico
- ☐ Semiautomatico
- ☐ Manuale

Figura E-4 - Filtri tipo di verifica

Nel caso delle categorie la scelta è esclusiva, ovvero può essere visualizzata una sola categoria per volta oppure tutte le categorie, selezionando l'apposita voce; per quanto riguarda i riferimenti e il tipo di verifica, invece, possono essere contemporaneamente selezionati e applicati diversi filtri.

Infine, è possibile riordinare la visualizzazione dei test come presentato in Figura E-5. Di default viene usato l'identificativo incrementale associato ai test, secondo l'ordine delle categorie di appartenenza. Gli altri valori possibili per l'ordinamento sono:

- Riferimento: WCAG 2.1, Suggerimenti WCAG 2.1 e Best Practice;
- Livello: A, AA e AAA;

- AGID: che ordina i risultati secondo l'ordine dei punti di controllo delle linee guida dell'AGID.

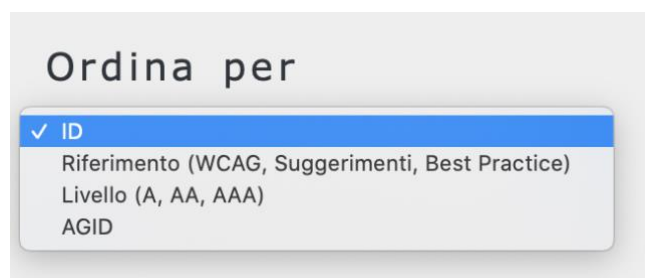


Figura E-5 - Scelta ordinamento

Si noti che nel caso delle tecniche di conformità suggerite nell'ambito delle WCAG 2.1, queste fanno riferimento a un preciso punto di controllo e pertanto hanno associato un livello di conformità. L'ordinamento per livello quindi accorpa sia i test relativi alle WCAG 2.1 che quelli derivanti dai suggerimenti WCAG 2.1.

Nella pagina vengono quindi presentati in elenco i test corrispondenti ai filtri selezionati, oppure tutti i test se nessun filtro viene applicato. Per ognuno di essi viene riportato:

- il codice univoco identificativo;
- lo scopo della verifica;
- la categoria di appartenenza;
- il tipo di verifica;
- l'indicazione del riferimento da cui è stato tratto il test (WCAG 2.1, suggerimenti WCAG 2.1 o best practice);
- l'eventuale indicazione del criterio delle WCAG 2.1 cui si riferisce il test e il livello di conformità corrispondente;
- se presenti, vengono riportati i casi eccezionali in cui un determinato elemento può non rispettare la specifica.

<p>ID Test: 64</p> <p>Verificare l'uso di un contrasto forte nel testo e nelle immagini di testo: almeno 7:1 per il testo piccolo (inferiore a 18 pt o 14 pt se in grassetto) e 4.5:1 per il testo grande (maggiore o uguale a 18pt o 14pt se in grassetto)</p> <p>Categoria: Colori</p> <p>Verifica: Semiautomatica Dettaglio procedura</p> <p>WCAG 2.1 Criterio: 1.4.6 Contrasto (avanzato)</p> <p>Approfondimento WCAG 2.1</p> <p>Livello: AAA</p> <p>Eccezioni: Il testo non è essenziale o è contenuto in un logo o un marchio</p>
<p>ID Test: 65</p> <p>Verificare il contrasto dei colori visualizzando la pagina in scala di grigi</p> <p>Categoria: Colori</p> <p>Verifica: Semiautomatica Dettaglio procedura</p> <p>Best practice</p>

Figura E-6 - Elenco dei test

Nel caso di test derivanti dalle WCAG 2.1 o dai suggerimenti legati alle WCAG 2.1 viene presentato inoltre un link diretto alla sezione delle Linee guida WCAG 2.1 nella quale viene descritto il criterio a cui fa riferimento il test. Il link è indicato come *Approfondimento WCAG 2.1*.

Per avere maggiori dettagli sulla procedura di verifica è disponibile invece una voce *Dettaglio procedura* che porta a una nuova pagina nella quale viene descritto più in dettaglio il test.

