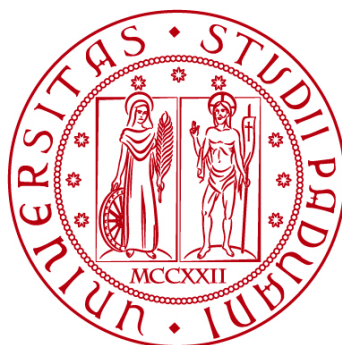


UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, EDILE E
AMBIENTALE

Department Of Civil, Environmental and Architectural Engineering

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Civile



TESI DI LAUREA

**DOS-SA (Driving Observation Schedule-Simulator
Adaptation):**

Strumento di valutazione della guida simulata

Relatore:

PROF. ING. RICCARDO ROSSI

Correlatore:

PROF. LEANDRO LUIGI DI STASI – Università di Granada

Laureando: ALBAN KUQI

N° matricola: 2015527

ANNO ACCADEMICO 2021-2022

Abstract	5
Introduzione.....	7
1. Scopo dello studio	10
1.1. Il problema allo studio	10
1.2. Rinnovo patenti conducenti anziani	14
1.3. Panoramica generale degli studi sul DOS (PRISMA).....	19
1.4. Driving Observation Schedule (DOS) strumento di valutazione.....	23
1.5. Idea per la validazione DOS – SA (Simulator Adaptation).	25
2. Esperimento, schema sperimentale.....	26
2.1. Il simulatore di guida.....	26
2.2. Campione sperimentale, partecipanti.....	28
2.3. Scenari di guida – schema sperimentale	29
2.4. Gli output sperimentali.....	33
3. Sviluppo dello strumento DOS-SA.....	35
3.1. Criteri struttura del DOS-SA	35
3.2. Creazione tabella e modalità d’uso DOS-SA	44
3.2.1. Creazione tabelle DOS-SA	44
3.2.2. Modalità d’uso delle tabelle di valutazioni DOS-SA	49
3.3. Modalità di raccolta dei dati.....	51
3.3.1. Attività di valutazione	52
3.3.1. Creazione della base di dati	53
4. Analisi Dati estratti dal DOS-SA.....	57
4.1. Validazione dello strumento del DOS-SA.....	57
4.2. Analisi dei comportamenti di guida dei partecipanti.....	59
4.3. Riassunto dei comportamenti errati tenuti dai conducenti anziani.....	74
5. Giudizio performance di guida da DOS-SA.....	77
6. Estrazione dati dal simulatore di guida	82
7. Correlazione dati da simulatore e i dati estratti da DOS-SA	87
8. Conclusioni Studio.....	95
9. Riferimento bibliografico	97

Abstract

Lo scopo primario del presente lavoro di tesi è quello di creare uno strumento di valutazione delle performance di guida dei conducenti anziani tramite l'uso dei simulatori di guida.

Durante lo studio si è provveduto all'implementazione e validazione di uno strumento di valutazione della performance di guida dei conducenti, il Driving Observation Schedule (DOS), usualmente impiegato nei contesti di guida naturalistica, in relazione al suo utilizzo in ambiente virtuale (simulatore di guida automobilistico).

Nei primi capitoli, dopo un'analisi della letteratura esistente, vengono illustrate le motivazioni dello studio.

Nei capitoli successivi vengono descritte le caratteristiche dello strumento di valutazione e le modalità di adattamento dello stesso all'ambiente di simulazione, arrivando fino alla sua validazione sperimentale.

Nei capitoli conclusivi, vengono effettuate le analisi dei dati raccolti durante l'esperimento, caratterizzando i comportamenti di guida dei conducenti anziani sottoposti al test.

Infine, i dati oggettivi raccolti durante le simulazioni di guida sono stati impiegati per identificare possibili correlazioni con i dati derivati dal DOS nelle medesime prove sperimentali.

Introduzione

Recentemente, si è registrato un aumento delle vittime su strada, soprattutto tra i conducenti anziani. Nell'Unione Europea (UE), solo nel 2018, i decessi di persone anziane su strada, di età superiori ai 65 anni, rappresentano il 28%, in aumento rispetto al 22% del 2010 (De Keersmaecker & Meder, 2020). Si nota come durante l'invecchiamento delle persone, aumentino le probabilità del presentarsi di problemi cognitivi e fisiologici che potrebbero portare ad un incremento del numero di coinvolgimenti in incidenti (Nicolas-Fraile, 2018).

Per questo motivo risulta necessario monitorare le performance di guida; in questo senso le valutazioni su strada sono considerate il miglior approccio per effettuare un giudizio affidabile sull'idoneità alla guida, vista la loro comprovata validità (Bellagamba et al., 2020; Dickerson et al., 2014). Queste attività di monitoraggio sono sempre state d'interesse da parte dei ricercatori per la loro importanza nel valutare le prestazioni di guida delle persone; soprattutto lo studio della possibilità che queste performance possono essere compromesse, come nel caso degli anziani sani o quelli con problemi cognitivi (Bellagamba et al., 2020). E' noto che, queste categorie di persone, presentano un maggior rischio d'incidente, principalmente a causa di cali cognitivi e fisici, soprattutto dovuti all'età (Chen et al., 2018; Lee et al., 2003). Per questo motivo è conveniente utilizzare strumenti di valutazione di guida standardizzati che forniscono misure affidabili delle reali prestazioni su strada.

Alla luce di questa esigenza, sono stati creati una serie di strumenti per valutare il comportamento di guida. Uno dei più utilizzati per le persone più anziane è il Driving Observation Schedule (DOS) (Vlahodimitrakou et al., 2013), sviluppato nel contesto dello studio Candrive/Ozcandrive, uno studio multicentrico, ovvero effettuato in diversi paesi come: Canada, Australia e Nuova Zelanda, con l'obiettivo di definire i comportamenti che caratterizzano la guida quotidiana del singolo conducente.

Questo studio viene utilizzato anche come strumento complementare per rilevare potenziali violazioni delle norme del codice della strada.

Nello sviluppo del DOS, il criterio principale da rispettare, è quello di rispecchiare in maniera più realistica possibile la guida quotidiana dei conducenti anziani; più nello specifico, i requisiti da tenere in considerazione per attenersi più possibile ad una guida quotidiana sono:

- Ricreare una guida tipica dell'utente, senza l'influenza dell'osservatore;
- La guida deve essere condotta in percorsi familiari e scelti dal partecipante;
- La durata della guida deve essere intorno ai 25-30 minuti;

- Valutare comportamenti specifici ai fini di definire se la guida è sicura.

Tuttavia, i test su strada sono costosi e stressanti per i guidatori, un'alternativa sarebbe quella di progettare strumenti di valutazione off-road, ovvero non su strada, che siano significativamente comparabili alle valutazioni effettuate on-road, ovvero sul campo. A questo proposito, l'uso di simulatori di guida presenta numerosi vantaggi. Essi facilitano la valutazione delle situazioni di guida, in maniera sicura, controllata e standardizzata, utilizzando scenari riproducibili e personalizzabili.

Questa flessibilità permette di definire e modificare gli elementi da valutare, in base agli aspetti che si stanno studiando (Campos et al., 2017). Inoltre, un altro vantaggio legato all'utilizzo dei simulatori è che consentono una raccolta dei dati molto più efficiente e precisa rispetto alle osservazioni effettuate da una persona fisica, anche se quest'ultima, nel giudicare la guida di un conducente, può osservare degli aspetti non rilevabili dal simulatore.

Nonostante l'aumento dell'utilizzo dei simulatori, sono state sviluppate poche ricerche sull'applicazione dei simulatori di guida come strumenti di valutazione del comportamento dei conducenti. (Lew et al. 2005), con lo scopo di valutare le performance di guida dei conducenti, ha condotto un esperimento, utilizzando un campione di persone sane e persone con precedenti problemi dovuti a traumi cranici con lo scopo di determinare dei punteggi sulle prestazioni di guida, Driving Performance Inventory (DPI). Questi punteggi venivano assegnati ad ogni partecipante, prima su una prova on-road e in seguito su un test di guida al simulatore. Hanno scoperto che i punteggi osservati delle prestazioni di guida al simulatore sono significativamente correlati con i punteggi su strada; anche se i dati del simulatore hanno prodotto risultati migliori.

Invece (Devos et al. 2013), in uno studio simile a quello di (Lew et al. 2005), hanno confrontato i dati comportamentali osservati al simulatore con quelli su strada e hanno trovato un'alta correlazione tra i punteggi totali; anche se in generale quelli su strada avevano valori superiori dei dati da simulatore. Infine, lo studio di (Lee et al. 2003) effettuato con le persone anziane, ha rilevato un'elevata correlazione tra le osservazioni di determinati comportamenti alla guida con i dati rilevati dalle simulazioni.

Alla luce di tali risultati, appare necessario sviluppare e adattare misure standardizzate per l'uso dei simulatori di guida come strumento di valutazione, con la quale sviluppare scenari di guida sempre più realistici.

Così, l'obiettivo principale di questo studio è stato quello di adattare il Driving Observation Schedule in modo da poterlo impiegare efficacemente per la valutazione di soggetti impegnati in sessioni di guida in ambiente simulato.

Gli obiettivi specifici sono:

- a)** Creare una versione affidabile del DOS adattata all'impiego in contesto simulativo (nel seguito DOS-SA).
- b)** Verificare se lo strumento DOS-SA è valido per l'osservazione dei comportamenti di guida in ambiente virtuale.
- c)** Verificare se i comportamenti valutati tramite il DOS-SA (valutazioni effettuate da operatori), sono relazionabili con le misure oggettive estrapolate dal simulatore di guida.

1. Scopo dello studio

Lo scopo di questo studio è quello di validare lo strumento Driving Observation Schedule (DOS), per valutare le prestazioni di guida del conducente al simulatore; in particolare nel valutare i conducenti anziani, come descritto brevemente nell'introduzione dell'elaborato. Una volta individuato il contesto dello studio e le ragioni per le quali, tale studio viene condotto, è interessante avere una panoramica generale sul come gli organi competenti delle diverse nazioni, operano nei processi di valutazione dell'idoneità di guida, in particolare per quanto riguarda le persone anziane, ovvero le procedure messe in atto per il rilascio dei rinnovi delle patenti di guida.

1.1. Il problema allo studio

Il monitoraggio di tutte le questioni legate alla sicurezza in diversi ambiti è sempre stata una questione di fondamentale interesse, vista la stretta relazione con il delicato tema della salute delle persone. Con l'avanzamento tecnologico e il progresso in parallelo di diversi settori economici e sociali, sempre più studi sono improntati ad implementare misure di sicurezza finalizzate ad aumentare tutti gli standard qualitativi al fine di ottenere livelli di "safety" sempre migliori.

Uno dei sistemi in cui si presta maggiore attenzione nell'ambito della sicurezza è quello dei sistemi di trasporto, nei quali ci sono diversi fattori di rischio. Semplificando il discorso, tutti i fattori di rischio di un sistema di trasporto, possono essere rappresentati in tre grandi macrocategorie (HSM,2020):

- Veicoli;
- Infrastrutture;
- Utenti.

Le prime due famiglie, veicoli e infrastrutture, sono in continuo sviluppo tecnologico; quindi, sono sempre di più sottoposti a rigide soglie di sicurezza da rispettare. Inoltre, questo sviluppo tecnologico sta avvenendo sempre più velocemente, così rapidamente che si stanno mettendo le basi per un ipotetico futuro, dove la componente dell'utente, nei sistemi di trasporto, non sarà più un soggetto attivo, ma un soggetto passivo.

Questo ipotetico scenario futuro sarà possibile con una automatizzazione completa di tutto il parco veicolare e la connessione/interazione tra veicoli e infrastruttura. Ovviamente, questo scenario è uno scenario utopico al quale si sta puntando; se si arriverà a questo obiettivo,

comunque non sarà nell'immediato, ma ci vorrà un periodo di tempo non ancora definibile. Quindi la componente “conducente” con i suoi limiti, nel sistema di trasporto su strada è ancora molto importante, per non dire fondamentale.

Infatti, le percentuali relative alle cause degli incidenti stradali, suddivise per le diverse categorie, sono le seguenti:

- veicoli 10%;
- infrastrutture 40%;
- utenti 60%.

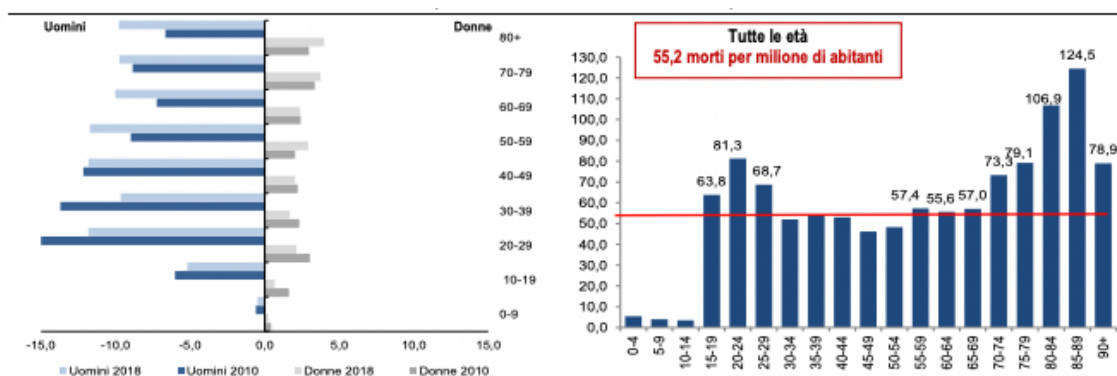
Per questo motivo si presta particolare attenzione al miglioramento dei livelli di sicurezza, soprattutto orientando l'attenzione alla componente degli utenti. Inoltre, i dati raccolti dall'ISTAT, sugli incidenti stradali, permettono anche di classificare il tipo di utente, il quale è maggiormente coinvolto in incidenti. Si può notare che sono i conducenti di giovane età e i conducenti anziani l'utenza critica, come si può vedere in Tabella 1.

*Tabella 1-Anni 2017 e 2018, ripartizione del numero di morti e feriti a causa di incidenti stradali per genere e fascia di età.
Fonte: ACI, ISTAT.*

CLASSI DI ETÀ'	Morti			Feriti			Variazioni % 2018/2017	
	Maschi	Femmine	Totale	Maschi	Femmine	Totale	Morti	Feriti
0-4	8	5	13	1.361	1.178	2.539	...	-3,4
05-09	8	3	11	1.864	1.578	3.442	...	-3,5
10-14	8	2	10	2.729	2.100	4.925	...	-7,4
15-19	159	19	178	12.363	6.696	19.059	25,4	-1,2
20-24	197	38	235	16.714	9.355	26.069	1,3	-1
25-29	185	31	216	14.823	8.665	23.488	-13,9	-2,4
30-34	142	29	171	12.277	7.309	19.586	-8,6	4,4
35-39	171	26	197	11.793	7.048	18.841	-10	-3,9
40-44	201	29	230	12.539	7.566	20.105	-2,1	-5,8
45-49	180	37	217	12.804	7.899	20.703	-9,6	-23
50-54	187	45	232	12.122	7.455	19.577	-9,4	-1,7
55-59	194	48	242	9.848	5.978	15.826	12	0,9
60-64	165	38	203	7.386	4.285	11.671	4,1	1,7
65-69	158	37	195	5.291	3.278	8.569	-2,5	-5,5
70-74	165	58	223	4.552	3.108	7.660	22,5	2,9
75-79	151	58	209	3.881	2.529	6.410	-20,5	-5,9
80-84	155	63	218	2.871	1.781	4.652	-8,4	-2,5
85-89	115	45	160	1.387	789	2.176	-5,3	0,6
90+	41	15	56	420	223	643	-1,8	9,5
Non indicata	84	34	118	3.779	3.199	6.978	-	-
Totale	2.674	660	3.334	150.804	92.115	242.919	-1,3	-1,6

Si nota un crescente numero di vittime tra i giovani e i giovanissimi; l'obiettivo di arrivare a zero vittime su strada appare sempre più difficile da raggiungere, soprattutto per quanto riguarda i bambini, i quali devono essere tutelati per primi. Il numero di vittime di incidenti stradali nel 2018 è stato 3.334 (2.673 uomini e 661 donne). I conducenti deceduti (ISTAT 2018 incidenti stradali) sono 2.258 (2.034 uomini e 224 donne), i passeggeri 464 (249 uomini e 215 donne) e i pedoni 612 (390 uomini e 222 donne). Per quanto riguarda gli uomini, ci sono picchi nelle fasce di età 20-24, 40-44 e 55-59; per le donne, invece, i livelli massimi si riscontrano nella fascia di età 70-84, con un'incidenza molto elevata di vittime nella categoria dei pedoni. Rispetto all'anno precedente, il numero delle vittime è aumentato tra i 15-29 anni e tra i 70-74 anni, mentre diminuisce tra i bambini (0-14 anni) (34 nel 2018, 9 in meno). Tuttavia, l'obiettivo, zero vittime, per quanto riguarda le vittime tra i bambini, stabilito nel Piano nazionale per la sicurezza stradale 2020 (PNSS,2020), non è ancora stato raggiunto. Infine, i feriti sono soprattutto giovani, in particolare la classe tra 20-29 anni (Tabella1).

Figura 1- Piramide delle età delle vittime in incidenti stradali e tasso di mortalità per classe. Fonte: ACI, ISTAT.



I grafici mostrano che tra il 2010 e il 2018 l'età delle vittime è sistematicamente aumentata nel corso del tempo, le percentuali in aumento sono quelle delle persone anziane. Osservando invece i grafici sui tassi di mortalità stradale, l'età rispetto alla popolazione totale, vede due fasce sopra la media: quella delle persone di età giovane (20-29 anni) e quella degli over 65 anni (figura 1).