Dettaglio

La pagina di dettaglio di un test riprende tutte le informazioni generali presentate anche nell'elenco alla pagina *Test* (Figura E-6) alle quali vengono però aggiunte due sezioni relative alla procedura e agli strumenti che possono essere utilizzati per lo svolgimento della verifica. La *Procedura di test* descrive in modo più approfondito rispetto al solo scopo del test gli elementi o gli aspetti che devono essere analizzati e come deve avvenire la valutazione di accessibilità (Figura E-7). Nel caso di test automatici o semiautomatici viene inoltre descritto in che modo possono essere sfruttati i tool consigliati per lo svolgimento della verifica.

PROCEDURA DI TEST

Analizzare il sorgente della pagina e verificare l'uso degli elementi semantici corretti per la definizione della tabella. In particolare verificare la presenza degli attributi necessari e descrivere le intestazioni e il verso delle intestazioni (unidimensionali o bidimensionali), in modo che sia chiara la struttura della tabella anche alle tecnologie assistive. I tool consigliati permettono di verificare la correttezza nell'uso degli elementi semantici.

Figura E-7 - Procedura di test

La sezione strumenti consigliati, nel solo caso di test automatici e semiautomatici, riporta invece un elenco dei tool (applicazioni o estensioni per il browser) che offrono tra le loro funzionalità anche un modo per verificare o aiutare lo sviluppatore a verificare il superamento della condizione di test.

STRUMENTI CONSIGLIATI

4 tools

- Arc Toolkit

Estensione disponibile per Chrome

Vai al sito: <https://www.paciellogroup.com/toolkit/>

- Total validator

Programma disponibile per tutte le piattaforme Windows, macOS e Linux

Vai al sito: <https://www.totalvalidator.com>

- Wave di WebAIM

Online tool disponibile anche come estensione per Chrome e Firefox

Vai al sito: <https://wave.webaim.org>

- W3C markup validation service

Vai al sito: <https://validator.w3.org>

Figura E-8 - Strumenti consigliati

Appendice F Manuale manutentore

WCAG4All

Database

Per salvare tutte le informazioni riguardanti i test e gli strumenti di verifica, è stato realizzato un database MySQL. Il database conta 7 tabelle:

- Test: tabella principale che raggruppa tutte le informazioni sui test, scopo della verifica, eventuali eccezioni alla regola, procedura di test, indicazione del punto di controllo AGID, se presente.
- Fonte: tabella contenente l'elenco dei riferimenti da cui sono stati tratti i test, WCAG 2.1³⁵, tecniche di conformità WCAG 2.1³⁶, best practice di sviluppo.
- WCAG: elenco dei 78 criteri di successo delle WCAG 2.1, con indicazione del livello di conformità, il nome del punto di controllo e il link diretto alla sezione specifica nel documento WCAG 2.1 del W3C;
- Categoria: elenco delle categorie individuate per raggruppare i test secondo l'aspetto o l'elemento della pagina che viene sottoposto a verifica (Tabella F-1);
- Tool: tabella contenente l'elenco degli strumenti automatici disponibili per l'esecuzione dei test, con indicazione del nome, informazioni sul tool (applicazione desktop, estensione browser, ecc.) e link al sito dello strumento.