Visto che negli ultimi anni la popolazione sta invecchiando in molti paesi, dove si è notato un aumento dell'età media della popolazione mondiale, soprattutto nei paesi più avanzati, ed in considerazione del fatto che questo aumento continuerà nei prossimi

decenni (Langford e Koppel, 2006), nel nostro studio abbiamo concentrato l'attenzione sui conducenti anziani.

Questo fenomeno dell'invecchiamento della popolazione, porta inevitabilmente ad un aumento del numero di patenti di guida posseduta da persone anziane, il che si traduce in una maggiore percentuale della componente del traffico nei sistemi di trasporto da parte degli utenti anziani.

Questo fenomeno non correttamente controllato può influire negativamente sulla sicurezza dell'intero sistema, come anticipato in precedenza. Questa situazione critica non solo compromette la sicurezza, ma compromette anche l'efficienza del sistema dei trasporti.

Per costo di utilizzo del sistema di trasporto si intende la sommatoria di tutti gli esborsi, non solo quelli monetari, che l'utente della strada deve sostenere con l'utilizzo della infrastruttura, come: il tempo di percorrenza, costi monetari sostenuti per lo spostamento e altre voci.

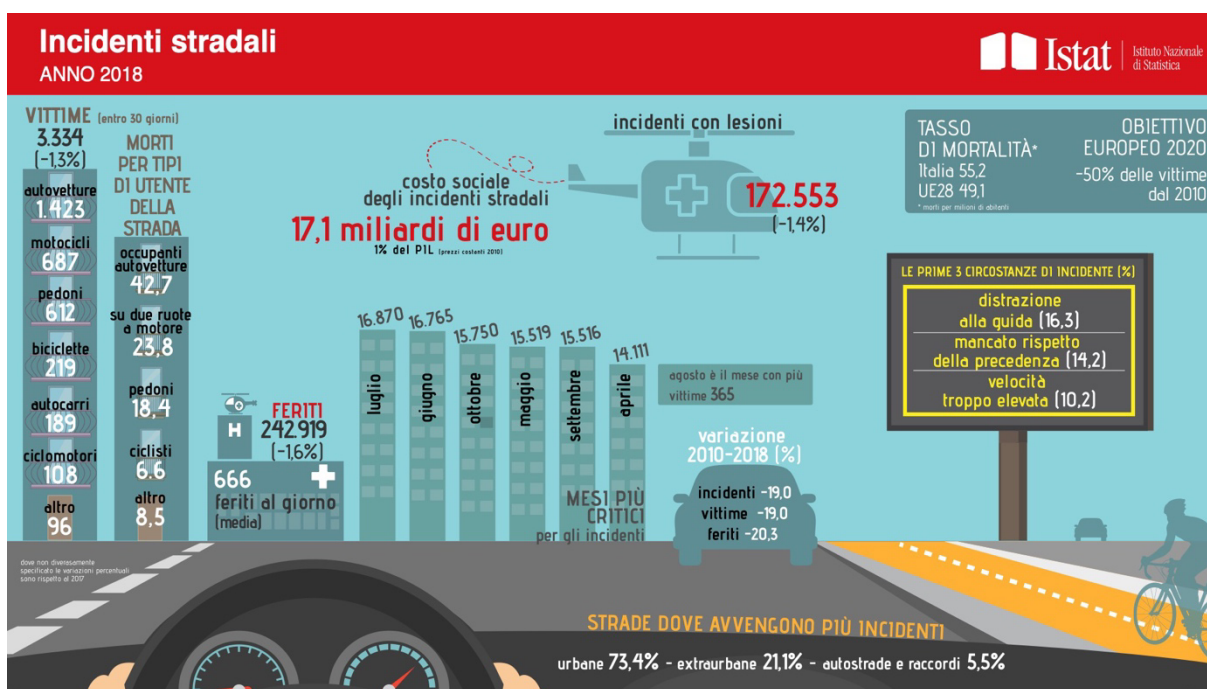
Tutti questi costi dipendono dal fenomeno della congestione del traffico come da letteratura sui sistemi di trasporto.

Una delle possibili cause di congestione può essere associata anche alle performance di guida (ad esempio, un conducente procede ad una velocità molto bassa rallentando tutta la corrente veicolare).

Questo è uno dei motivi per cui, nel mondo della ricerca sperimentale, vengono condotti molti studi sulle prestazioni di guida e, per le ragioni esposte in precedenza, con maggiore attenzione ai conducenti più anziani.

In relazione al cambiamento delle prestazioni di guida con l'età, e nel come queste cambiano rapidamente con il suo avanzare, si conclude come (Wood e Black, 2016) i cambiamenti dovuti specialmente a problemi di vista ed in particolare al rallentamento che subisce l'elaborazione visiva costituiscano fattori rilevanti (Owsley et al., 1998).

Figura 2- Schema riassuntivo incidenti stradali 2018. Fonte: Istat



Per avere un'idea più chiara della portata del fenomeno, questa immagine (figura 2) riassume la situazione con i dati di incidentalità nel 2018 in Italia. Questo riassunto vale in termini generali e non in particolare per gli anziani; ma si può notare l'importanza dello studio dei comportamenti alla guida visto che la causa principale degli incidenti è proprio il non corretto comportamento alla guida, nello specifico dalla immagine si può vedere come tra le prime tre cause di incidenti sono atteggiamenti sbagliati tenuti dai conducenti come:

- distrazione alla guida, che ha provocato il 16.3% degli incidenti nel 2018;
- mancato rispetto della precedenza, con il 14.2%;
- velocità elevata, con il 10.2%.

1.2. Rinnovo patenti conducenti anziani

Di recente si è registrato un aumento del numero di vittime su strada, in particolare tra gli anziani: nell'UE, le persone di età superiore ai 65 anni hanno totalizzato nel 2018 il 28% dei decessi, rispetto al 22% del 2010 (De Keersmaecker & Meder, 2020). Un simile aumento è stato osservato anche in Italia (Marquez, 2020). Man mano che le persone invecchiano si hanno maggiori probabilità del presentarsi di problemi cognitivi e fisiologici, che potrebbero renderli più vulnerabili e predisposti agli incidenti (Nicolas-

Fraile, 2018; Lyon et al., 2020; Polders et al., 2015; Urlings et al., 2018). Noto questo si evidenzia come i conducenti più anziani tendano a non rispettare determinate regole della circolazione come il rispetto dei segnali di stop ed i limiti di velocità (Delgado, 2020; Polders et al., 2015, ma vedi Broberg & Willstrand, 2014; Selander et al., 2011). Nel complesso, i conducenti anziani tendono ad essere coinvolti in un numero maggiore di incidenti rispetto ai più giovani, inoltre a causa della loro fragilità fisica, possono essere gravemente feriti e persino morire (Delgado, 2020; Nicolas-Fraile, 2018; Lyon et al., 2020; Polders et al., 2015; Urlings et al., 2018). Pertanto, i paesi dell'UE impongono ai conducenti più anziani di sottoporsi al rinnovo periodico della patente di guida verificando diversi requisiti (Tabella 2).

Nel caso dell'Italia, la normativa prevede che le attività di rinnovo della patente di guida dipendano dall'età del conducente; infatti, in Italia è previsto che il rinnovo debba essere effettuato seguendo le sotto-riportate soglie:

- ogni 10 anni fino all'età di 50 anni;
- ogni cinque anni, tra 50 e 70 anni;
- ogni tre anni, tra 70 e 80 anni;
- ogni due anni dopo aver compiuto 80 anni.

Tabella 2, Rinnovo patenti in 27 paesi dell'UE. Fonte: Siren & Hausteijn (2015)

Country	Periodicity depending on age	Age for accelerated renewal and validity periods	Medical statement required	Method for assessing the fitness	Age when medical statement required for first time
Austria	No	-	No	-	-
Belgium	No	-	No	-	-
Bulgaria	No	-	No	-	-
Cyprus	Yes	After 55, valid until 70	Yes	GP	70
		After 70, 3 years			
Czech Republic	Yes	After 60, 5 years	Yes	GP	60
		After 65, 3 years			
		After 68, every years			
Denmark	Yes	After 70, 4 years	Yes	GP+'dementia test'	70
		After 74, 2 years			
		After 80, every years			
Estonia	Yes	After 65, 5 years	Yes	GP	Any
Finland	Yes	After 70, 5 years	Yes	GP	70
France	No	-	No	-	-
Germany	No	-	No	-	-
Greece	Yes	After 65, 3 years	Yes	GP and ophthalmologist	Any
Hungary	Yes	After 40, 5 years	Yes	GP	Any
		After 60, 3 years			
		After 70, 2 years			
Ireland	Yes	After 60, 3 years	Yes	GP (usually)	70

		After 70, 1—3 years			
Italy	Yes	After 50, 5 years	Yes	GP	50
		After 70, 3 years			
		After 80, 2 years			
Latvia	Yes	After 60, 3 years	Yes	GP	60
Lithuania	Yes	After 55, 5 years	Yes	GP	Any
		After 70, 2 years			
		After 80, every year			
Luxemburg	Yes	After 70, 3 years	Yes	GP	60
		After 80, every year			
Malta	No	-	Yes	Not specified	70
The Netherlands	Yes	After 70, 5 years	Yes	GP	Appr. 70
Poland	No	-	Yes	Physical and psychological	Any
Portugal	Yes	After 60, 5 years	Yes	GP +Psychological assessment	50
Romania	No	After 70, 2 years	Yes	Physical and psychological assessment	Any
Slovakia	Yes	After 65, 2 years	Yes	Physical and psychological assessment	65
Slovenia	Yes	After 70, 5 years	Yes	Specialist in traffic medicine	70
Spain	Yes	After 65, 5 years	Yes	Comprehensive physical and psychological assessment	Any
Sweden	No	-	No	-	-
United Kingdom	Yes	After 70, 3 years	Yes	Self-evaluation, self-report	70

Per ogni rinnovo è indispensabile superare la visita medica effettuata da un medico autorizzato, rispettando le scadenze temporali per i rinnovi appena descritta. La visita medica deve essere necessariamente eseguita presso un centro medico autorizzato, dove viene valutata l'idoneità alla guida (BOE, 2009). Con idoneità alla guida ci si riferisce a "l'assenza di qualsiasi deficit funzionale (sensoriale-percettivo, cognitivo o psicomotorio), che potrebbe compromettere in modo significativo la capacità dell'individuo nel controllare pienamente il veicolo, rispettando le norme del codice della strada, aumentando significativamente il rischio di incidente" (Wagner et al., 2021).

In Italia, per il rilascio del rinnovo della patente di guida, si seguono quindi le procedure presso i medici autorizzati, come definito dal Codice della Strada e dal Ministero della Salute.

L'obiettivo della visita medica per l'idoneità alla guida è quello di verificare se la persona gode delle condizioni psico-fisiche minime per consentirgli di guidare un veicolo in sicurezza.

Il Codice della Strada richiede che chiunque voglia ottenere il permesso di guidare un veicolo su strada, deve superare positivamente la visita medica obbligatoria. In particolare, la visita medica per la patente di guida ha lo scopo di accertare le condizioni generali di salute come: la presenza di malattie o di disabilità che possano costituire un

rischio per la sicurezza della persona e degli altri utenti della strada. In altri termini, la visita medica per ottenere la patente di guida ha lo scopo di verificare se la persona sottoposta all'esame soddisfa i requisiti fisici che la legge ritiene necessari per ottenere la patente di guida.

Durante la visita medica la persona è invitata a sottoporsi a semplici esami che servono a controllare la vista (con l'eventuale obbligo di indossare lenti o occhiali: "guida con lenti"), l'udito e la mobilità. In più vengono effettuati controlli anche sui valori della pressione sanguigna e della frequenza cardiaca concludendo con alcune domande di natura psicologica.

Al fine di ottenere l'idoneità di guida, si deve tenere conto anche di possibili patologie croniche, che potrebbero essere invalidanti per la guida, inoltre non devono essere presenti: problemi cardio-circolatori, diabete, patologie neurologiche o mentali, epilessia, alcolismo o tossicodipendenza, malattie del sangue, disfunzione degli organi sensoriali, ovvero occhi e orecchie.

Figura 3- Estratto dei contenuti della relazione medica ai fini della conferma di validità della patente di guida. Fonte: Ministero della salute

ALLEGATO 1

**ESTRATTO DEI CONTENUTI DELLA RELAZIONE MEDICA
AI FINI DELLA CONFERMA DI VALIDITÀ DELLA PATENTE DI GUIDA
(ART. 4, CO. 1, DEL DECRETO DEL CAPO DEL DIPARTIMENTO PER I TRASPORTI, LA NAVIGAZIONE ED I
SISTEMI INFORMATIVI E STATISTICI 15 NOVEMBRE 2013)**

DATI RELATIVI AL SOGGETTO CERTIFICATORE CODICE IDENTIFICATIVO:	
DATI RELATIVI AL TITOLARE DI PATENTE	
SIG. (Cognome) (Nome)	
NATO il <u> </u> / <u> </u> / <u> </u> (giorno/mese/anno)	codice fiscale (se attribuito)
sessò <input checked="" type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> F	
STATO di nascita	COMUNE di nascita (in caso di conducente nato all'estero, indicarne solo se conosciuto)
PROVINCIA di nascita (Indicare solo in caso di conducente nato in Italia)	
TITOLARE DI PATENTE n.	Categorie Rilasciata il <u> </u> / <u> </u> / <u> </u>
INDIRIZZO C/O IL QUALE INVIARE LA PATENTE	
(Provincia)	(Comune)
(Toponimo)	Indirizzo (Paese) (numero civico) (CAP)
DATI RELATIVI ALLA VISITA MEDICA	
EFFETTUATA in data <u> </u> / <u> </u> / <u> </u> in (Provincia) (Comune)	
NUOVA DATA SCADENZA <u> </u> / <u> </u> / <u> </u> (da compilare solo per validità ridotta)	<input type="checkbox"/> con le seguenti prescrizioni (codici UE): (barrare e compilare, se ricorre il caso)
Conducente:	
Modifiche del veicolo (solo in caso di visita presso una CML):	
.....	
Foto <small>(Firmare entro il riquadro)</small>
DICHIARAZIONE DI AUTENTICITÀ FOTOGRAFIA	
Si dichiara che la fotografia che si allega alla presente comunicazione è quella del Sig., come in epigrafe generalizzato, identificato a mezzo della <input type="checkbox"/> patente di guida della quale si richiede la conferma di validità <input type="checkbox"/> del documento n. rilasciato da il <u> </u> / <u> </u> / <u> </u> , con scadenza in data <u> </u> / <u> </u> / <u> </u> .	
LUOGO e DATA	
Nome e cognome del medico che effettua la visita	
<small>(firma, timbro e codice se ricorre il caso di cui all'articolo 5, co. 2, del DD)</small>	

Il documento (Figura 3) che il medico rilascia alla fine dell'esame è chiamato "Estratto dei contenuti della relazione medica ai fini della conferma di validità della patente". Esso contiene informazioni sull'identità della persona esaminata, sul centro sanitario dove si effettua l'esame, il motivo dell'esame, luogo e data. Il documento deve essere firmato dal medico legale e non deve presentare correzioni o abrasioni.

1.3. Panoramica generale degli studi sul DOS (PRISMA)

In fase preliminare, è stata effettuata una ricerca dettagliata di tutti i precedenti studi effettuati con l'utilizzo dello strumento di valutazione oggetto di studio nella presente tesi, il Driving Observation Schedule, DOS.

La ricerca è stata effettuata seguendo il PRISMA statement, le linee guida per il reporting di revisioni sistematiche e metanalisi (Annals of Internal Medicine).

Questa pratica viene utilizzata maggiormente in ambito medico, dove gli studi e gli articoli su determinate dinamiche sono molteplici. Questo metodo di analisi della tematica permette di filtrare gli articoli scientifici in funzione degli obiettivi dello studio.

Così facendo, si permette di ottenere una banca dati personalizzata, filtrata in base agli interessi specifici, scartando articoli dello stesso ambito che non rispondono alle domande dello studio in questione.

Questa strategia si rivela molto utile quando, dopo una ricerca sulle diverse banche dati, si ottengono tantissime informazioni sulla tematica di studio.

Filtrare i diversi articoli scientifici e ottenere una lista di elaborati che espongono un lavoro di ricerca, dove l'obiettivo è quello di dare una risposta alla stessa domanda diventa un grande vantaggio per il nostro studio.

Avere la possibilità di analizzare diversi lavori e diverse metodologie, che rispondono alla medesima domanda, fornisce la possibilità di confrontare diversi approcci e scegliere la strada giusta da seguire per elaborare al meglio il nostro studio.

Nella seguente (Tabella 3) vengono proposti tutti gli articoli scientifici con i quali sono stati effettuati esperimenti con l'utilizzo del DOS (Driving Observation Schedule) e eDOS (eletronic Driving Observation Schedule), classificati seguendo le linee guida del PRISMA (Annals of Internal Medicine) con le specifiche richieste necessarie nel caso dello strumento DOS, in particolare alle richieste che si ritengono fondamentali allo sviluppo del DOS adattato al simulatore di guida.

Tabella 3-Prisma sul _DOS_ Revisione di studi precedenti utilizzando il programma di osservazione della guida (DOS) o la versione elettronica (eDOS)

Riferimento	Popolazione	Campione	Età M (SD)	Tipo di DOS	Tipo di valutazione	Rotta	Durata del percorso (min)	Categorie di comportamenti	Punteggio	Risultati
Chen et al., 2021	Anziani	108	80.6 (4.9)	eDOS	Su strada	Selezionati dai partecipanti	20-25	<ul style="list-style-type: none"> Osservazione dell'ambiente stradale. Regolazione della velocità. Accettazione delle lacune. Conformità alle regole stradali. Posizione del veicolo o della corsia. 	Somma degli errori ponderata in base al livello di rischio dei tipi di errore.	Coloro che hanno mostrato una migliore capacità di elaborazione e meno condizioni avevano una minore consapevolezza di sé della loro capacità di guida, tendendo a sopravvalutarla.
Chen et al., 2020	Anziani	64	80.0 (5.4)	eDOS	Su strada	Selezionati dai partecipanti	20-25	<ul style="list-style-type: none"> Osservazione dell'ambiente stradale. Regolazione della velocità. Accettazione delle lacune. Conformità alle regole stradali. Posizione del veicolo o della corsia. 	Somma degli errori ponderata in base al livello di rischio dei tipi di errore.	Le prestazioni di guida della maggior parte dei partecipanti si sono deteriorate. Tra questi, il 40% ha stimato con precisione che la loro capacità di guida era rimasta stabile o migliorata.
Chen, 2015 (Poster)	Anziani	158	> 73	eDOS	Su strada	Selezionati dai partecipanti	~25 minuti	ND	Massimo 100 punti.	La capacità di guida dei partecipanti si era deteriorata significativamente in 10 anni, ma hanno percepito che si era deteriorata solo leggermente.
Gelinas et al., 2020 (Simposio)	Adulti più anziani e più giovani	160 più vecchio; 60 più giovani.	Più vecchio: >74; Più giovani: 35-64.	eDOS	Su strada	Selezionati dai partecipanti	20-30	ND	ND	I conducenti più anziani hanno guidato su percorsi più semplici con meno incroci e cambi di corsia rispetto ai più giovani. Entrambi i gruppi hanno commesso pochi errori di guida (per lo più a basso rischio).
Coppia et al., 2020	Anziani	208	81.5 (3.3)	eDOS	Su strada	Selezionati dai partecipanti	20-25	<ul style="list-style-type: none"> Distanza di viaggio. Tipi di strade. Utilizzo della carreggiata. Familiarità del percorso. Velocità di viaggio. Comportamenti di svolta. Frequenza delle visite a destinazione. 	Formula di punteggio DOS: numero totale di manovre di guida appropriate, meno 1 punto per errore e 2 punti per errore critico, diviso per il numero totale di manovre osservate, moltiplicato per 100.	I modelli di guida dei partecipanti durante la valutazione della guida eDOS erano rappresentativi dei loro reali viaggi di guida in termini di distanza percorsa, tipi di strada utilizzati, selezione del percorso e selezione della destinazione.

Koppel et al., 2018	Anziani	208	81.52 (3.37)	eDOS	Su strada	Selezionati dai partecipanti	20-25	<ul style="list-style-type: none"> • Distanza di viaggio. 	ND	Il 95,2% delle distanze di viaggio su strada dei partecipanti sono state classificate come rappresentative delle distanze di viaggio in auto nel mondo reale.
Koppel et al., 2016	Anziani	227	81.5 (3.37)	eDOS	Su strada	Selezionati dai partecipanti	20-25	<ul style="list-style-type: none"> • Osservazione dell'ambiente stradale. • Segnalazione. • Regolazione della velocità. • Accettazione delle lacune. • Conformità alle regole stradali. • Posizione del veicolo/corsia. 	Formula di punteggio DOS	Il punteggio medio delle attività di guida eDOS (max = 100) era elevato (M = 94,74; SD = 5,70). I punteggi eDOS erano significativamente correlati all'abilità di guida percepita, alla frequenza di guida riportata in situazioni difficili e al numero di restrizioni alla guida.
Coppia et al., 2015	Anziani	5 adulti più anziani; 5 giovani adulti.	Più vecchio: 74.6 (3); Più giovani: 30 (3.1).	DI	Su strada	Percorso urbano Standard	25	<ul style="list-style-type: none"> • Osservazione dell'ambiente stradale. • Segnalazione. • Regolazione della velocità. • Accettazione delle lacune. • Conformità alle regole stradali. • Posizione del veicolo o della corsia. 	Formula di punteggio DOS	La percentuale complessiva di comportamento di guida appropriato non differiva significativamente tra i gruppi di età (conducenti più giovani: M = 87,6%, SD = 9,04; conducenti più anziani: M = 87,0%, SD = 6,96; $t(8) = 0,118, p = 0,91$).
Coppia et al., 2013	Anziani	144	81.49 (3.58)	eDOS	Su strada	Selezionato dai partecipanti	20-25	<ul style="list-style-type: none"> • Osservazione dell'ambiente stradale. • Segnalazione. • Regolazione della velocità. • Accettazione delle lacune. • Conformità alle regole stradali. • Posizione del veicolo o della corsia. 	Formula di punteggio DOS	I punteggi complessivi delle attività di guida eDOS dei partecipanti non erano significativamente correlati alle prestazioni cognitive.
Mazer et al., 2021	Anziani	53 adulti più anziani; 60 adulti di mezza età.	Più vecchio: 80.6 (5); Mezza età: 50 (8.6).	eDOS	Su strada	Selezionato dai partecipanti	25	<ul style="list-style-type: none"> • Regolazione della velocità. • Conformità alle regole stradali. • Accettazione delle lacune. • Segnalazione. • Posizione della corsia. 	Somma degli errori ponderata in base al livello di rischio dei tipi di errore.	I conducenti più anziani avevano una percentuale significativamente più bassa di errori totali a rischio moderato durante l'unità rispetto ai conducenti di mezza età.
Ritcher et al., 2015	Anziani	155	80.86 (3.60)	DI	Su strada	Selezionato dai partecipanti	~20 minuti	<ul style="list-style-type: none"> • Guardare i comportamenti alle intersezioni. 	Appropriato/Inappropriato	I conducenti più anziani avevano meno probabilità di mostrare un comportamento di osservazione appropriato agli incroci, il volume di traffico era elevato.

Smith et al., 2012	Anziani	30	≥ 75	DI	Su strada	Selezionati dai partecipanti	31 \pm 7,6	<ul style="list-style-type: none"> • Distanza di viaggio. • Durata del viaggio. • Numero di strade. • La velocità numerica viene superata. 	ND	Il percorso DOS e la guida dei conducenti più anziani durante il percorso DOS erano abbastanza simili alla loro guida quotidiana.
Stolwyk et al., 2019	Trauma cranico	48 adulti con TBI; 48 controlli.	40.5 (14.62)	DOS adattato	Su strada	Percorso designato.	60	<ul style="list-style-type: none"> • Osservazione dell'ambiente stradale. • Regolazione della velocità. • Segnalazione. • Selezione delle lacune. • Posizionamento del veicolo e della corsia. • Conformità alle regole stradali. • Controllo dell'auto. 	<ul style="list-style-type: none"> • Complessivo: numero di manovre di guida appropriate. • Percentuale di manovre inappropriate ed errori critici. • Percentuale di errori per ogni tipo di manovra. • Percentuale di errori per ogni tipo di errore. 	I punteggi DOS hanno in gran parte discriminato gli errori comportamentali di guida commessi da individui con TBI che hanno fallito la valutazione da controlli sani e dal gruppo TBI che ha superato.
Vlahodimitrakou et al., 2013	Anziani	33	80.1 (3.4)	DI	Su strada	Selezionati dai partecipanti	20-30	<ul style="list-style-type: none"> • Osservazione dell'ambiente stradale. • Segnalazione. • Regolazione della velocità. • Accettazione delle lacune. • Conformità alle regole stradali. • Posizione del veicolo/corsia. 	Formula di punteggio DOS	La validità ecologica del DOS è stata determinata poiché i viaggi erano simili ai viaggi di guida quotidiani dei partecipanti nelle strade utilizzate, ai limiti di velocità della carreggiata, alla velocità media dei conducenti e alla conformità ai limiti di velocità.

Nota. ND = Nessun dato.

1.4. Driving Observation Schedule (DOS) strumento di valutazione.

Il DOS è uno strumento di valutazione delle performance di guida che funziona/opera tramite osservazioni su strada.

È stato progettato nello studio di Candrive (Vlahodimitrakou et al., 2013) e monitora le prestazioni di guida del conducente in un ambiente reale. Questo strumento permette di registrare comportamenti di guida prendendo in considerazione ogni tipo di manovra, come può essere l'attraversamento di un'intersezione, il cambio di corsia, il sorpasso e manovre generiche. Ogni comportamento viene inserito all'interno di una categoria e codificato come appropriato o inappropriato. Di seguito sono esposte le categorie:

- osservazione dell'ambiente stradale (uso degli specchietti), segnalazione dei cambi di corsie e svolte;
- regolazione della velocità (troppo veloce o troppo lento);
- accettazione del gap (Gap acceptance);
- rispetto del codice della strada (non conformità alla segnaletica);
- posizione del veicolo (corretta posizione all'interno della corsia, distanza di sicurezza non appropriata).

L'osservatore per effettuare questa valutazione deve annotarsi tutti gli errori commessi dal conducente. Esso si può ritrovare in tre circostanze differenti:

- (1) l'osservatore costretto ad intervenire e terminare la valutazione;
- (2) il veicolo è coinvolto in un incidente o quasi-incidente;
- (3) l'osservatore interviene mediante comandi verbali per prevenire un errore o per correggere l'errore.

Il punteggio totale del DOS progettato da (Vlahodimitrakou et al., 2013) ha un valore massimo di (100 punti) che deriva dalla seguente relazione empirica:

$$\left(\frac{N \text{ behavior correct}}{N \text{ tot behavior observed}} - \text{errores without manoeuvres} \right) \times 100$$

ossia, il numero totale di comportamenti di guida completati in modo appropriato, diviso il numero totale dei comportamenti di guida osservati, meno un punto per ogni errore eseguito durante la guida “libera”, ovvero non durante lo svolgimento di comportamenti specifici o precise manovre, moltiplicato tutto per 100.

Il calcolo del punteggio totale DOS è stato adattato nello studio di (Vlahodimitrakou et al., 2013) a partire da precedenti (Di Stefano e Macdonald, 2003; Odenheimer et al., 1994). L’adattamento di questo approccio di valutazione, si effettua tramite un’opportuna ponderazione degli errori.

Questa fase di ponderazione degli errori è una operazione complicata a causa dei diversi fattori che potrebbero contribuire al livello di gravità degli errori.

Per quanto riguarda il metodo di (Vlahodimitrakou et al., 2013), gli errori vengono definiti “critici”, quando il conducente è coinvolto in un incidente o in una situazione pressoché simile. L’osservazione e la valutazione della guida viene condotta da persone competenti e addestrate a svolgere tale ruolo. Gli osservatori sono seduti nel sedile posteriore sinistro o in un'auto diversa e seguono il partecipante mentre sta guidando il proprio veicolo, lungo un percorso a lui familiare di una durata di circa 20-25 min. Il tragitto presenta come punto di partenza e di arrivo l’abitazione del partecipante.

1.5. Idea per la validazione DOS – SA (Simulator Adaptation).

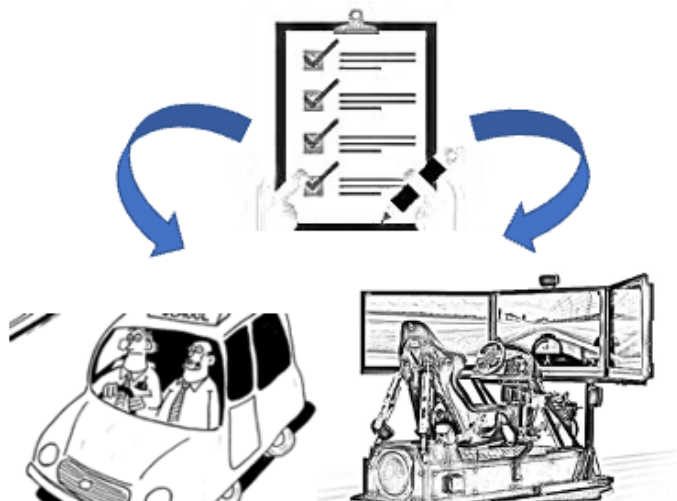
L'idea per la creazione di questo strumento di valutazione, è quella di mantenere validi i principi dello strumento originario, ovvero quello di valutare le performance di guida dei conducenti anziani DOS, in un percorso di guida il più reale possibile per la loro guida quotidiana.

Inoltre, si vuole testare l'efficacia di tale strumento su un simulatore di guida, invece di avvalersi del classico test su strada, descritto precedentemente. Ovviamente per provare la validità di questo strumento, occorre apportare determinate modifiche allo strumento di valutazione.

Le modifiche da apportare fanno riferimento alle seguenti caratteristiche:

- percorso di guida: ambito urbano, extraurbano o autostrada;
- limiti di osservabilità dei comportamenti dei conducenti, dato che la valutazione avviene tramite la visione dei video delle prove al simulatore di guida, sostenuta dai partecipanti.

Figura 4, schema idea DOS-SA



Come si vede dalla semplice rappresentazione in (figura 4), non si tratta di un confronto tra lo strumento di valutazione delle performance di guida reale e quello simulato; bensì di un adattamento agli scenari simulativi e di una verifica della validità dello strumento.

Infine, si vuole estrapolare possibili correlazioni tra i dati raccolti con lo strumento validato e quelli raccolti dal simulatore di guida.

2. Esperimento, schema sperimentale

Nel seguente capitolo viene descritto come è stato svolto l'esperimento, illustrando nel dettaglio le procedure e i partecipanti.

Inoltre, vengono descritte brevemente le principali informazioni sul simulatore di guida.

2.1. Il simulatore di guida

L'esperimento è stato effettuato dall'Università di Granada presso il Research Center for Mind, Brain and Behavior (CIMCYC), con l'utilizzo del simulatore di guida, Hadrian Simulator, del progetto europeo HADRIAN (<https://hadrianproject.eu/sensorized-driving-simulator-installation/>), progetto avente l'obiettivo di studiare e definire il ruolo del conducente nei veicoli automatizzati.

Nel corso di questo esperimento è stato utilizzato un approccio olistico, ovvero un modo di vedere l'essere umano nella sua interezza. Sono stati considerati aspetti fisici, mentali, energetici e spirituali individuando le carenze sulla guida dei veicoli autonomi e procedendo con la progettazione di determinati aspetti per ottenere risultati sempre migliori sull'accettazione da parte del conducente sul uso dei veicoli autonomi.

Presso il Research Center for Mind, Brain and Behavior (CIMCYC), il simulatore di guida è situato al piano terra dell'edificio, all'interno di una stanza chiamata Simulator Room, affiancata dalla Control Room, nella quale vengono avviate tutte le procedure per effettuare gli esperimenti.

I partecipanti guidavano un simulatore dinamico (Figura 5), posto su una piattaforma di movimento con quattro gradi di libertà. Il simulatore è situato all'interno di una dedicata struttura a cupola ottagonale ed è così strutturato:

Figura 5- Simulatore di guida, Hadrian simulator



include un vero e proprio set-up di un veicolo reale, con una trasmissione a controllo automatico, tre schermi in HD (120°) per riprodurre il campo visivo durante la guida, un sistema audio composto da un surround Logitech 5.1 che consente la riproduzione dei suoni dell'ambiente circostante, come il traffico.

Inoltre, sono predisposti una serie di sensori e telecamere integrate per catturare i segnali comportamentali e psicofisiologici del partecipante (figura 6). Dietro il volante è posizionato un display secondario con la funzione di tachimetro e d'interfaccia per l'avviso tramite icone del passaggio tra modalità di guida, ovvero la transizione da manuale ad autonoma e viceversa.

In questo studio, al fine di registrare il comportamento di guida dei partecipanti, è stata utilizzata una telecamera di profondità, situata sopra lo schermo centrale (Realsense Depth Camera D435, Intel), per avere le riprese del conducente durante la guida, oltre alle registrazioni della guida all'interno dei percorsi simulativi.

Figura 6- Simulator room, control room e relativi sensori



Nella Figura 6 sono rappresentate nella parte superiore le immagini della simulator room, dove è situato il simulatore di guida, con i suoi sensori e le sue telecamere integrate e tutti i sensori esterni.

Nella parte inferiore della figura invece, sono riportate le immagini relative alla control room, dove sono presenti i computer che gestiscono il funzionamento e il controllo del simulatore di guida e di tutte le telecamere e i sensori ad esso integrate.

2.2. Campione sperimentale, partecipanti

In questa sezione viene descritto l'esperimento effettuato, in particolare si espongono le caratteristiche dei partecipanti e successivamente la struttura dell'esperimento nel dettaglio. Per lo sviluppo di questo esperimento, è necessario avere un campione sufficientemente ampio di persone anziane, con una regolare licenza di guida, per avere una base sufficiente per effettuare un'analisi dettagliata sul comportamento di guida.

Il campione ovviamente deve rappresentare nel miglior modo possibile la popolazione sulla quale viene effettuato lo studio.

Infatti, nel nostro caso durante la scelta del campione si è posta particolare attenzione al rispetto di determinate caratteristiche. Si è cercato di tenere bilanciati i fattori come, genere ed abitudini di guida, in modo da avere una migliore rappresentazione della popolazione reale.

L'esperimento è stato condotto tra aprile-giugno del 2021, in due laboratori situati presso il Research Center for Mind, Brain and Behavior (CIMCYC) dell'Università di Granada in Spagna. Un campione di 34 persone di età compresa tra 65 e 81 anni (età media [M] = 70,62, deviazione standard [SD] = 4,05) hanno partecipato a questo esperimento. I maschi sono il 61,8% del campione (M= 70,95 SD= 4,31) con una media di 49 anni di esperienza di guida (SD = 4,93), ovvero gli anni da quando hanno conseguito la licenza di guida. Le femmine invece costituiscono il (38,3%) del campione, con una media 70,08 anni (SD = 3,71) e con 42,31 anni di esperienza di guida (7,12). La maggioranza dei partecipanti guida regolarmente: 47,1% guida più volte alla settimana e 26,5% più volte al giorno. Invece, tre partecipanti del campione guidavano solo un paio di volte al mese (8,8%), altre tre persone soltanto poche volte l'anno (8,8%) e tre non guidavano affatto (8,8%).