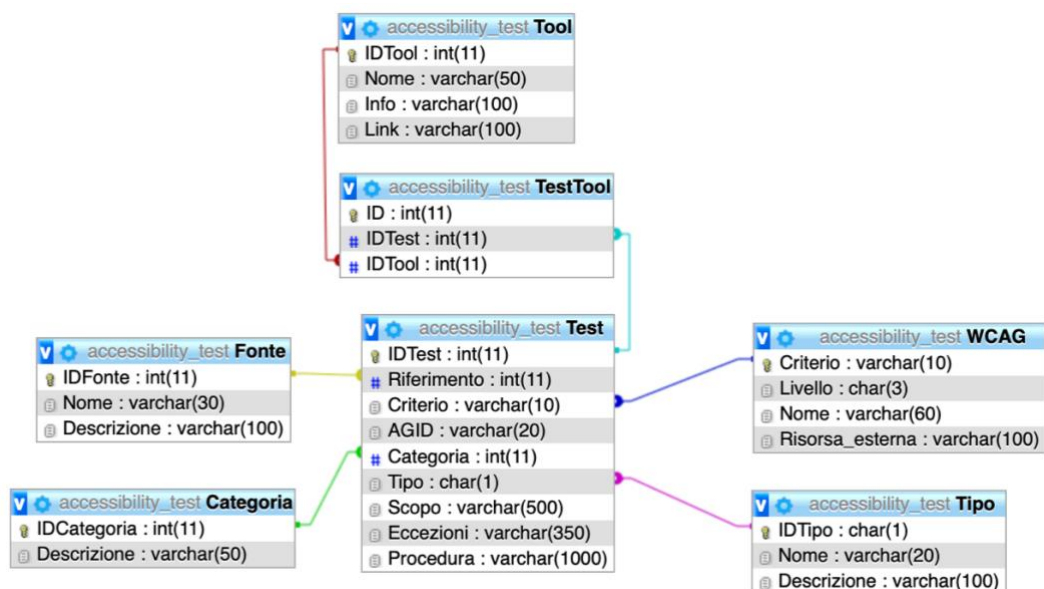


Figura F-1 - Schema database

³⁵ Traduzione italiana, WCAG 2.1 - <https://www.w3.org/Translations/WCAG21-it/>

³⁶ How to meet WCAG 2.1 <https://www.w3.org/WAI/WCAG21/quickref/>

Categoria	Descrizione	N. Test
HTML	La verifica viene condotta analizzando il codice sorgente della pagina	8
CSS	La verifica viene condotta analizzando i fogli di stile e le regole in essi presenti.	5
Javascript	Viene sottoposto a verifica il comportamento della pagina a seguito dell'interazione dell'utente con diversi componenti.	7
Separazione struttura/ presentazione/ comportamento	La verifica analizza tutti i sorgenti della pagina.	3
Nessun foglio di stile	La pagina viene testata disabilitando i fogli di stile associati.	3
Immagini	Vengono sottoposte a verifica tutte le immagini presenti nella pagina.	4
Media multimediali	Vengono sottoposti a verifica tutti i media multimediali contenenti audio e/o video e i componenti che si auto-aggiornano o in movimento.	18
Grafici	Vengono sottoposti a verifica tutti i grafici e diagrammi presenti nella pagina.	2
Link	La verifica analizza tutti i link presenti nella pagina.	9
Colori	La verifica analizza la scelta, l'uso e l'accostamento dei colori.	8
Form	Vengono sottoposte a verifica tutte le form o campi di input presenti nella pagina.	16
Tabelle	Vengono sottoposte a verifica tutte le tabelle.	3
Tempo di utilizzo	La verifica analizza i componenti per i quali sia presente un tempo limitato di utilizzo.	5
Testo	La verifica ha lo scopo di analizzare l'uso, la forma e la strutturazione del testo.	18
Modalità di input	Viene verificata la possibilità di usare diverse modalità di input nell'interazione con i componenti.	4
Azionamento da movimento	La verifica analizza i componenti le cui operazioni vengono avviate dal movimento.	2
Tastiera	Viene verificato l'uso della tastiera per navigare nella pagina.	10
Ruoli WAI ARIA	Viene sottoposto a verifica l'uso dei ruoli WAI ARIA.	2
Stati WAI ARIA	Viene sottoposto a verifica l'uso degli stati WAI ARIA.	2
Proprietà WAI ARIA	Viene sottoposto a verifica l'uso delle proprietà WAI ARIA.	2
Aiuti alla navigazione	La verifica ha lo scopo di analizzare la presenza di aiuti all'uso e alla navigazione nella pagina.	4
Sovraccarico cognitivo	La verifica analizza il fenomeno del sovraccarico cognitivo in relazione alla pagina utilizzata.	3
Disorientamento	La verifica analizza il fenomeno del disorientamento in relazione alla pagina utilizzata.	12