I partecipanti sono stati invitati a partecipare a due sessioni di valutazione separate, entrambe svolte la mattina. Nella prima sessione sono stati firmati i moduli di consenso e sono stati raccolti dati sulle caratteristiche sociodemografiche e le abitudini di guida. In seguito, i partecipanti hanno preso parte ad una sessione di formazione individuale al simulatore di guida, per familiarizzare con lo strumento. Durante tale sessione venivano fornite ai partecipanti tutte le informazioni necessarie per effettuare una guida corretta al simulatore. Questa seduta di addestramento al simulatore aveva una durata di circa 20 minuti. Durante la seconda sessione, invece, dopo un breve ripasso delle informazioni ricevute durante l'addestramento, si procedeva con la guida effettiva per l'esperimento.

2.3. Scenari di guida – schema sperimentale

Durante la seconda sessione, tutti i partecipanti si sono sottoposti alla guida di due scenari simulativi, entrambi in un contesto autostradale in condizione di luce diurna e ciascuno con una durata circa di 20 minuti. I due scenari si differenziano esclusivamente sull'entità del traffico, infatti uno scenario veniva definito a traffico moderato e l'altro a traffico intenso. I flussi veicolari di entrambi gli scenari, sebbene fossero definiti come alto e basso traffico, non erano fissi e definiti a priori; bensì generati in automatico da parte del software del simulatore di guida, il quale gestiva il flusso veicolare in automatico in modo che si presentassero condizioni di alto e traffico moderato in funzione della guida del conducente.

Il percorso da affrontare da parte dei partecipanti era un semplice percorso autostradale a tre corsie per direzione, partendo da fermi dalla posizione di partenza, ovvero dalla corsia di accelerazione per l'ingresso in autostrada.

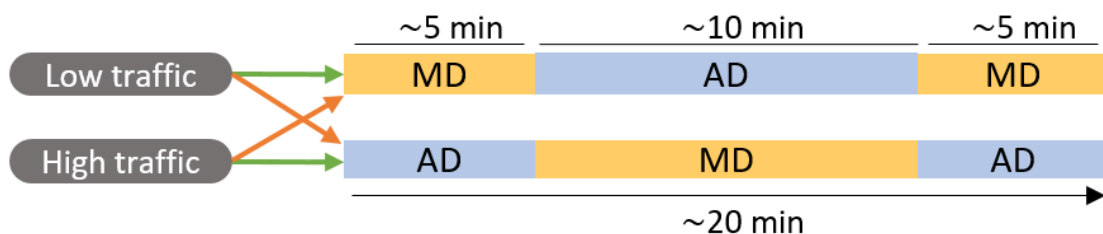
Durante la guida i conducenti devono rispettare le regole del codice della strada, in particolare quelle in ambito autostradale (ad esempio limite di velocità 130 Km/h).

In ogni scenario sono stati utilizzati due transizioni tra guida automatica (AD) e guida manuale (MD) o viceversa. Difatti per l'intero esperimento risultano possibili ben quattro configurazioni provenienti dalle loro combinazioni:

- Traffico intenso AD-MD-AD;
- Traffico intenso MD-AD-MD;
- Traffico moderato AD-MD-AD;
- Traffico moderato MD-AD-MD.

Queste configurazioni sono state bilanciate tra i partecipanti e ciascuno di essi ha effettuato uno scenario a traffico intenso (AD-MD-AD o MD-AD-MD) e uno a basso traffico, con una configurazione opposta a quella a traffico intenso (Figura 7), le frecce di colore arancione e verde aiutano a spiegare graficamente queste configurazioni.

Figura 7- Rappresentazione schemi configurazioni tra modalità di guida e scenario.



Note. Min: minutes; MD: Manual driving; AD: Automated driving.

Ogni scenario presenta lo stesso percorso autostradale, con le stesse caratteristiche geometriche del tracciato e gli stessi elementi plano-altimetrici.

Inoltre, ogni scenario prevede una serie di situazioni specifiche nel traffico, che rappresentano un evento improvviso (ad esempio, un veicolo che frena improvvisamente davanti all'auto del partecipante).

Si tratta di situazioni che richiedono un intervento deciso da parte del partecipante, come frenare o semplicemente riadattare il proprio comportamento di guida (ad esempio, rallentare).

Queste situazioni sono fissate nel tempo, ovvero durante la simulazione di guida avvengono in determinati momenti definiti; con una possibile variabilità di al massimo 1 minuto, dovuta alla modalità di guida del partecipante e alla densità del traffico.

Queste situazioni pertanto presentano un ordine predeterminato e uno specifico scenario/evento (Tabella 4 e 5).

Tabella 4- Situazioni di guida in modalità manuale e autonoma nello scenario a traffico moderato

Modalità di guida (MD-AD-MD. AD-MD-AD)		Situazioni	Tempo di inizio (min:sec]	Descrizione
MD	AD	Inizio percorso	00:00	L'auto si trova nella corsia di accelerazione per l'entrata in autostrada.
		Discesa	01:00	La guida avviene in un tratto in discesa.
		L'auto davanti taglia la strada	03:00	Un'auto davanti a noi ci taglia la strada dalla corsia di sinistra, quando il conducente è molto vicino.
AD	MD	Cambio di modalità di guida	05:00	Viene ricevuto l'avviso di cambio di modalità di guida. Quando si passa dalla modalità autonoma a manuale il conducente deve prendere il controllo del veicolo e adattarsi alla situazione di guida.
		Entrata in autostrada	06:00	L'auto si trova all'altezza di un'entrata dell'autostrada.
		Ambulanza	06:15	Un'ambulanza sta arrivando da dietro. Quando l'ambulanza si avvicina, accende le luci e le sirene.
		L'auto davanti taglia la strada	10:00	Un'auto davanti a noi ci taglia la strada dalla corsia di sinistra, quando il conducente è molto vicino.
		L'auto dietro suona il clacson	12:00	Una macchina si avvicina al conducente da dietro e quando si trova molto vicino inizia a suonare il clacson.
MD	AD	Cambio di modalità di guida	15:00	Viene ricevuto l'avviso di cambio di modalità di guida. Quando si passa dalla modalità autonoma a manuale il conducente deve prendere il controllo del veicolo e adattarsi alla situazione di guida.
		L'auto davanti taglia la strada	17:00	Un'auto davanti a noi ci taglia la strada dalla corsia di destra, quando il conducente è molto vicino.
		L'auto davanti frena	19:00	L'auto davanti a noi rallenta, e quando si avvicina si ferma.
		Cambio metereologico	21:00	Il meteo cambia e inizia a piovare intensamente.

Note. MD: Guida manuale. AD: Guida autonoma.

Tabella 5- - Situazioni di guida in modalità manuale e autonoma nello scenario a traffico intenso

Modalità di guida (MD-AD-MD. AD-MD-AD)		Situation	Tempo di inizio (min:sec]	Descrizione
MD	AD	Inizio percorso	00:00	L'auto si trova nella corsia di accelerazione per l'entrata in autostrada.
		Discesa	01:00	La guida avviene in un tratto in discesa.
		L'auto davanti taglia la strada	03:00	Un'auto davanti a noi ci taglia la strada dalla corsia di sinistra, quando il conducente è molto vicino.
AD	MD	Cambio di modalità di guida	05:00	Viene ricevuto l'avviso di cambio di modalità di guida. Quando si passa dalla modalità autonoma a manuale il conducente deve prendere il controllo del veicolo e adattarsi alla situazione di guida.
		Entrata in autostrada	06:00	L'auto si trova all'altezza di un'entrata dell'autostrada.
		L'auto davanti frena	06:15	L'auto davanti a noi rallenta, e quando si avvicina si ferma.
		L'auto davanti taglia la strada	10:00	Un'auto davanti a noi ci taglia la strada dalla corsia di destra, quando il conducente è molto vicino.
		Ambulanza	12:00	Un'ambulanza sta arrivando da dietro. Quando l'ambulanza si avvicina, accende le luci e le sirene.
MD	AD	Cambio di modalità di guida	15:00	Viene ricevuto l'avviso di cambio di modalità di guida. Quando si passa dalla modalità autonoma a manuale il conducente deve prendere il controllo
		L'auto dietro suona il clacson	17:00	Una macchina si avvicina al conducente da dietro e quando si trova molto vicino inizia a suonare il clacson.
		L'auto davanti taglia la strada	19:00	Un'auto davanti a noi ci taglia la strada dalla corsia di sinistra, quando il conducente è molto vicino.
		Cambio metereologico	21:00	Il meteo cambia e inizia a piovere intensamente.

Note. MD: Guida manuale. AD: Guida autonoma.

I riferimenti temporali di questi eventi, come appena accennato, dipendono anche dal tipo di guida dei partecipanti, infatti, questo fattore, in rari casi, può anche causare il non verificarsi dell'evento stesso (ad esempio: l'utente guida molto lentamente, quindi non incrocia mai l'auto che li frena davanti).

Questo raro caso può influire in parte nella valutazione di guida; anche se può ritenersi come un fattore rappresentativo della popolazione reale tenendo conto anche di questo fattore.

2.4. Gli output sperimentali

Gli output di questo esperimento, ottenuti da ogni singola prova, sono diversi: dati estratti dal simulatore, dati estratti dai sensori installati e infine gli output video, registrati dalle telecamere di bordo e i video del percorso simulato dal partecipante.

Per la progettazione dello strumento di nostro interesse, ovvero il DOS adattato al simulatore, si sono utilizzati solamente gli output video:

- i video del percorso simulato dal partecipante;
- la ripresa frontale del conducente.

Ogni partecipante si sottoponeva a due percorsi simulati, uno a traffico intenso e uno a basso traffico; perciò, i video da analizzare sono due per ogni partecipante.

Dato che il campione dell'esperimento è formato da 34 partecipanti, i video da analizzare dovevano essere 68.

Purtroppo, i video di due partecipanti non sono stati salvati correttamente, pertanto sono stati analizzati soltanto i video completi di entrambi gli scenari di 32 partecipanti

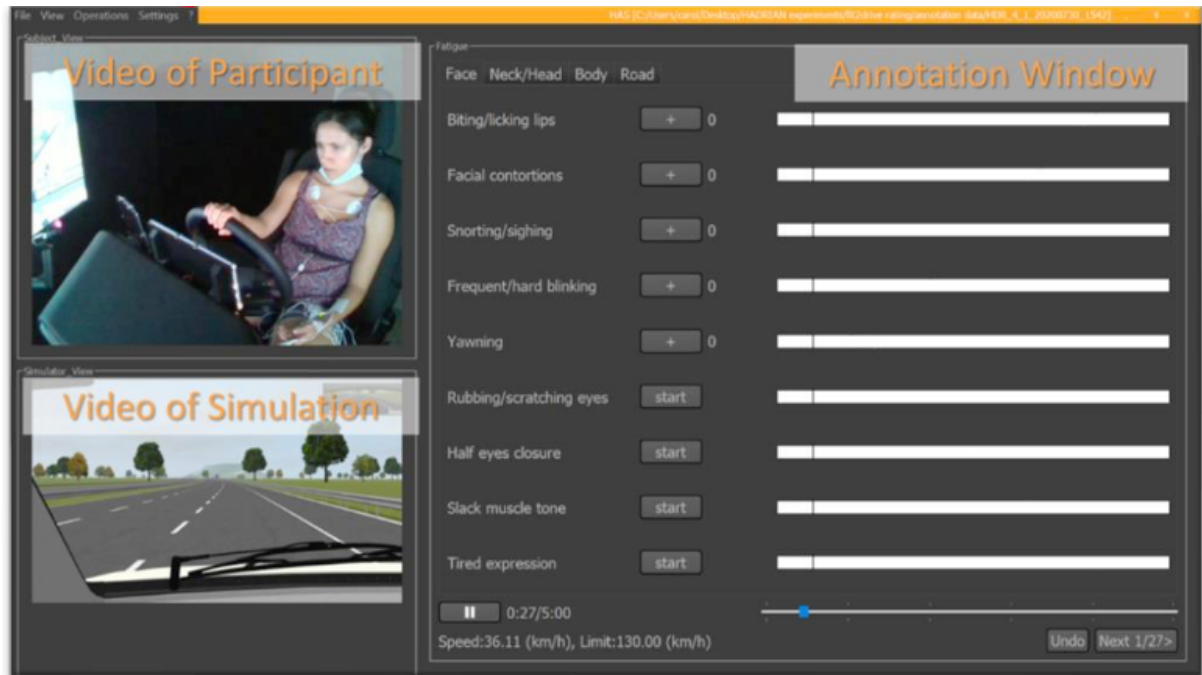
Dunque, si hanno in totale 64 video, della durata media di circa 20 minuti ciascuno, per un minutaggio complessivo di 1280 minuti, ovvero quasi 22 ore di filmato.

I file video hanno un formato apribile solamente dal software Hadrian Annotation (Figura 8), software specifico di lettura dei file video estratti dal simulatore.

I file sono contenuti in cartelle, le quali vengono aperte solo tramite questo software e sono nominati con un codice identificativo che classifica l'ID del partecipante e un codice 17 o 19 che identifica se si tratta del video dello scenario a basso o traffico intenso.

All'apertura del file video, viene aperta un'interfaccia nella quale sono presenti due schermate: una trasmette il filmato del percorso simulato dal partecipante e l'altra il filmato che riprende il conducente nell'atto di guida (Figura 9).

Figura 8-Schermata software Hadrian annotation



Tutti i video sono suddivisi in frazioni di 5 minuti, per un totale di quattro frazioni da cinque minuti circa ciascuna.

Per passare da una frazione di video all'altra, per controllare il play e lo stop o per l'avanzamento e l'arretramento, si utilizza la barra situata in basso alla schermata, come si può vedere nella seguente immagine (Figura 10).

Figura 9- barra dei comandi



Tramite questa barra di controllo è possibile effettuare tutte le attività necessarie per le analisi dei video.

3. Sviluppo dello strumento DOS-SA

In questo capitolo viene descritto nel dettaglio come è stato strutturato lo strumento di valutazione delle performance di guida dei conducenti anziani, adattato al simulatore di guida (DOS-SA).

Nella fase d'identificazione, di definizione dei comportamenti specifici alla guida e degli errori che vengono commessi su strada ci si è affidati a diversi altri studi che utilizzavano proprio lo strumento di valutazione DOS, strutturato a misura sui loro esperimenti.

Una volta determinati i comportamenti da valutare nell'ambito del nostro esperimento, è stata costruita una tabella per effettuare lo *scoring* di tutti i comportamenti non idonei e di tutti gli errori commessi alla guida. Si è passati poi alla valutazione della performance e, in seguito, alla ricerca di un'espressione empirica per esprimere un giudizio qualitativo sulla guida.

3.1. Criteri struttura del DOS-SA

Per adattare lo strumento DOS al simulatore (DOS-SA), sono stati analizzati diversi studi effettuati con l'uso del DOS come strumento di valutazione.

Nel dettaglio si è prestata attenzione ai diversi comportamenti di guida osservati in detti studi.

Di seguito, sono riportate delle tabelle (Figura 11-15), estratte da questi articoli scientifici, che identificano diversi comportamenti valutati tramite il DOS.

Figura 10- Compiti di guida. Fonte: *How Older Drivers' On-Road Driving Performance, Perceptions, and Restrictions*, Pag.10

Driving behavior	Specific error	Explanation
<i>Observation of Road Environment:</i> maintaining awareness of surroundings & road environment	No mirror use No looking	Non-use of rear-/side-view mirrors Failure to look ahead/left/right before proceeding through intersection
<i>Signaling:</i> ability to signal intention to negotiate an intersection	Inappropriate	Failure to use signal/leaving signal on after negotiating intersection/use of incorrect signal
<i>Speed regulation:</i> adhering to posted speed limits, & regulating speed consistent with road/traffic conditions	Too fast Too slow	Driving over speed limit or at dangerous speed for maneuver Driving too slowly; (consistently; a sign of overcautiousness)
<i>Gap acceptance:</i> making safe judgments about presence of other vehicles & selecting a suitably risk-free point to pull into line of traffic, or cross one or more lanes of traffic	Missed opportunity Unsafe gap	Being overcautious/missing opportunities when selecting gap Selecting unsafe gap
<i>Road-Rules Compliance:</i> ability to follow & appropriately respond to road signs, & not cross pavement markings	Failure to yield Non compliance light/sign Crossing pavement	Failing to yield (give right of way) Failing to comply with road sign/traffic light Crossing a pavement marking to the extent of disturbing other road users
<i>Vehicle/Lane Positioning:</i> position of vehicle whilst moving or stopped, in accordance with side lane markings on a motorway relative to vehicle ahead	Out of lane Hitting curb Inappropriate following distance	Drifting out of lane (with or without marked lanes) Hitting side curb Driving too close to vehicle in-front

Figura 11-Categorie. Fonte: Development of a weighted scoring system for the Electronic Driving Observation Schedule(eDOS), Pag.10

Category A	Drive straight through a nondirectional intersection on residential street
	Enter and exit roundabout on residential street
	Right turn at nondirectional intersection on residential street
	Drive straight, turn left / right at directional intersection on residential street
Category C	Drive straight through at intersection on major road
	Left / right turn at directional intersection on major road
Category D	Left turn at nondirectional intersection on residential street
	Lane change / merging on residential street
	Right turn at nondirectional intersection on major road
Category E	Lane change / merging on major road
	Highway or driving at higher speed zone
Category F	Enter and exit roundabout on major road
	Lane change on highway / merging onto highway
	Left turn across traffic at nondirectional intersection on major road

Figura 12-Tabella 5. Fonte: Development of a weighted scoring system for the Electronic Driving Observation Schedule(eDOS), Pag.10

Error type	Maneuver/Environ. complexity	Driving maneuver/environment	Error Weighting
No signaling	A	Enter and exit roundabout on residential street	1
		Right turn at nondirectional intersection on residential street	
		Turn left / right at directional intersection on residential street	
	B	Parking/low speed maneuver	1
		Left / right turn at directional intersection on major road	
	C	Left turn at an intersection with a nondirectional light or sign on residential streets	2
		Lane change / merging on residential street	
	D	Right turn at nondirectional intersection on major road	2
		Lane change / merging on major road	
	E	Highway or driving at higher speed zone	3
		Enter and exit roundabout on major road	
	F	Lane change on highway / merging onto highway	3
Left turn across traffic at nondirectional intersection on major road			
No mirror use	A	Enter and exit roundabout on residential street	1
		Right turn at nondirectional intersection on residential street	
		Turn left / right at directional intersection on residential street	
	C	Left / right turn at directional intersection on major road	2
		Left turn at nondirectional intersection on residential street	
	D	Lane change / merging on residential street	3
		Right turn at nondirectional intersection on major road	
	E	Lane change / merging on major road	3
		Highway or driving at higher speed zone	
	F	Enter and exit roundabout on major road	3
		Lane change on highway / merging onto highway	
		Left turn across traffic at nondirectional intersection on major road	3
No looking	A	Drive straight through a nondirectional intersection on residential street	3
		Enter and exit roundabout on residential street	
		Right turn at nondirectional intersection on residential street	
	B	Drive straight, turn left / right at directional intersection on residential street	3
		Parking / low speed maneuver	
	C	Drive straight through at an intersection on major roads	3
		Left / right turn at an intersection with directional lights on major roads	
	D	Left turn at nondirectional intersection on residential street	3
		Lane change / merging on residential street	
	E	Right turn at nondirectional intersection on major road	3
		Lane change / merging on major road	
	F	Highway or driving at higher speed zone	3
Enter and exit roundabout on major road			
	Lane change on highway / merging onto highway	3	
	Left turn across traffic at nondirectional intersection on major road		
Driving too fast	A	Drive straight through a nondirectional intersection on residential street	2
		Enter and exit roundabout on residential street	
		Right turn at nondirectional intersection on residential street	
		Drive straight, turn left / right at directional intersection on residential street	

Figura 13-Tabella 5. Fonte: Development of a weighted scoring system for the Electronic Driving Observation Schedule(eDOS), Pag.10

Error type	Maneuver/Environ. complexity	Driving maneuver/environment	Error Weighting	
Driving too slow	C	Drive straight through at intersection on major road	2	
		Left / right turn at directional intersection on major road		
	D	Left turn at nondirectional intersection on residential street	2	
		Lane change / merging on residential street		
		Right turn at nondirectional intersection on major road		
	E	Lane change / merging on major road	2	
		Highway or driving at higher speed zone		
	F	Enter and exit roundabout on major road	3	
		Lane change on highway / merging onto highway		
		Left turn across traffic at nondirectional intersection on major road		
		A	Drive straight through a nondirectional intersection on residential street	1
			Enter and exit roundabout on residential street	
		Right turn at nondirectional intersection on residential street		
Missed opportunity		Drive straight, turn left / right at directional intersection on residential street		
	C	Drive straight through at intersection on major road	2	
		Left / right turn at directional intersection on major road		
	D	Left turn at nondirectional intersection on residential street	2	
		Lane change / merging on residential street		
		Right turn at nondirectional intersection on major road		
	E	Lane change / merging on major road	3	
		Highway or driving at higher speed zone		
	F	Enter and exit roundabout on major road	3	
		Lane change on highway / merging onto highway		
		Left turn across traffic at nondirectional intersection on major road		
		A	Enter and exit roundabout on residential street	1
Unsafe gap		Right turn at nondirectional intersection on residential street		
		Turn left / right at directional intersection on residential street		
	C	Left / right turn at directional intersection on major road	2	
	D	Left turn at nondirectional intersection on residential street	2	
		Lane change / merging on residential street		
		Right turn at nondirectional intersection on major road		
	E	Lane change / merging on major road	2	
		Highway or driving at higher speed zone		
	F	Enter and exit roundabout on major road	3	
		Lane change on highway / merging onto highway		
		Left turn across traffic at nondirectional intersection on major road		
		A	Enter and exit roundabout on residential street	2
		Right turn at nondirectional intersection on residential street		
		Turn left / right at directional intersection on residential street		
	C	Left / right turn at directional intersection on major road	3	
	D	Left turn at nondirectional intersection on residential street	3	
		Lane change / merging on residential street		
		Right turn at nondirectional intersection on major road		
	E	Lane change / merging on major road	3	
		Highway or driving at higher speed zone		
	F	Enter and exit roundabout on major road	3	
		Lane change on highway / merging onto highway		
		Left turn across traffic at nondirectional intersection on major road		

Figura 14-Tabella 5. Fonte: Development of a weighted scoring system for the Electronic Driving Observation Schedule(eDOS), Pag.10

Error type	Maneuver/Environ. complexity	Driving maneuver/environment	Error Weighting
Failure to yield	A	Enter and exit roundabout on residential street	2
		Right turn at nondirectional intersection on residential street	
	D	Left turn at nondirectional intersection on residential street	3
		Lane change / merging on residential street	
	E	Right turn at nondirectional intersection on major road	3
		Lane change / merging on major road	
F	Highway or driving at higher speed zone	3	
	Enter and exit roundabout on major road		
Hitting Curb	A	Lane change on highway / merging onto highway	1
		Left turn across traffic at nondirectional intersection on major road	
		Enter and exit roundabout on residential street	
	C	Right turn at nondirectional intersection on residential street	2
		Drive straight, turn left / right at directional intersection on residential street	
	D	Left / right turn at directional intersection on major road	2
		Left turn at nondirectional intersection on residential street	
	E	Lane change / merging on residential street	3
		Right turn at nondirectional intersection on major road	
	F	Lane change / merging on major road	3
Highway or driving at higher speed zone			
Non-compliance to road sign	A	Enter and exit roundabout on major road	2
		Lane change on highway / merging onto highway	
		Left turn across traffic at nondirectional intersection on major road	
	C	Drive straight through a nondirectional intersection on residential street	3
		Enter and exit roundabout on residential street	
	D	Right turn at nondirectional intersection on residential street	3
		Drive straight, turn left / right at directional intersection on residential street	
	F	Drive straight through at intersection on major road	3
		Left / right turn at directional intersection on major road	
	Crossing pavement	A	Left turn at nondirectional intersection on residential street
Right turn at nondirectional intersection on major road			
Enter and exit roundabout on major road			
C		Left turn across traffic at nondirectional intersection on major road	2
		Drive straight through a nondirectional intersection on residential street	
D		Enter and exit roundabout on residential street	2
	Right turn at nondirectional intersection on residential street		
F	Drive straight, turn left / right at directional intersection on residential street	3	
	Drive straight through at intersection on major road		
Out of lane	A	Left / right turn at directional intersection on major road	1
		Left turn at nondirectional intersection on residential street	
		Right turn at nondirectional intersection on major road	
	B	Enter and exit roundabout on residential street	2
		Right turn at nondirectional intersection on residential street	
	C	Drive straight, turn left / right at directional intersection on residential street	3
		Parking/low speed maneuver	
	D	Drive straight through at intersection on major road	3
		Left / right turn at directional intersection on major road	
	E	Left turn at nondirectional intersection on residential street	3
Lane change / merging on residential street			
F	Right turn at nondirectional intersection on major road	3	
	Lane change / merging on major road		
Inappropriate following distance	E	Highway or driving at higher speed zone	3
		Enter and exit roundabout on major road	
	F	Lane change on highway / merging onto highway	3

Dalle tabelle appena riportate, sono state selezionate le manovre e i comportamenti pertinenti, affrontabili per ogni situazione di guida dai partecipanti durante la prova.

Tra tutti questi comportamenti di guida ed errori osservabili, definiti negli articoli scientifici appena visti, si è prestata maggiormente l'attenzione nell'identificare dei comportamenti inerenti all'ambito simulativo utilizzato.

Trattandosi di un percorso autostradale, quindi di un contesto extraurbano, dove non sono presenti intersezioni e passaggi pedonali, si ritiene necessario tener presente, che quando si valutano le situazioni di guida nel contesto del nostro studio, quest'ultimo è differente rispetto a quelli studiati negli altri lavori dove sono i partecipanti dell'esperimento stessi a scegliere il percorso (a loro noto), quindi non è possibile definire delle situazioni standardizzate. Questo significa che è possibile osservare solo se i partecipanti soddisfano o meno determinati standard comportamentali in termini di errori durante il tragitto.

Nel nostro caso, i partecipanti hanno lo stesso percorso, con alcune situazioni in comune per tutti. Pertanto, la nostra valutazione sarà differente rispetto a quella degli articoli, pur mantenendo i loro fondamenti sui criteri di giudizio.

Le manovre e i comportamenti di guida osservabili in ogni situazione presente negli scenari possono essere riassunte nelle seguenti macrocategorie:

- Segnalazione;
- Osservazione dell'ambiente;
- Regolazione della velocità;
- Interpretazione della distanza e posizionamento del veicolo/corsia

Un esempio di manovre e comportamenti valutabili in una situazione di guida è mostrata in Tabella 6.

Tabella 6- Esempio dei comportamenti/errori associato alle situazioni simulate

Situation	Maneuver	Behavior/Error
Car brake in front	Signaling	No signaling Inappropriate signaling
	Missing an opportunity	At lane-changing
	Slow or unsafe reaction	During an emergency
	Cross or exceed lane limits	At lane-changing During driving
	Failure to maintain distance	To ahead vehicle

Per questo studio, durante la definizione delle categorie di errori, per quanto riguarda il rispetto del codice della strada ci si è focalizzati principalmente sul rispetto del limite di velocità, visto il contesto autostradale.

Invece, per quanto riguarda le reazioni di guida lente e insicure al cambio di corsia o durante le emergenze, sono state incluse dopo aver esaminato le caratteristiche degli altri strumenti di valutazione su strada come in (Classen et al., 2017; Ott et al., 2012; Patomella et al., 2010; Shechtman et al., 2010).

Nella seguente tabella (Tabella 7), sono stati descritti nel dettaglio tutti i comportamenti alla guida e gli errori che possono essere commessi dai conducenti durante la simulazione in esame.

La tabella è stata costruita in modo da racchiudere i comportamenti generali che possono assumere i conducenti e i relativi errori specifici correlati.

Ad ogni errore specifico è stata associata una breve descrizione sul come viene definito e riconosciuto un errore specifico.

Questa descrizione dettagliata ha un'importanza rilevante, soprattutto nella fase di valutazione. Essa consente ai valutatori di avere ben chiara la definizione precisa del comportamento sbagliato relativo allo specifico dell'errore, in modo tale da riconoscerlo in fase di valutazione.

Nel nostro caso, nella fase di valutazione delle performance di guida, ovvero nella attenta visione dei video dei partecipanti alla guida, avere ben chiara la descrizione specifica di ogni comportamento errato è un requisito fondamentale.

La fase di osservazione e scoring è stata effettuata da due osservatori distinti, i quali avevano ben chiara la precisa descrizione di ciascun comportamento errato.

In questo modo è stato possibile procedere con la valutazione, partendo dal presupposto di avere, almeno sulla carta, lo stesso metro di giudizio, limitando di molto l'effetto della soggettività nella valutazione.

Tabella 7: Errori specifici con relativa descrizione

Comportamenti	Specifico errore	Definizione
Non segnala	Non segnala quando cambia corsia / entra in autostrada Non segnala correttamente quando cambia corsia/entra in autostrada	Non segnala con il tempo necessario o non segnala affatto la manovra di cambio corsia o l'ingresso in autostrada. Segnali impropri (es: segnale di svolta a sinistra invece che a destra o viceversa)
Non guarda gli specchietti/tachimetro	Non guarda gli specchietti quando si cambia corsia in autostrada / quando si entra in autostrada. Non guarda alla velocità massima / minima	Non guardarsi negli specchietti quando si cambia corsia in autostrada o quando si entra in autostrada. Non guardi mai il tachimetro, quindi non controlla la tua velocità.
Guida con una velocità Alta	Guida molto velocemente quando cambia corsia in autostrada / quando entri in autostrada Non rispetta la velocità massima	Quando si cambia corsia in autostrada / quando si entra in autostrada, si guida ad una velocità molto elevata che non consente un tempo di reazione adeguato alle condizioni del traffico, mettendo a rischio il conducente e gli altri conducenti. In generale, guidare oltre il limite di velocità.
Guida con una velocità molto Bassa	Guidare molto lentamente quando si cambia corsia in autostrada / quando si entra in autostrada Non rispetta la velocità minima	Quando si cambia corsia o si entra in autostrada, guidare a una velocità molto bassa che mette a rischio il flusso del traffico. In generale, si guida al di sotto del limite di velocità normalmente consentito in autostrada (65 km/h).
Perde una opportunità	Non cogliere l'occasione per cambiare corsia in autostrada / entrare in autostrada	Non effettui una manovra di cambio corsia o di immissione in autostrada, pur avendone l'opportunità, perché sei troppo lento.
Tempi di reazione lenti/insicuri	Manovre lente o pericolose quando si cambia corsia in autostrada / quando si entra in autostrada Manovre pericolose o lente durante un'emergenza	Quando si cambia corsia o si entra in autostrada, manovre non sicure. In una situazione rischiosa, non reagire in modo sicuro o rapido (p. es., non frenare per evitare un incidente)
Non permette il passaggio degli altri veicoli	Non cede al cambio di corsia / all'ingresso in autostrada Ai veicoli di emergenza	Non cede al cambio di corsia/all'ingresso in autostrada, indipendentemente dal fatto che ci siano auto con preferenza. Non cedere a un veicolo di emergenza.
Fuori esce dalle linee della corsia	Esce dalle linee dopo il cambio di corsia autostradale/l'ingresso in autostrada Esci dalle linee mentre guida	Quando si cambia corsia / si entra in autostrada, non posizionarsi all'interno della corsia corrispondente, rispettando i limiti contrassegnati dalle linee. Non sei in grado di mantenere una guida dritta all'interno della corsia.
Non tiene la distanza di sicurezza	Non mantiene una distanza di sicurezza quando si cambia corsia / si entra in autostrada Non mantiene una distanza di sicurezza dal traffico in avanti	Quando si cambia corsia o si entra in autostrada, ci si posiziona troppo vicino, senza rispettare la distanza di sicurezza, rispetto alle altre vetture (laterali e anteriori) È posizionato troppo vicino, senza rispettare la distanza di sicurezza, rispetto alle auto che precedono.

Ovviamente tutti gli atteggiamenti di guida non corretti e gli errori commessi dai conducenti non hanno tutti la medesima entità.

Ci sono dei comportamenti errati che non hanno ripercussioni gravi sulla sicurezza alla guida e altri invece si.

Per tenere in considerazione questo aspetto, è necessaria una classificazione sull'entità degli errori commessi, ovvero assegnare un peso a ciascun errore commesso in fase di valutazione e dello scoring in tabella.

Negli studi elencati precedentemente, la maggior parte di essi, classificava gli errori in tre categorie:

- errori abituali;
- errori gravi;
- errori critici.

Per ognuna di queste categorie di errori, veniva definito in dettaglio quando si trattava di un errore abituale, grave e critico.

Nel nostro caso si è voluto optare per una classificazione in due tipologie che differenziano l'entità dell'errore, per tener conto anche della gravità di quest'ultimo:

- Errori Lievi;
- Errori Critici.

Per definire al meglio la differenza sulla gravità dell'errore e distinguerle con precisione, partiamo nel definire l'errore critico.

Un errore è definito come "Errore Critico" quando si tratta di un comportamento errato da parte del conducente che provoca un incidente o che sia molto vicino al provocarlo.

Invece è definito come "Errore Lieve", qualsiasi comportamento errato da parte del conducente che non è definito come errore critico, ovvero che non provoca un incidente o non sia molto vicino a provocarlo.

Una volta definite tutte le tipologie di errori e tutti i comportamenti da osservare durante la guida del partecipante e una volta definiti i due possibili livelli di gravità che può assumere un errore, si può procedere con la creazione della tabella di valutazione, ovvero la tabella che permette di effettuare lo scoring di tutti gli errori commessi dai partecipanti durante la loro prova.

3.2. Creazione tabella e modalità d'uso DOS-SA

Una volta definiti tutti i possibili errori e i comportamenti non corretti dei conducenti anziani alla guida, avendo inoltre l'elenco di tutti gli eventi specifici con i loro relativi riferimenti temporali, si è in grado di costruire le tabelle di valutazione delle performance di guida adattate al simulatore (DOS-SA).

3.2.1. Creazione tabelle DOS-SA

Per costruire una tabella di valutazione efficiente, la sola valutazione degli eventi standard, proposti dal simulatore durante la guida simulata, non può essere considerata sufficiente per una valutazione completa delle performance di guida, visto che rappresentano solo una parte dell'intero percorso, di una durata di circa 20 minuti.

Inoltre, di questi venti minuti solamente dieci minuti affrontati in guida manuale, sono di nostro interesse, infatti, si presta molta attenzione alla fase di transizione tra le due modalità di guida, ovvero tra la guida in modalità autonoma e quella manuale.

Tuttavia, è necessario annotare tutti i comportamenti non corretti tenuti dai partecipanti nel corso dell'intera durata della simulazione, non soltanto durante gli eventi specifici. Proprio per questo motivo è stata predisposta un'apposita sezione di valutazione che prende il nome di "guida libera".

Pertanto come appena descritto, la valutazione della performance di guida, viene effettuata solo la parte per percorso condotta in regime di guida manuale.

Le combinazioni tra: i partecipanti, gli scenari e le modalità di guida implicano la strutturazione di quattro differenti tabelle di valutazione, per effettuare lo scoring degli errori in maniera corretta.