Tabella F-1 - Categorie di test

Struttura del sito

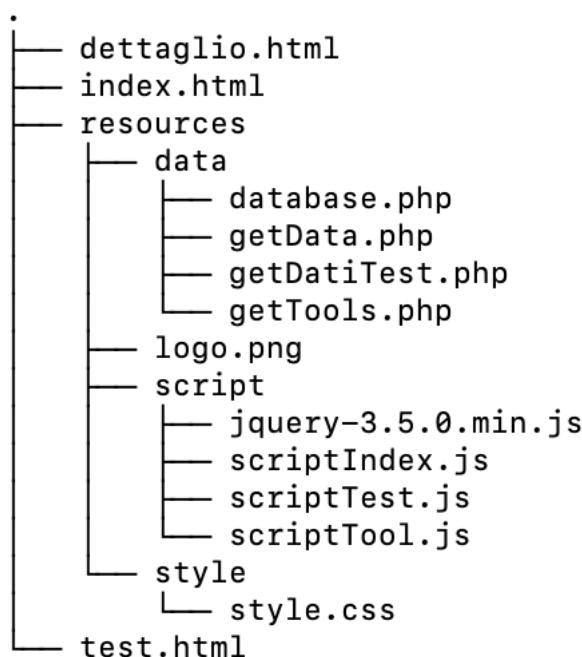


Figura F - 2 - Struttura del sito

Il sito è composto da 3 pagine HTML principali:

1. `index.html`: introduzione al tema dell'accessibilità web e alle normative vigenti;
2. `test.html`: pagina per la consultazione dei test ;
3. `dettaglio.html`: dettaglio di un singolo test, con descrizione della procedura di verifica ed elenco dei tool automatici consigliati, se disponibili.

Dalla pagina `test.html` si arriva alla pagina `dettaglio.html` attraverso un link *Dettaglio procedura*, che effettua una richiesta HTTP alla pagina indicando nella QueryString il codice identificativo del test di cui si vogliono conoscere i dettagli:

<https://web.math.unipd.it/accessibility/dettaglio.html?ID=68>

Le pagine hanno una struttura statica di base comune, mentre i contenuti dinamici sono gestiti tramite script JavaScript e PHP. Gli script JavaScript sono basati sulla libreria jQuery che esegue chiamate AJAX agli script PHP al verificarsi di determinati eventi lato client (caricamento della pagina oppure interazione dell'utente con i componenti di input). I dati necessari all'interrogazione successiva al database vengono trasmessi con metodo POST.

Lo script `database.php` definisce una classe `DBAccess` che offre i metodi necessari alla connessione al database e all'interrogazione dello stesso per il recupero dei dati. Gli altri script PHP invece recuperano i parametri della richiesta POST ricevuta da AJAX ed

effettuano l'interrogazione al database tramite i metodi disponibili. Infine, elaborano la risposta ricevuta dal database formattando i dati utilizzando codice HTML prima di restituire la risposta per il parsing e la visualizzazione dei dati sulla pagina.

Ogni pagina HTML ha associato un proprio script JS e PHP, come presentato in Tabella F-2.

Pagina HTML	Script JavaScript	Script PHP
index.html	scriptIndex.js	getDatiTest.php
test.html	scriptTest.js	getData.php
dettaglio.html	scriptTool.js	getTools.php