Nel seguito sono rappresentate le quattro tabelle (Tabella 8-9-10-11) che coprono tutte le combinazioni:

- Traffico moderato AD-MD-AD;
- Traffico moderato MD-AD-MD;
- Traffico intenso AD-MD-AD;
- Traffico intenso MD-AD-MD;

Tabella 8-Scoring AD-MA-AD (Basso traffico)

ID:			COMPORTAMENTI ED ERRORI DA VALUTARE																	
TRAFFICO MODERATO AD-MD-AD			Non segnalare		Non guardare specchietti/tachimetro		Guida molto veloce		Guidare molto lentamente		Perdere un'opportunità	Reazione lenta/insicura		Non cede il passo		Esci dalla linea/corsia		Non mantenere una distanza di sicurezza		
N^ Situazione	Rif. tempo	Situazione	Nessuna segnalazione	Segnalazione inappropriata	Al cambio di corsia/Ingresso in autostrada	La velocità massima/minima	Al cambio di corsia/Ingresso in autostrada	Non rispettare la velocità a max	Al cambio di corsia/Ingresso in autostrada	Non rispettare la velocità a min	Al cambio di corsia/Ingresso in autostrada	Al cambio di corsia/Ingresso in autostrada	Durante un'emergenza	Al cambio di corsia/Ingresso in autostrada	A un veicolo di emergenza	Al cambio di corsia/Ingresso in autostrada	Durante la guida	Al cambio di corsia/Ingresso in autostrada	Rispetto al traffico davanti	
1	00:00	Inizio percorso																		
2	01:00	Discesa																		
3	03:00	Auto di fronte taglia la strada a sx																		
4	05:00	Cambio di modalità di guida																		
5	06:00	Ingresso autostrada																		
6	06:00	Ambulanza																		
7	10:00	Auto di fronte taglia la strada a sx																		
8	12:00	L'auto dietro accende i fari																		
9	15:00	Cambio di modalità di guida																		
10	17:00	Auto di fronte taglia la strada a dx																		
11	19:00	L'auto davanti frena																		
12	21:00	Meteo neve																		
13	...	Guida libera Valor errori tot																		

ERRORI CRITICI – contrassegnati con un 2 nella casella in cui avvengono. ERRORI Lievi – contrassegnati con un 1. Con un * se nella stessa casella si rappresenta il medesimo errore della stessa entità. (es due errori critici 2*, tre errori lievi 1**)

Tabella 9-Scoring MD-AD-MD (Basso traffico)

ID:			COMPORTAMENTI ED ERRORI DA VALUTARE																	
TRAFFICO MODERATO MD-AD-MD			Non segnalare		Non guardare specchietti/tachimetro		Guida molto veloce		Guidare molto lentamente		Perdere un'opportunità	Reazione lenta/insicura		Non cede il passo		Esci dalla linea/corsia		Non mantenere una distanza di sicurezza		
N^ Situazione	Rif. tempo	Situazione	Nessuna segnalazione	Segnalazione inappropriata	Al cambio di corsia/Ingresso in autostrada	La velocità massima/minima	Al cambio di corsia/Ingresso in autostrada	Non rispettare la velocità a max	Al cambio di corsia/Ingresso in autostrada	Non rispettare la velocità a min	Al cambio di corsia/Ingresso in autostrada	Al cambio di corsia/Ingresso in autostrada	Durante un'emergenza	Al cambio di corsia/Ingresso in autostrada	A un veicolo di emergenza	Al cambio di corsia/Ingresso in autostrada	Durante la guida	Al cambio di corsia/Ingresso in autostrada	Rispetto al traffico davanti	
1	00:00	Inizio percorso																		
2	01:00	Discesa																		
3	03:00	Auto di fronte taglia la strada a sx																		
4	05:00	Cambio di modalità di guida																		
5	06:00	Ingresso autostrada																		
6	06:00	Ambulanza																		
7	10:00	Auto di fronte taglia la strada a sx																		
8	12:00	L'auto dietro accende i fari																		
9	15:00	Cambio di modalità di guida																		
10	17:00	Auto di fronte taglia la strada a dx																		
11	19:00	L'auto davanti frena																		
12	21:00	Meteo neve																		
13	...	Guida libera																		
		Valor errori tot																		

ERRORI CRITICI – contrassegnati con un 2 nella casella in cui avvengono. ERRORI Lievi – contrassegnati con un 1. Con un * se nella stessa casella si rappresenta il medesimo errore della stessa entità. (es due errori critici 2*, tre errori lievi 1**)

Tabella 10- scoring AD-MD-AD (traffico intenso)

ID:			COMPORAMENTI ED ERRORI DA VALUTARE																	
TRAFFICO ELEVATO AD-MD-AD			Non segnalare		Non guardare specchietti/tachimetro		Guida molto veloce		Guidare molto lentamente		Perdere un'opportunità	Reazione lenta/insicura		Non cede il passo		Esci dalla linea/corsia		Non mantenere una distanza di sicurezza		
N^ Situazione	Rif. tempo	Situazione	Nessun a segnalazione	Segnalazione inappropriata	Al cambio di corsia/Ingresso in autostrada	La velocità massima/minima	Al cambio di corsia/Ingresso in autostrada	Non rispetta la velocità à max	Al cambio di corsia/Ingresso in autostrada	Non rispetta a la velocità à min	Al cambio di corsia/Ingresso in autostrada	Al cambio di corsia/Ingresso in autostrada	Durante un'emergenza	Al cambio di corsia/Ingresso in autostrada	A un veicolo di emergenza	Al cambio di corsia/Ingresso in autostrada	Durante la guida	Al cambio di corsia/Ingresso in autostrada	Rispetto al traffico davanti	
1	00:00	Inizio percorso																		
2	02:00	Discesa																		
3	03:00	Auto di fronte taglia la strada a sx																		
4	05:00	Cambio di modalità di guida																		
5	06:00	Ingresso autostrada																		
6	06:00	L'auto davanti frena																		
7	10:00	Auto di fronte taglia la strada a dx																		
8	13:00	Ambulanza																		
9	15:00	Cambio di modalità di guida																		
10	17:00	L'auto dietro accende i fari																		
11	19:00	Auto di fronte taglia la strada a sx																		
12	21:00	Meteo neve																		
13	...	Guida libera																		
		Valor errori tot																		

ERRORI CRITICI – contrassegnati con un 2 nella casella in cui avvengono. **ERRORI Lievi** – contrassegnati con un 1. Con un * se nella stessa casella si rappresenta il medesimo errore della stessa entità. (es due errori critici 2*, tre errori lievi 1**)

Tabella 11- scoring MD-AD-MD (traffico intenso)

ID:			COMPORTAMENTI ED ERRORI DA VALUTARE																
TRAFFICO ELEVATO MD-AD-MD			Non segnalare		Non guardare specchietti/tachimetro		Guida molto veloce		Guidare molto lentamente		Perdere un'opportunità	Reazione lenta/insicura		Non cede il passo		Esci dalla linea/corsia		Non mantenere una distanza di sicurezza	
N^ Situazione	Rif. tempo	Situazione	Nessuna segnalazione	Segnalazione inappropriata	Al cambio di corsia/Ingresso in autostrada	La velocità massima/minima	Al cambio di corsia/Ingresso in autostrada	Non rispetta la velocità max	Al cambio di corsia/Ingresso in autostrada	Non rispetta la velocità min	Al cambio di corsia/Ingresso in autostrada	Al cambio di corsia/Ingresso in autostrada	Durante un'emergenza	Al cambio di corsia/Ingresso in autostrada	A un veicolo di emergenza	Al cambio di corsia/Ingresso in autostrada	Durante la guida	Al cambio di corsia/Ingresso in autostrada	Risp al traffico davanti
1	00:00	Inizio percorso																	
2	02:00	Discesa																	
3	03:00	Auto di fronte taglia la strada a sx																	
4	05:00	Cambio di modalità di guida																	
5	06:00	Ingresso autostrada																	
6	06:00	L'auto davanti frena																	
7	10:00	Auto di fronte taglia la strada a dx																	
8	13:00	Ambulanza																	
9	15:00	Cambio di modalità di guida																	
10	17:00	L'auto dietro accende i fari																	
11	19:00	Auto di fronte taglia la strada a sx																	
12	21:00	Meteo neve																	
13	...	Guida libera																	
		Valor errori tot																	

ERRORI CRITICI – contrassegnati con un 2 nella casella in cui avvengono. **ERRORI Lievi** – contrassegnati con un 1. Con un * se nella stessa casella si rappresenta il medesimo errore della stessa entità. (es due errori critici 2*, tre errori lievi 1**)

Come descritto precedentemente, in queste tabelle di valutazione sono stati integrati tutti i comportamenti errati che potrebbero commettere i partecipanti, con tutti gli eventi che si sviluppano durante l'esecuzione degli scenari simulativi. Inoltre, è stata aggiunta la sezione "guida libera", ovvero una situazione aggiuntiva che permette di coprire tutto il percorso, sempre escludendo le parti in modalità di guida autonoma, fornendo in questo modo una valutazione completa.

Nelle tabelle è stato utilizzato un colore giallo, come sfondo delle celle, per le situazioni dove la guida si trova in modalità autonoma, in base alla configurazione tra scenario e traffico.

Questo per facilitare il valutatore nel riconoscimento delle situazioni da valutare durante la visione dei filmati.

3.2.2. Modalità d'uso delle tabelle di valutazioni DOS-SA

Per ottenere una valutazione corretta delle performance di guida, è necessario procedere con lo scoring, seguendo un procedimento preciso.

Una volta chiarite le tipologie di errori, soprattutto il livello che definisce la loro entità, ovvero errori lievi e critici, si è optato per associare un peso differente ad ogni tipologia.

Ad un errore lieve viene associato un peso pari ad 1 unità, invece per gli errori critici un peso pari a 2 unità.

Questa scelta è stata fatta sia per differenziare le due tipologie di errori, sia per un utilizzo successivo in fase di giudizio.

La logica per l'utilizzo delle tabelle è la seguente:

- Durante la visione del video, iniziare l'osservazione partendo dalla prima porzione di video in modalità manuale;
- Procedere con l'osservazione della prova del partecipante seguendo l'ordine cronologico, per avvenimento, in cui sono state inserite le situazioni nella tabella. Al presentarsi di errori procedere con la loro identificazione, invece quando si rilevano degli atteggiamenti non corretti, non rientranti nelle situazioni specifiche, segnare gli errori nella sezione "guida libera";
- Quando si osserva un errore, e quest'ultimo viene ritenuto un errore lieve, deve essere segnato con un "1" nella casella corrispondente alla situazione in cui è stato effettuato l'errore e sotto la colonna che rappresenta la tipologia di errore specifico commesso.

Quando l'errore non rientra tra le situazioni, bisogna porre l'errore nella "guida libera"; (ad esempio, 1 in non segnala, ovvero non utilizza gli indicatori di direzione, quando inizia il percorso, come da (Figura 16)).

Figura 15- Esempio inserimento di un errore di lieve entità

BASSO TRAFFICO MD-AD-MD			Non segnalare	
N^ Situazione	Rif. tempo	Situazione	Nessuna segnalazione	Segnalazione inappropriata
1	00:00	Inizio percorso	1	
2	01:00	Discesa		
		Auto di		

- Invece, quando si osserva un errore critico, si segue lo stesso procedimento degli errori lievi, scrivendo però il valore corrispondente ovvero 2 (ad esempio, 2 in non segnala quando inizia il percorso, come da Figura 17).

Figura 16- Esempio inserimento di un errore critico

BASSO TRAFFICO MD-AD-MD			Non segnalare	
N^ Situazione	Rif. tempo	Situazione	Nessuna segnalazione	Segnalazione inappropriata
1	00:00	Inizio percorso	2	
2	01:00	Discesa		
		Auto di		

- In fine se ci dovesse essere la necessità di segnalare il medesimo errore commesso, nella stessa situazione più di una volta, caso molto frequente per quanto riguarda lo scoring nella sezione "guida libera", si inserisce a fianco all'errore un asterisco (*), che rappresenta il ripetersi di quell'errore nella medesima situazione (ad esempio. Non segnala per tre volte quando inizia il percorso, come da Figura 18).

Figura 17- Esempio inserimento di un errore di lieve entità commesso 3 volte

BASSO TRAFFICO MD-AD-MD			Non segnalare	
N [^] Situazione	Rif. tempo	Situazione	Nessuna segnalazione	Segnalazione inappropriata
1	00:00	Inizio percorso	1**	
2	01:00	Discesa		
		Auto di		

Una volta completato lo scoring degli errori durante la guida da parte dei partecipanti è necessario fare un ultimo passaggio per terminare, ossia completare l'ultima riga della tabella DOS-SA.

Come si può notare dalle tabelle di valutazione, sotto la situazione "guida libera" è presente una voce "valori errori tot".

Questa voce è stata inserita per facilitare l'analisi degli errori nella fase successiva. Lo spazio è stato predisposto appositamente per la "guida libera", siccome il ripetersi dello stesso errore più volte nella medesima situazione, si verifica solamente in "guida libera", questo è dovuto alla sua durata temporale molto più ampia rispetto a tutte le altre situazioni.

Infatti, in tutte le altre situazioni che rappresentano gli eventi definiti specificatamente in ciascuno scenario, è molto improbabile che si commetta lo stesso errore più di una volta, ma è più probabile che si commettano diversi tipi di errori.

Perciò vista la possibilità di avere una serie di errori per ogni cella, per facilitare il processo, si effettua la somma dei valori degli errori commessi in "guida libera" e si riporta il totale in questa sezione per ogni tipologia di errore.

3.3. Modalità di raccolta dei dati

In questo studio, la fase di raccolta dati è stata condotta da due persone distinte e indipendenti.

Questo aspetto è fondamentale per la validazione dello strumento DOS-SA, visto che l'osservazione e la valutazione di un qualsiasi fenomeno da parte di una persona, viene sempre

influenzata da una parte di giudizio che è per natura soggettivo. Si rivela, quindi, di fondamentale importanza dare una validità allo strumento, nel senso di ottenere dei dati affidabili per effettuare delle analisi successive.

Tuttavia, non è possibile raggiungere l'oggettività assoluta, quando abbiamo a che fare con valutazioni effettuate da persone fisiche. Per questo motivo è interessante verificare, se lo strumento DOS-SA, così definito, garantisce una valutazione accurata dei comportamenti alla guida valutati dai video delle guide simulate dei partecipanti.

Se questo riscontro risultasse positivo, lo strumento avrebbe una valenza non indifferente nel valutare i comportamenti di guida in una chiave maggiormente oggettività, pur trattandosi di una valutazione umana.

Il problema della soggettività nelle valutazioni ha portato anche alla scelta di definire solo due livelli di gravità degli errori: lievi e critici.

In questo modo, utilizzando questa scala di valutazione, il giudizio risulta meno soggettivo (meno sfocato su un numero maggiore di livelli).

Tuttavia, affinché lo strumento risulti affidabile, è necessaria una correlazione tra i dati registrati (valutazioni) dai due valutatori che operano sullo stesso campione di utenti.

3.3.1. Attività di valutazione

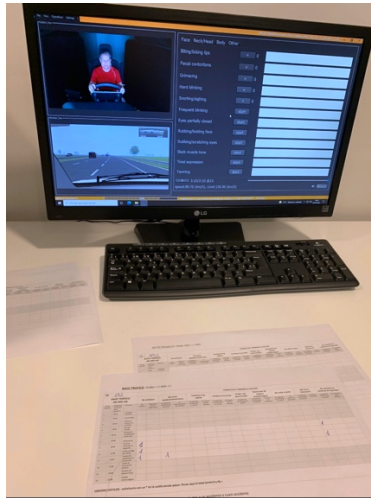
Come anticipato, l'attività di scoring degli errori durante la guida, tramite il DOS-SA è stato effettuato da due persone, nello specifico due semplici utenti della strada, non esperti in questo ruolo.

Questa scelta è stata effettuata appositamente per validare lo strumento e osservare se, seguendo tutte le prescrizioni definite per il DOS-SA avendo ben chiare le definizioni sui singoli errori e la definizione della loro gravità, le valutazioni dei due osservatori fossero concordanti.

Il processo di valutazione è stato effettuato dai due operatori, nel mese di novembre 2021, presso il Research Center for Mind, Brain and Behavior (CIMCYC) dell'Università di Granada in Spagna, al piano terra nel laboratorio n°26, dove sono situate le postazioni di lavoro che presentano computer contenenti il software Hadrian Annotation.

Ciascuno dei due valutatori, aveva le tabelle di valutazione stampate per ogni combinazione: scenario – traffico – partecipante (Figura 19).

Figura 18-Postazione lavorativa dell'osservatore



- L'operatore iniziava la propria attività di valutazione, scegliendo il primo partecipante, aprendo il video dello scenario a basso traffico, e procedendo con l'analisi dei filmati e la compilazione con lo scoring degli errori alla guida.
- Una volta terminata l'operazione di scoring, del primo scenario del partecipante, si procede con l'apertura del secondo video, ovvero quello dello scenario (19), traffico intenso; con l'utilizzo della tabella di valutazione corrispondente alla combinazione corretta.
- I valutatori hanno effettuato questa operazione per ciascun dei 34 partecipanti e per entrambi gli scenari percorsi da essi; per un totale di 68 tabelle di valutazione.

In fine, i due valutatori riportavano lo scoring delle tabelle stampate in un file Excel, al fine di avere la raccolta dati anche in formato digitale per facilitare la fase di analisi successiva.

3.3.1. Creazione della base di dati

In seguito, i dati sono stati registrati in fogli di calcolo distinti per i due operatori.

Questa suddivisione è necessaria per verificare la correlazione tra i giudizi dei due valutatori e procedere alla determinazione di un giudizio di guida distinto tra valutatore 1 e 2, per poi calcolare il corrispondente valore medio.