Tabella F-2 - Relazione pagine-script

Bibliografia

- [1] ISFOL e L. Chiurco, «Disabilità e linguaggio di riferimento nel rinnovato scenario della Convenzione Onu sui diritti delle persone con disabilità,» *ISFOL OA*: <http://isfoloa.isfol.it/handle/123456789/628>, Roma, 2013.
- [2] L. Kalbag, *Accessibility for Everyone, A book Apart*, 2017.
- [3] M. F. Story, R. L. Mace e J. L. Mueller, *The Universal Design File - Designing for People of All Ages and Abilities*, NC State University, The Center for Universal Design, 1998.
- [4] J. O. Wobbrock, K. Z. Gajos, S. K. Kane e G. C. Vanderheiden, «Ability-Based Design,» *Communications of the ACM*, vol. 61, n. 6, pp. 62-71, Giugno 2018.
- [5] AGID - Agenzia per l'Italia Digitale, «Linee Guida sull'Accessibilità degli strumenti informatici,» 26 Novembre 2019. [Online].
- [6] Centro di Ateneo per i Diritti Umani "Antonio Papisca" - Università degli Studi di Padova, «Convenzione internazionale sui diritti delle persone con disabilità (2006),» Aggiornamento 2018. [Online]. Available: https://unipd-centrodirittiumani.it/it/strumenti_internazionali/Convenzione-internazionale-sui-diritti-delle-persone-con-disabilita-2006/183.
- [7] Department of Economic and Social Affairs - Disability; United Nations, «The Convention in Brief,» 2006. [Online]. Available: <https://www.un.org/development/desa/disabilities/convention-on-the-rights-of-persons-with-disabilities/the-convention-in-brief.html>.
- [8] M. Gould e V. Montenegro, «2016 ICT Accessibility CRPD Progress Report,» G3ict, 2017.
- [9] Report of the Secretary-General, General Assembly, United Nations, «Accessibility and the status of the Convention on the Rights of Persons with Disabilities and the Optional Protocol thereto,» 11 Luglio 2019.
- [10] D. Ferri, «L'unione Europea e i diritti delle persone con disabilità: brevi riflessioni a vent'anni dalla prima 'Strategia',» *Politiche Sanitarie - Salute e diritto*, vol. 17, n. 2, Aprile - Giugno 2016.
- [11] Commissione Europea, «eEurope2002,» 13 Marzo 2001. [Online]. Available: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/?uri=LEGISSUM%3A124226a>.
- [12] R. Scano, «Il cammino europeo,» 24 Marzo 2003. [Online]. Available: <https://www.webaccessibile.org/normative/libro-bianco-tecnologie-per-la-disabilita/il-cammino-europeo/#a33>.
- [13] Commissione Europea, «eEurope2005,» 28 Maggio 2002. [Online]. Available: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/?uri=LEGISSUM%3A124226a>.
- [14] Commissione Europea, «Comunicazione della Commissione al Parlamento Europeo, al Consiglio, al Comitato Economico e Sociale Europeo e al Comitato delle Regioni,» 15 Novembre 2010. [Online]. Available: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:52010DC0636&from=IT>.
- [15] Commissione Europea, «European disability strategy 2010-2020,» [Online]. Available: <https://ec.europa.eu/social/main.jsp?catId=1484&langId=en>.
- [16] Commissione Europea, «Progress Report on the implementation of the European Disability Strategy (2010-2020),» 2017.

- [17] Commissione Europea, «European accessibility act,» [Online]. Available: <https://ec.europa.eu/social/main.jsp?catId=1202>.
- [18] Parlamento Europeo, «Direttiva 2016/2102,» 26 Ottobre 2016. [Online]. Available: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2016/2102/oj>.
- [19] Parlamento Europeo, «Direttiva del Parlamento europeo e del Consiglio sul ravvicinamento delle disposizioni legislative, regolamentari e amministrative degli Stati membri relativi ai requisiti di accessibilità dei prodotti e dei servizi,» 2 Dicembre 2015. [Online]. Available: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM%3A2015%3A0615%3AFIN>.
- [20] Parlamento Europeo, «Direttiva 2019/882,» 17 Aprile 2019. [Online]. Available: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=uriserv:OJ.L_.2019.151.01.0070.01.ENG&toc=OJ:L:2019:151:TOC.
- [21] Commissione Europea, «Accessibilità dei siti web e delle applicazioni mobili degli enti del settore pubblico,» 19 Luglio 2016. [Online]. Available: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CONSIL:ST_11407_2016_INIT&from=DE.
- [22] Parlamento Europeo, «Direttiva 2018/2048,» 20 Dicembre 2018. [Online]. Available: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018D2048&from=EN>.
- [23] ETSI, «EN 301 549 V2.1.2 - Accessibility requirements for ICT products and services,» Agosto 2018. [Online]. Available: https://www.etsi.org/deliver/etsi_en/301500_301599/301549/02.01.02_60/en_301549v020102p.pdf.
- [24] PRESIDENZA DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI DIPARTIMENTO DELLA FUNZIONE PUBBLICA, «Linee guida per l'organizzazione, l'usabilità e l'accessibilità dei siti Web delle pubbliche amministrazioni,» 13 Marzo 2001. [Online]. Available: <http://www.privacy.it/archivio/circfupub20010313.html>.
- [25] R. M. Giorgi e F. Bargellini, «L'accessibilità e l'usabilità dei siti web delle Pubbliche Amministrazioni: due strumenti per l'e-participation,» *Informatica e diritto, XXXII annata*, vol. XV, n. 1, pp. 71-94, 2006.
- [26] G. Affinito, «L'e-government e l'accessibilità,» 28 Ottobre 2002. [Online]. Available: <https://www.webaccessibile.org/normative/l-e-government-e-l-accessibilita>.
- [27] Parlamento italiano, «Legge 9 gennaio 2004, n. 4 "Disposizioni per favorire l'accesso dei soggetti disabili agli strumenti informatici",» 9 Gennaio 2004. [Online]. Available: <https://www.camera.it/parlam/leggi/04004l.htm>.
- [28] Anitec-Assinform, «Accessibilità, Usabilità, Trasparenza,» [Online]. Available: <https://www.assinform.it/innovabile/accessibilita/accessibilita-usabilita-trasparenza.kl>.
- [29] Anitec-Assinform, «Legge Stanca: “Disposizioni per favorire l'accesso dei soggetti disabili agli strumenti informatici”,» [Online]. Available: <https://www.assinform.it/innovabile/accessibilita/legge-stanca.kl>.
- [30] Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca, «DECRETO 20 marzo 2013 Modifiche all'allegato A del decreto 8 luglio 2005 del Ministro per l'innovazione e le tecnologie, recante: «Requisiti tecnici e i diversi livelli per