La banca dati è stata strutturata nel seguente modo:

- In testa alle colonne sono state inserite le stesse voci delle tabelle di valutazione, ovvero tutti gli errori specifici, con l'aggiunta dello scenario (alto o basso traffico) e l'aggiunta della configurazione (AD-MD-AD o MD-AD-MD):
 - N^ situazioni;
 - Situazioni;
 - Configurazioni (AD-MD-AD o MD-AD-MD);
 - Entità traffico (Alto o Basso);
 - Err1 (nessuna segnalazione);
 - Err2 (segnalare non correttamente);
 - Err3 (NON guarda, al cambio di corsia/ingresso in autostrada);
 - Err4 (NON guarda, la velocità massima/minima);
 - Err5 (Guida veloce, al cambio di corsia/ingresso);
 - Err6 (NON rispetta limite di velocità);
 - Err7 (Guida lenta, al cambio di corsia/ingresso in autostrada);
 - Err8 (Non rispetta il minimo di velocità);
 - Err9 (Perde un'opportunità, al cambio di corsia/ingresso in autostrada);
 - Err10 (Reazione lenta/insicura, al cambio di corsia/ingresso in autostrada);
 - Err11 (Reazione lenta/insicura, durante un'emergenza);
 - Err12 (NON cede il passo, al cambio di corsia/ingresso in autostrada);
 - Err13 (NON cede il passo, a un veicolo di emergenza);
 - Err14 (Esce dalla linea/corsia, al cambio di corsia/ingresso in autostrada);
 - Err15 (Esce dalla linea/corsia, durante la conduzione);
 - Err16 (NON mantiene la distanza di sicurezza, al cambio di corsia/ingresso in autostrada);
 - Err17 (NON mantiene la distanza di sicurezza, rispetto al traffico davanti);

- A capo delle righe, invece, sono stati inseriti tutte le voci delle situazioni degli eventi registrati in tabella. Tali situazioni sono state differenziate da configurazione a configurazione, considerando solo quelle presenti durante la modalità di guida manuale. è stata inoltre aggiunta una sezione che conta il numero di errori critici commessi in guida libera:

- ID/Basso traffico/AD-MD-AD
 - ID (Cambio di modalità di guida);
 - ID (Ingresso Autostrada);
 - ID (Ambulanza);
 - ID (Auto di fronte taglia la strada a sx);
 - ID (L'auto dietro accende i fari);
 - ID (Valori tot errori in Guida libera);
 - ID (N errori critici in guida libera);
- ID/Basso traffico/ MD-AD-MD
 - ID (Inizio percorso);
 - ID (Discesa);
 - ID (Auto di fronte taglia la strada a sx);
 - ID (Cambio di modalità di guida);
 - ID (Auto di fronte taglia la strada a dx);
 - ID (L'auto davanti frena);
 - ID (Meteo neve);
 - ID (Valori tot errori in Guida libera);
 - ID (N errori critici in guida libera);
- ID/traffico intenso/ AD-MD-AD
 - ID (Cambio di modalità di guida);
 - ID (Ingresso Autostrada);
 - ID (L'auto davanti frena);
 - ID (Auto di fronte taglia la strada a dx);
 - ID (Ambulanza);
 - ID (Valori tot errori in Guida libera);
 - ID (N errori critici in guida libera);
- ID/traffico intenso/ MD-AD-MD
 - ID (Inizio percorso);
 - ID (Discesa);
 - ID (Auto di fronte taglia la strada a sx);
 - ID (Cambio di modalità di guida);

4. Analisi Dati estratti dal DOS-SA

In questo capitolo, ci si concentra sulla analisi dei dati raccolti tramite lo strumento DOS-SA e questo al fine di avere una descrizione dei comportamenti non corretti tenuti dai partecipanti durante la guida.

La fase di analisi dati è importante per rilevare tutte le criticità osservate, che interessano gli anziani durante la guida, per avere quindi un occhio di riguardo su questi particolari comportamenti.

Detto ciò, prima di procedere con l'analisi dei comportamenti, è necessario definire se il DOS-SA è valido come strumento di valutazione, rispondendo così ai primi due obiettivi prefissati nella parte introduttiva di questo elaborato:

- a) Creare una versione affidabile del DOS adattata al simulatore.
- b) Determinare se lo strumento DOS-SA è valido per le osservazioni e valutazioni dei comportamenti di guida, quindi i dati raccolti sono affidabili.

4.1. Validazione dello strumento del DOS-SA

La validazione dello strumento del DOS-SA è un requisito fondamentale per procedere con lo studio dei comportamenti di guida per avere la garanzia di lavorare su dati che rappresentino in modo veritiero il fenomeno.

L'uso del DOS-SA, necessita la verifica di questo aspetto, per il quale bisogna procedere con una correlazione tra i dati raccolti dai due operatori in fase di assegnazione dei punteggi (scoring). Bisogna verificare se effettivamente i risultati ottenuti dalla valutazione di ciascun comportamento errato commesso dai partecipanti, vada nella stessa direzione per entrambe le osservazioni.

Questo è estremamente importante per la validazione dello strumento, perché consente di affermare se il DOS-SA così definito, con la descrizione dettagliata di tutti i possibili errori dei conducenti e della loro gravità, è affidabile nella descrizione del comportamento di guida.

Se lo strumento risulta valido, tutti i giudizi delle performance di guida associati ai partecipanti avranno lo stesso criterio di valutazione.

Per accertarsi che le valutazioni siano tutte nella stessa direzione, ci si è affidati alla analisi statistica, in particolare alla correlazione interclasse, definendo il coefficiente di correlazione (ICC) che descrive quanto fortemente i dati dello stesso gruppo si assomigliano.

Il coefficiente di correlazione interclasse (ICC) è stato determinato tra i dati dei due database creati, come illustrato precedentemente.

Tutte le analisi sono state eseguite utilizzando il pacchetto statistico SPSS versione 26 (IBM, 2019).

I risultati dei coefficienti di correlazione interclasse (ICC) sono risultati indicativi di una buona-eccezionale correlazione (Koo & Li, 2016), tra i due operatori.

Nel dettaglio, per quanto riguarda le valutazioni effettuate nelle situazioni di guida specifiche dello scenario a basso traffico, si è ottenuto un (ICC) pari a 0.949 con un intervallo di confidenza (CI) pari al 95%.

Le restanti correlazioni sono eccellenti (Tabella 12), con valori compresi tra i 0.958 a 0.990 [95%CI].

Tabella 12-Correlazione interclasse (ICC) e Intervallo di confidenza (CI) tra I valutatori R1 e R2

		Low traffic		High traffic	
		Situations – R1	Free driving – R1	Situations – R1	Free driving – R1
		ICC [95%CI]	ICC [95%CI]	ICC [95%CI]	ICC [95%CI]
Low traffic	Situations – R2	.949 [.896 - .975]			
	Free driving – R2		.990 [.980 - .995]		
High traffic	Situations – R2			.958 [.915 - .979]	
	Free driving – R2				.987 [.974 - .994]

Note. R1 = Rater 1; R2 = Rater 2.

Da questa analisi si nota la correlazione tra le valutazioni dei due operatori R1 e R2, seguendo i criteri predisposti dal DOS-SA descritti nel capitolo precedente. Una volta verificato questo aspetto, lo strumento di valutazione DOS-SA può essere considerato valido per ottenere dati affidabili per l'analisi dei comportamenti di guida.

Questo dimostra che un qualsiasi osservatore, seguendo nel dettaglio le descrizioni di ogni singolo comportamento da valutare secondo lo strumento, può valutare al meglio le performance di guida del conducente.

4.2. Analisi dei comportamenti di guida dei partecipanti

Validato lo strumento, si possono estrapolare i dati relativi agli atteggiamenti di guida dei partecipanti e in particolare si possono osservare i comportamenti non corretti.

Questo passaggio è interessante e aiuta a capire quali sono i comportamenti più critici e pericolosi tenuti dagli anziani durante la guida. Si tratta di un'operazione utile per tenere sotto controllo questo problema e definire contromisure, come possibili prescrizioni in ambito di rinnovo della licenza di guida.

Nella seguente tabella viene rappresentata una sintesi di tutti gli errori osservati durante l'esperimento (Tabella 13).

Tabella 13- Riassunto scoring per l'intero esperimento

Behavior		Signaling		Observation of environment		Speed regulation			Slow or unsafe reaction		Distance interpretation			Vehicle/lane positioning						
		No signaling	Inappropriate signaling	No mirror checking	No speedometer checking	Too fast at lane-changing or freeway entrance	Exceed maximum speed limit	Too slow at lane-changing or freeway entrance	Not achieving minimum speed limit	Slow/unsafe at lane-changing or freeway entrance	Slow/unsafe during an emergency	Missing an gap at lane-changing or freeway entrance	Selecting an unsafe gap at lane-changing or freeway entrance	Failure to yield to an emergency vehicle	Drifting out of lane at lane-changing or freeway entrance	Drifting out of lane during driving	Failure to maintain distance at lane-changing or freeway entrance	Failure to maintain distance to ahead vehicle		
MD-AD-MD	Low and high traffic	Starting route	L/H	L/H	L/H		L/H		L/H		L/H		L/H	L/H		L/H		L/H		
		Downhill				L/H		L/H		L/H						L/H			L/H	
		Car crosses from the left	L/H	L/H	L/H		L/H				L/H	L/H	L/H		L/H		L/H		L/H	L/H
AD-MD-AD	Low traffic	Change of driving mode (autonomous-manual)				L		L		L	L		L			L			L	
		Entrance to freeway	L	L	L		L		L		L		L	L		L		L		
		Ambulance	L	L		L					L	L			L		L			
		Car crosses from the left	L	L	L		L				L	L	L		L		L		L	L
		Car behind gets too close				L	L			L	L		L			L				
	High traffic	Change of driving mode (autonomous-manual)				H		H		H	H		H			H			H	H
		Entrance to freeway	H	H	H		H		H		H		H	H		H		H		H
		Car ahead brakes	H	H							H	H				H	H			H
		Car crosses from the right	H	H	H		H				H	H	H		H		H		H	H
		Ambulance	H	H		H					H	H			H		H			
MD-AD-MD	Low traffic	Change of driving mode (autonomous-manual)				L		L		L	L			L			L		L	
		Car crossing from the right	L	L	L		L				L	L	L		L		L			
		Car brake in front	L	L							L	L			L	L			L	
		Weather change				L		L		L		L				L			L	
	High traffic	Change of driving mode (autonomous-manual)				H		H		H	H			H			H			H
		Rear car switch on headlights			H	H				H	H		H			H				H
		Car crosses from the left	H	H	H		H				H	H	H		H		H		H	H
		Weather change				H		H		H		H					H			H

Nella Tabella 13 sono rappresentate tutte le configurazioni di guida effettuate dai partecipanti, con annessi tutti gli errori specifici commessi in combinazione con le situazioni di guida.

Questa rappresentazione fornisce un'idea generale su dove sono stati commessi determinati errori e dove no, relazionandoli con gli specifici eventi di guida e con i due scenari di traffico.

Ad esempio, si può notare come nella situazione di cambio di modalità di guida, nessuno dei partecipanti commette l'errore di non segnalare o segnalare in maniera inappropriata al cambio di corsia, in nessuno scenario di traffico e per nessuna configurazione.

Nel complesso è stato analizzato ogni singolo errore, per avere una panoramica generale sull'andamento dei comportamenti errati da parte dei partecipanti.

Nelle seguenti tabelle sono rappresentati i numeri di errori commessi da tutti i partecipanti per ogni comportamento specifico valutato dai due operatori (Tabella 14, Tabella 15).

Gli Err (n[^]) con n[^] da 1 a 17, sono gli errori specifici definiti, come illustrato precedentemente nel paragrafo 3.3.1.

Tabella 14- Scoring totale effettuato dall'operatore 1.

	Basso traffico				traffico intenso				Alto + Basso	
	Situazioni		Guida libera		Situazioni		Guida libera		Situazioni + libera	
	Errori lievi	Errori critici	Errori lievi	Errori critici	Errori lievi	Errori critici	Errori lievi	Errori critici	Errori lievi tot	Errori critici tot
Err1	7	0	4	0	10	0	14	0	35	0
Err2	4	0	23	0	5	0	11	0	43	0
Err3	7	0	7	0	4	0	2	0	20	0
Err4	0	0	5	0	0	0	0	0	5	0
Err5	0	0	12	0	2	0	3	0	17	0
Err6	4	0	51	0	5	1	15	0	75	1
Err7	4	0	3	0	6	0	8	0	21	0
Err8	12	1	27	1	13	3	78	3	130	8
Err9	3	0	2	0	5	1	12	0	22	1
Err10	4	0	1	3	3	1	4	0	12	4
Err11	4	12	0	1	7	11	2	0	13	24
Err12	1	2	0	1	1	0	1	1	3	4
Err13	2	1	0	0	3	2	0	0	5	3
Err14	12	0	36	3	16	0	32	1	96	4
Err15	18	1	229	0	8	0	222	1	477	2
Err16	3	3	18	1	4	3	4	3	29	10
Err17	2	5	3	3	2	1	13	0	20	9

Tabella 15- Scoring totale effettuato dall'operatore 2

	Basso traffico				traffico intenso				Alto + Basso	
	Situazioni		Guida libera		Situazioni		Guida libera		Situazioni + libera	
	Errori lievi	Errori critici	Errori lievi	Errori critici	Errori lievi	Errori critici	Errori lievi	Errori critici	Errori lievi tot	Errori critici tot
Err1	7	1	12	1	9	1	19	0	47	3
Err2	6	0	26	0	4	0	17	0	53	0
Err3	7	3	4	1	3	1	6	0	20	5
Err4	1	0	5	0	0	0	0	0	6	0
Err5	1	0	10	0	2	0	3	0	16	0
Err6	2	0	50	1	4	0	14	0	70	1
Err7	6	0	2	0	4	0	7	0	19	0
Err8	12	1	25	0	17	5	58	3	112	9
Err9	1	0	3	0	5	1	9	0	18	1
Err10	3	1	3	1	5	0	2	0	13	2
Err11	2	12	0	2	6	9	2	1	10	24
Err12	2	1	0	1	1	0	2	0	5	2
Err13	2	1	0	0	3	1	0	0	5	2
Err14	18	0	39	1	13	0	24	2	94	3
Err15	28	2	200	5	12	1	179	3	419	11
Err16	2	1	18	2	2	0	14	2	36	5
Err17	2	2	1	2	4	1	5	1	12	6

Vista la correlazione tra le valutazioni dei due operatori, come confermato precedentemente in fase di validazione, si ritiene opportuno utilizzare i valori medi tra le due valutazioni per descrivere le tendenze comportamentali dei conducenti alla guida (Tabella 16).

Il fatto di utilizzare i valori medi, data la buona se non ottima correlazione tra le due valutazioni, consente di ottenere valori ancor più vicini al possibile valore vero della popolazione studiata.

Tabella 16-Media totale dello scoring tra operatore 1 e 2.

	Basso traffico				traffico intenso				Alto + Basso	
	Situazioni		Guida libera		Situazioni		Guida libera		Situazioni + libera	
	Errori lievi	Errori critici	Errori lievi	Errori critici	Errori lievi	Errori critici	Errori lievi	Errori critici	Errori lievi tot	Errori critici tot
Err1	7	0,5	8	0,5	9,5	0,5	16,5	0	41	1,5
Err2	5	0	24,5	0	4,5	0	14	0	48	0
Err3	7	1,5	5,5	0,5	3,5	0,5	4	0	20	2,5
Err4	0,5	0	5	0	0	0	0	0	5,5	0
Err5	0,5	0	11	0	2	0	3	0	16,5	0
Err6	3	0	50,5	0,5	4,5	0,5	14,5	0	72,5	1
Err7	5	0	2,5	0	5	0	7,5	0	20	0
Err8	12	1	26	0,5	15	4	68	3	121	8,5
Err9	2	0	2,5	0	5	1	10,5	0	20	1
Err10	3,5	0,5	2	2	4	0,5	3	0	12,5	3
Err11	3	12	0	1,5	6,5	10	2	0,5	11,5	24
Err12	1,5	1,5	0	1	1	0	1,5	0,5	4	3
Err13	2	1	0	0	3	1,5	0	0	5	2,5
Err14	15	0	37,5	2	14,5	0	28	1,5	95	3,5
Err15	23	1,5	214,5	2,5	10	0,5	200,5	2	448	6,5
Err16	2,5	2	18	1,5	3	1,5	9	2,5	32,5	7,5
Err17	2	3,5	2	2,5	3	1	9	0,5	16	7,5

Dalla seguente tabella si nota, che nel complesso durante l'intera prova al simulatore di guida, per entrambi gli scenari, i comportamenti errati commessi maggiormente da parte dei partecipanti erano i seguenti:

Errori di entità lieve:

- Err1 (nessuna segnalazione);
- Err2 (segnalare non correttamente);
- Err6 (NON rispetta limite di velocità);
- Err8 (Non rispetta il minimo di velocità);
- Err14 (Esce dalla linea/corsia, al cambio di corsia/ingresso in autostrada);
- Err15 (Esce dalla linea/corsia, durante la conduzione).

Mentre gli errori critici, ovvero quelli che provocano un incidente o molto vicini ad esso, sono i seguenti:

- Err8 (Non rispetta il minimo di velocità);
- Err11 (Reazione lenta/insicura, durante un'emergenza);
- Err15 (Esce dalla linea/corsia, durante la conduzione);
- Err16 (NON mantiene la distanza di sicurezza, al cambio di corsia/ingresso in autostrada);
- Err17 (NON mantiene la distanza di sicurezza, rispetto al traffico davanti);

In particolare, i valori massimi ottenuti per le due tipologie di errore sono:

- Errori lievi = Err15 (Esce dalla linea/corsia, durante la guida) con 448 errori commessi, un numero elevatissimo in relazione alla durata dei due scenari in guida manuale, di circa dieci minuti ciascuno, per un totale di quasi venti minuti di guida. Se facciamo riferimento alla media sui 32 partecipanti, corrisponde 0,7 volte al minuto. Questo significa che per ogni minuto di guida, si commetteva l'errore di uscire dalla linea che delimita la corsia, errore che può dipendere dalla sensibilità del volante, il quale però era stato calibrato regolarmente.
- Errori critici = Err11 (Reazione lenta/insicura, durante un'emergenza) con 24 errori, numero molto alto considerando solo il fatto che il numero dei partecipanti è pari a 32, questo significa che potenzialmente 24 persone su 32 hanno commesso questo errore, provocando un incidente o andandoci molto vicino.