- l'accessibilit  agli strumenti informatici»,» 20 Marzo 2013. [Online]. Available: <https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2013/09/16/13A07492/sg>.
- [31] AGID - Agenzia per l'Italia Digitale, «Codice Amministrazione Digitale», [Online]. Available: <https://www.agid.gov.it/it/agenzia/strategia-quadro-normativo/codice-amministrazione-digitale>.
- [32] G. Scorza, «Cos'  il difensore civico digitale e a che servir . Scorza: "Ecco vantaggi e sfide",» 30 Gennaio 2018. [Online]. Available: <https://www.agendadigitale.eu/cittadinanza-digitale/cose-difensore-civico-digitale-servira-scorza-vantaggi-sfide/>.
- [33] R. Scano, «Obblighi di accessibilit », 29 Marzo 2013. [Online]. Available: <https://www.webaccessibile.org/legge-stanca/obblighi-di-accessibilita/>.
- [34] AGID - Agenzia per l'Italia Digitale, «Difensore civico per il digitale», [Online]. Available: <https://www.agid.gov.it/it/agenzia/difensore-civico-il-digitale>.
- [35] G. Manca, «Difensore civico digitale, ecco le procedure per il cittadino», 12 Marzo 2018. [Online]. Available: <https://www.agendadigitale.eu/cittadinanza-digitale/difensore-civico-digitale-le-procedure-le-istanze/>.
- [36] Parlamento Italiano, «DECRETO LEGISLATIVO 10 agosto 2018, n. 106 Riforma dell'attuazione della direttiva (UE) 2016/2102 relativa all'accessibilit  dei siti web e delle applicazioni mobili degli enti pubblici.», 10 Agosto 2018. [Online]. Available: <https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2018/09/11/18G00133/sg>.
- [37] AGID - Agenzia per l'Italia Digitale, «Linee Guida per l'Accessibilit : le novit  per le PA», 9 Gennaio 2020. [Online]. Available: <https://www.agid.gov.it/it/agenzia/stampa-e-comunicazione/notizie/2020/01/09/linee-guida-laccessibilita-novita-pa>.
- [38] R. Scano, «Linee guida per l'accessibilit  ICT: cosa cambia per le PA?», 10 Gennaio 2020. [Online]. Available: <https://www.webaccessibile.org/normative/linee-guida-per-laccessibilita-ict-cosa-cambia-per-le-pa/>.
- [39] A. Palmieri, «Gli italiani e il difensore civico digitale: solo 142 segnalazioni e un amore che non sboccia...», 31 Gennaio 2020. [Online]. Available: <https://www.economyup.it/innovazione/gli-italiani-e-il-difensore-civico-digitale-solo-142-segnalazioni-e-un-amore-che-non-sboccia/>.
- [40] W3C, «W3C Mission», [Online]. Available: <https://www.w3.org/Consortium/mission>.
- [41] W3C - WAI - Web Accessibility Initiative, «Making the Web Accessible», [Online]. Available: <https://www.w3.org/WAI/>.
- [42] W3C - WAI - Web Accessibility Initiative , «WAI-ARIA Overview», Aggiornamento 15 Gennaio 2016. [Online]. Available: <https://www.w3.org/WAI/standards-guidelines/aria/>.
- [43] W3C - WAI - Web Accessibility Initiative, «Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1», 5 Giugno 2018. [Online]. Available: <https://www.w3.org/TR/WCAG21/>.
- [44] W3C - WAI - Web Accessibility Initiative, «Accessibility Principles», Aggiornamento 10 Maggio 2019. [Online]. Available: <https://www.w3.org/WAI/fundamentals/accessibility-principles/#operable>.

- [45] W3C - WAI - Web Accessibility Initiative, «How to Meet WCAG (Quick Reference),» Aggiornamento 4 Ottobre 2019. [Online]. Available: <https://www.w3.org/WAI/WCAG21/quickref/>.
- [46] W3C - WAI - Web Accessibility Initiative, «Understanding WCAG 2.1,» Aggiornamento 18 Gennaio 2019. [Online]. Available: <https://www.w3.org/WAI/WCAG21/Understanding/>.
- [47] W3C - WAI - Web Accessibility Initiative, «W3C Techniques for WCAG 2.1,» Aggiornamento 12 Settembre 2019. [Online]. Available: <https://www.w3.org/WAI/WCAG21/Techniques/>.
- [48] W3C - WAI - Web Accessibility Initiative, «Web Accessibility Laws & Policies,» Aggiornamento 21 Marzo 2018. [Online]. Available: <https://www.w3.org/WAI/policies/>.
- [49] Bureau of Internet Accessibility, «How Widely Used is WCAG?,» 28 Maggio 2019. [Online]. Available: <https://www.boia.org/blog/how-widely-used-is-wcag>.
- [50] W3C - WAI - Web Accessibility Initiative, «WCAG 2.1 adopted in European standard EN 301 549 for ICT,» 13 Settembre 2018. [Online]. Available: <https://www.w3.org/WAI/news/2018-09-13/WCAG-21-EN301549/>.
- [51] Deque Systems, «EU Web Accessibility Compliance and Legislation,» 16 Gennaio 2020. [Online]. Available: <https://www.deque.com/blog/eu-web-accessibility-compliance-and-legislation/>.
- [52] Level Access & G3ict, «The state of Digital Accessibility 2019,» 2019.
- [53] R. Berton, «Captcha Challenge,» in *Accessibilità Web e disabilità visive: problemi e possibili soluzioni*, Tesi Corso di Laurea Magistrale in Informatica - Dipartimento di Matematica - Università degli Studi di Padova, 2019, pp. 60-63.
- [54] «Progetto Vis-A-Wis dell'Università di Roma,» 2008. [Online]. Available: <http://www.dis.uniroma1.it/~santucci/Visawis/VisawisPieghievole.pdf>.
- [55] ISEMOA, «Accessibilità perchè ne abbiamo bisogno».
- [56] R. Castaldo, «Progettazione Universale e Mappe Cognitive,» 13 Luglio 2008. [Online]. Available: <https://www.webaccessibile.org/le-basi/progettazione-universale-e-mappe-cognitive/>.
- [57] R. Zheng, «Learn to Create Accessible Websites with the Principles of Universal Design,» 2020. [Online]. Available: <https://www.interaction-design.org/literature/article/learn-to-create-accessible-websites-with-the-principles-of-universal-design>.
- [58] UK Public General Acts, «Equality Act 2010,» 2010. [Online]. Available: <http://www.legislation.gov.uk/ukpga/2010/15/contents>.
- [59] GOV.UK Service Manual - Accessibility and assisted digital, «Understanding WCAG 2.1,» 2018. [Online]. Available: <https://www.gov.uk/service-manual/helping-people-to-use-your-service/understanding-wcag#applying-wcag-21-guidelines>.
- [60] W3C - WAI - Web Accessibility Initiative, «Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) Overview,» Aggiornamento 22 Giugno 2018. [Online]. Available: <https://www.w3.org/WAI/standards-guidelines/wcag/>.
- [61] M. Lensink, «State Government strengthens its commitment to providing accessible digital services for all South Australians,» Government of South Australia, 17 Maggio 2019. [Online]. Available:

<https://www.premier.sa.gov.au/news/media-releases/news/state-government-strengthens-its-commitment-to-providing-accessible-digital-services-for-all>.

- [62] Government of Canada, «Guidance on Implementing the Standard on Web Accessibility,» 30 Aprile 2013. [Online]. Available: <https://www.canada.ca/en/treasury-board-secretariat/services/government-communications/guidance-implementing-standard-web-accessibility.html>.
- [63] M. Priestley, «National accessibility requirements and standards for products and services in the European single market: overview and examples,» Academic Network of European Disability experts (ANED), 2013.
- [64] Commissione Europea, «The Web Accessibility Directive Expert Group (WADEX),» Aggiornamento 9 Marzo 2020. [Online]. Available: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/web-accessibility-directive-expert-group-wadex>.
- [65] AGID - Agenzia per l'Italia Digitale, «Accessibilità: attuazione della Direttiva UE/2016/2012,» 20 Settembre 2019. [Online]. Available: <https://www.agid.gov.it/it/agenzia/stampa-e-comunicazione/notizie/2019/09/20/accessibilita-attuazione-direttiva-ue20162012>.
- [66] S. Crafa e O. Gaggi, «Tecnologia accessibile e società inclusiva: binomio possibile?,» in *Diritti umani e inclusione*, Il Mulino, 2019, pp. 165-176.
- [67] A. Gibson, «Reframing accessibility for the web,» 3 Febbraio 2015. [Online]. Available: <https://alistapart.com/article/reframing-accessibility-for-the-web/>.

Ringraziamenti

Il primo ringraziamento va al Dipartimento di Matematica per avermi permesso di condurre uno studio su un tema così importante come l'accessibilità sul proprio sito web. In particolare, ringrazio il dott. Luca Cappello per aver accompagnato il mio lavoro di stage andando ad applicare le soluzioni di adeguamento normativo al sito web e per la chiarezza con cui mi ha illustrato le soluzioni tecniche adottate per la creazione del sito. Inoltre, ringrazio il dott. Luca Righi per la collaborazione e la pazienza dimostrata nelle fasi di pubblicazione del sito WCAG4All.

Un doveroso ringraziamento, ricco di stima, va alla prof.ssa Gaggi per la disponibilità, la pazienza, la puntualità, la comprensione e la cura con cui ha seguito il mio lavoro. La ringrazio per avermi posto di fronte a un problema così rilevante, la cui soluzione è alla portata di tutti. L'accessibilità, spesso relegata a una mera e costosa fissazione del politicamente corretto, richiede invece solo piccole e semplici attenzioni che permettano la creazione di un ambiente migliore per tutti. A lei auguro di non perdere mai la passione che la contraddistingue e di riuscire a ispirare nuove menti ogni giorno.

A Cesco, Tommy, Fra, Gufo e Gabriel per avermi insegnato a non sottovalutare l'importanza di trovare sempre una valida ragione per brindare o fare una pausa, anche se forse l'ho compreso troppo tardi. Li ringrazio per aver sopportato la mia eccessiva dedizione ed essere comunque riusciti a regalarmi la serenità necessaria ad affrontare nel modo giusto questi anni di studio.

A Fiammetta, presenza femminile necessaria e sufficiente, per aver condiviso riflessioni, paure e risate di fronte a un caffè che non era mai abbastanza lungo. La ringrazio per essere stata sempre disponibile ad ascoltarmi e la comprensione che non mi ha mai fatto mancare.

Ringrazio Wen per avermi concesso l'onore di far parte dei cinque.

Non basterebbero poi tutte le pagine di questa tesi per ringraziare a sufficienza Andrea, per aver visto oltre e per la pazienza con cui ogni giorno mi insegna a guardarmi in modo nuovo. Lo ringrazio per avermi compresa, sopportata e supportata, per essersi avvicinato senza lasciarmi più sola da quando le nostre strade si sono incrociate.

Ringrazio la mia famiglia, per avermi insegnato che nella vita esistono solo due modi di fare le cose: farle bene o non farle. Li ringrazio per aver sempre creduto in me e il supporto che mi hanno fornito in tutti questi anni di studio.

A mamma e papà, per il sostegno che non mi hanno mai fatto mancare, per le lacrime che hanno asciugato e per avermi compresa nei momenti di maggiore stress. A loro va il ringraziamento più grande per avermi insegnato a combattere e a impegnarmi e per avermi permesso di seguire la mia strada e le mie passioni.

Ultima, ma non ultima, ringrazio mia sorella, che ha sempre pensato fossi io la forte di casa, la piccola da ammirare, senza aver mai compreso che da tutta la vita avviene il contrario. Senza la sua presenza costante, nonostante la distanza, niente di tutto questo sarebbe stato possibile.