Dalla tabella appena descritta, in termini generali, si possono notare le differenze dei comportamenti di guida in funzione dei diversi scenari di traffico (alto o basso) e degli specifici eventi di guida definiti nei percorsi simulati compresa la sezione di guida libera, ovvero la guida al di fuori di questi eventi.

Nei seguenti grafici si possono osservare le distribuzioni degli errori commessi nelle diverse categorie appena indicate.

I grafici rappresentano il comportamento delle seguenti categorie, nell'ordine sottoindicato:

- Generale (complessivo) = scenario Alto + basso traffico;
- Traffico moderato= complessivo, situazioni e guida libera;
- Traffico intenso = complessivo, situazioni e guida libera.

- **Generale**

Figura 20-Grafico a torta sugli errori commessi per l'intero esperimento

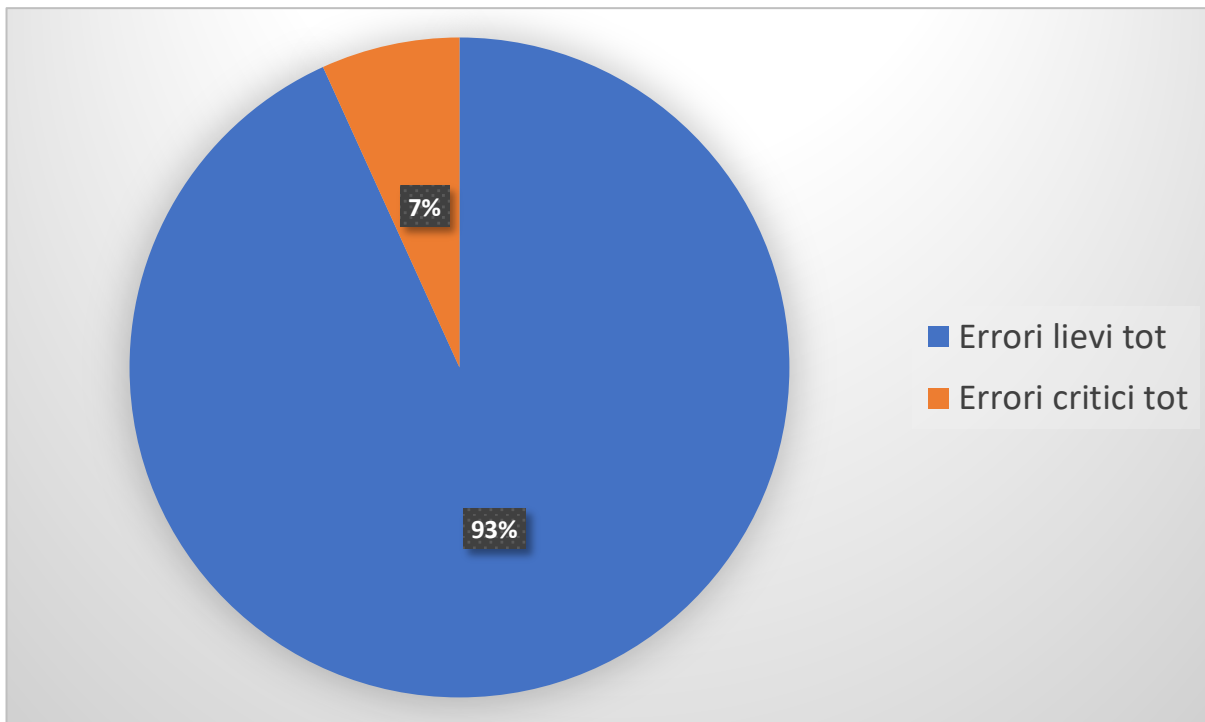


Figura 21- Grafico che rappresenta il numero di singoli errori commessi durante l'intero esperimento

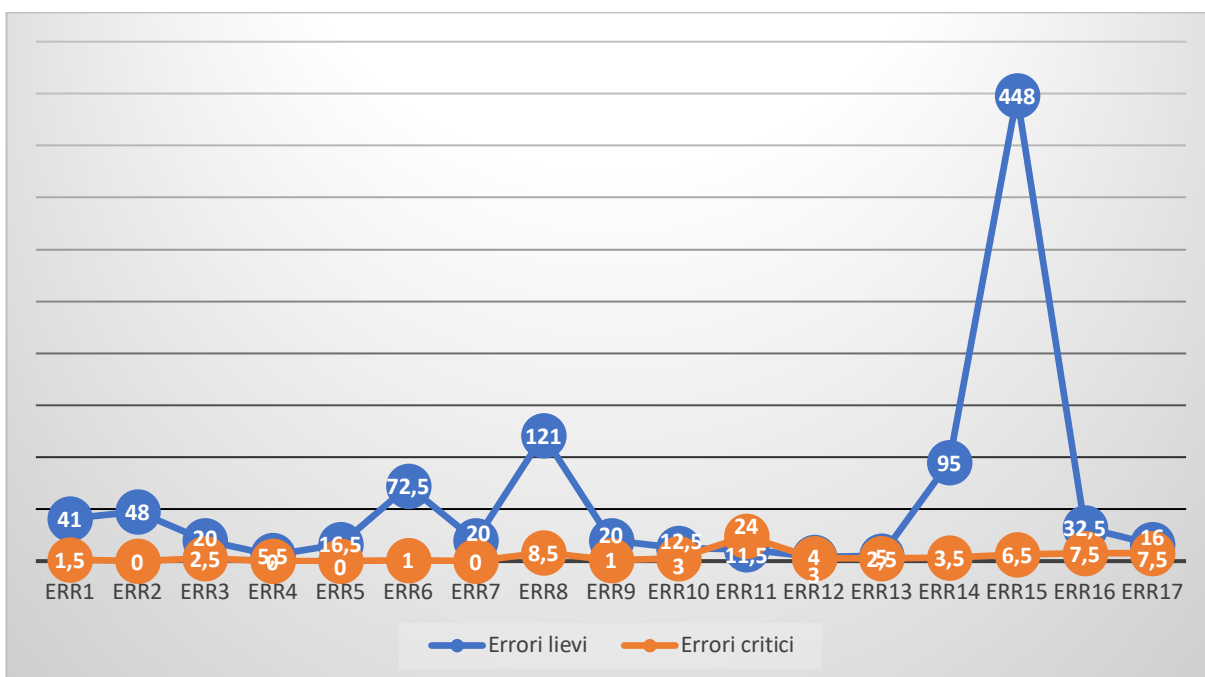
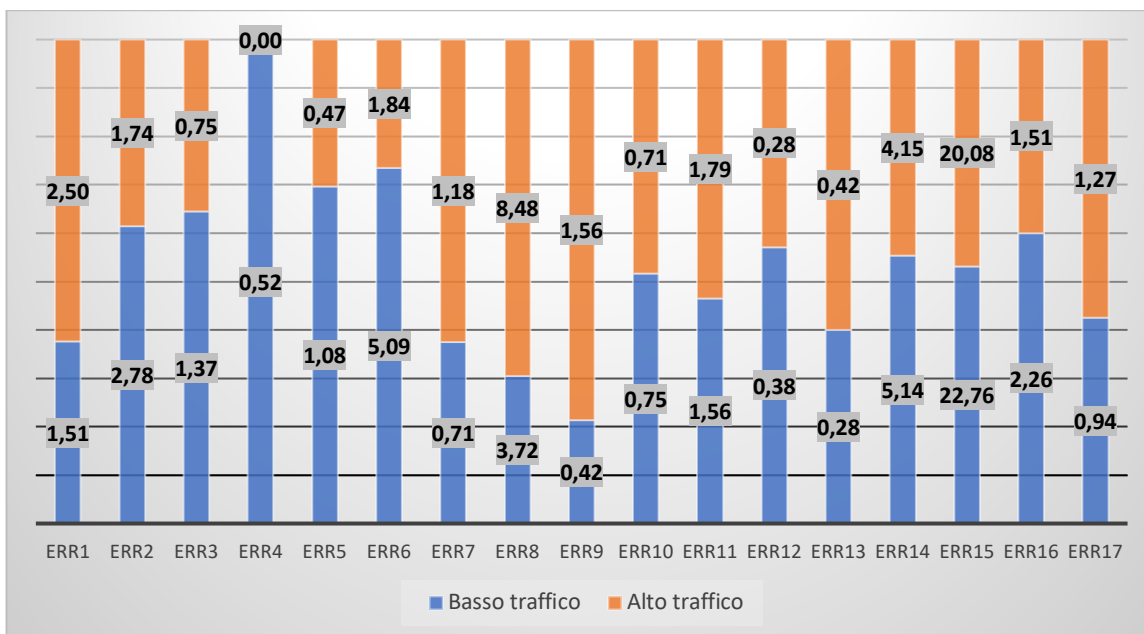


Figura 22- Grafico che rappresenta il confronto percentuale tra i singoli errori lievi e critici, durante l'intero esperimento



Si osserva che il totale degli errori commessi durante l'intera sperimentazione è costituito per il 93% da errori di lieve entità e per il 7% da errori di entità critica. Il 7% può sembrare una percentuale bassa rispetto al totale, ma come descritto precedentemente, si tratta di numeri elevati visto il loro rilevante significato.

- **Traffico moderato**

Per quanto riguarda la distribuzione degli errori commessi durante la guida nello scenario a traffico moderato, abbiamo la seguente situazione:

Figura 23-Grafico a torta sugli errori commessi nello scenario a basso traffico

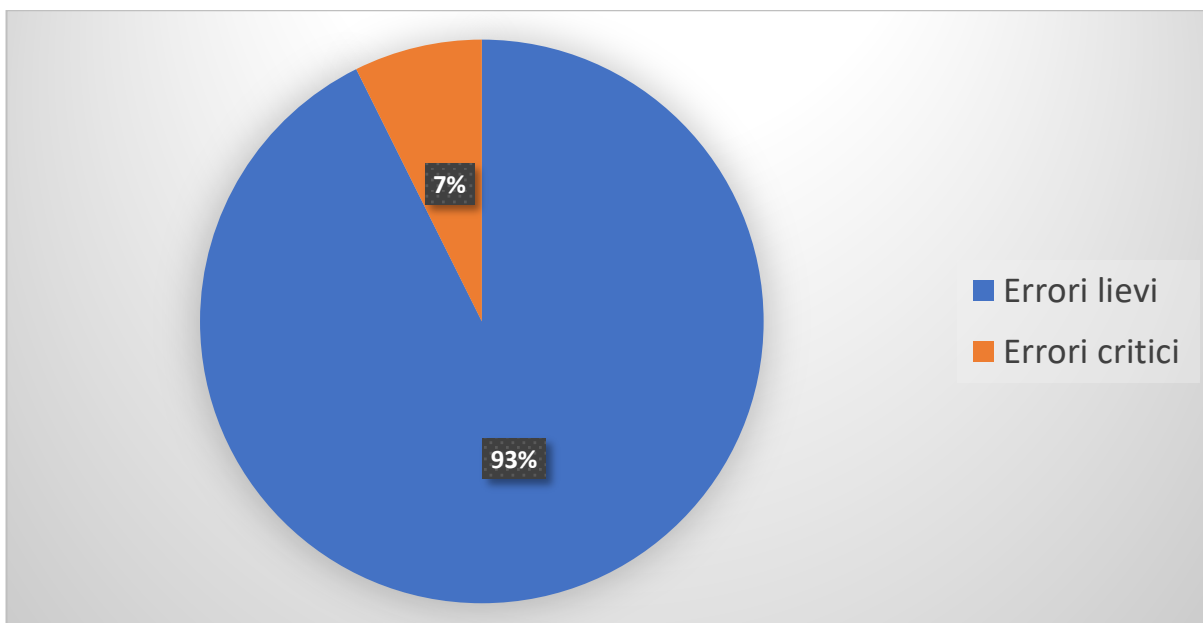
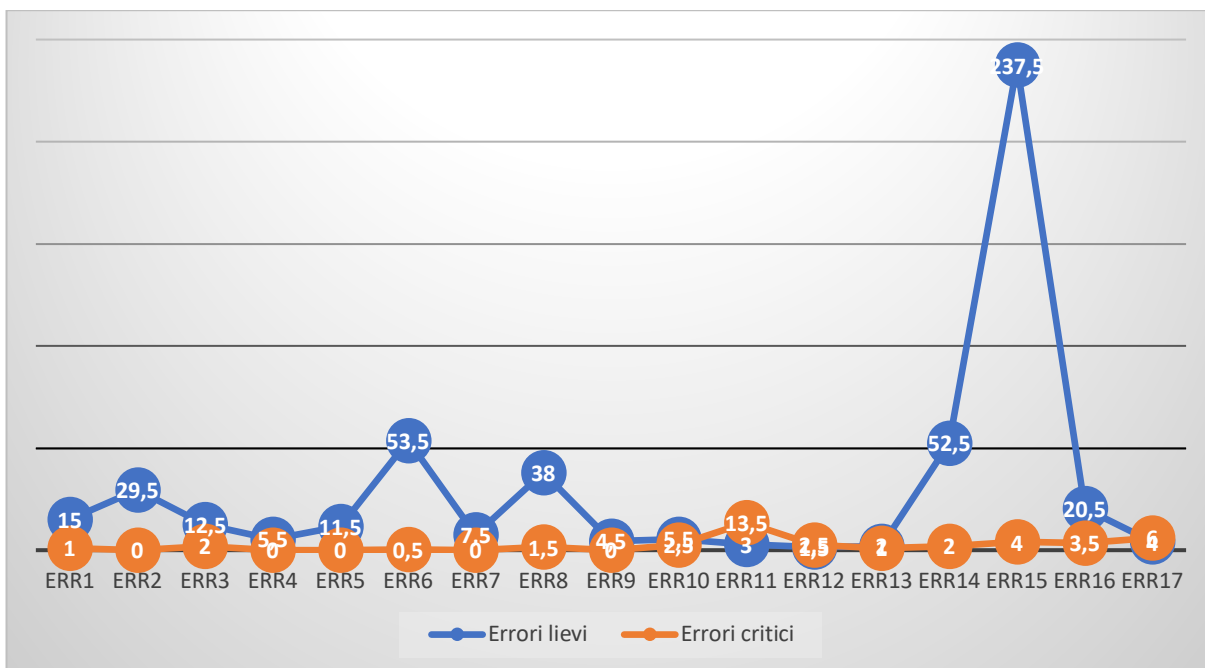


Figura 24- Grafico che rappresenta il numero di singoli errori commessi durante lo scenario a basso traffico



Si nota che per questo scenario di traffico, le percentuali degli errori critici e lievi sul totale, rispecchiano l'andamento generale visto precedentemente.

Si ha il 7% di errori critici e il 93% di errori di entità lieve; con il picco massimo dei valori registrati per entità:

- Errori critici= 13,5; Err11 (Reazione lenta/insicura, durante un'emergenza);
- Errori lievi= 237,5; Err15 (Esce dalla linea/corsia, durante la conduzione);

• **Traffico moderato situazioni**

Figura 25- Grafico a torta sugli errori commessi nello scenario a traffico moderato durante gli eventi specifici di guida.

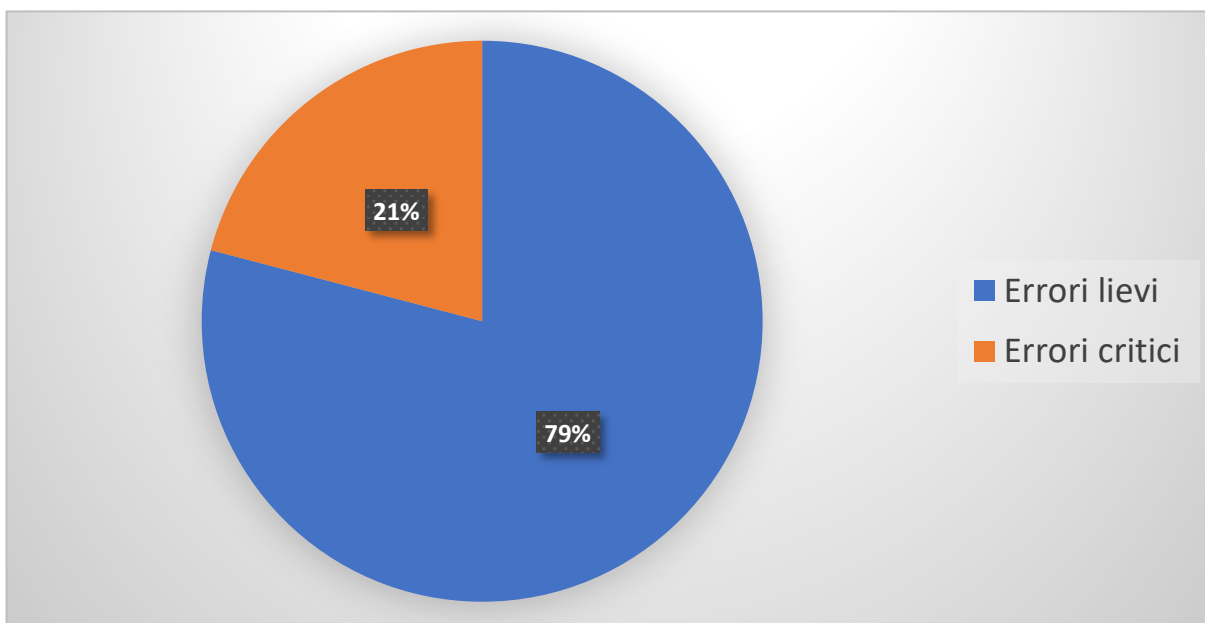
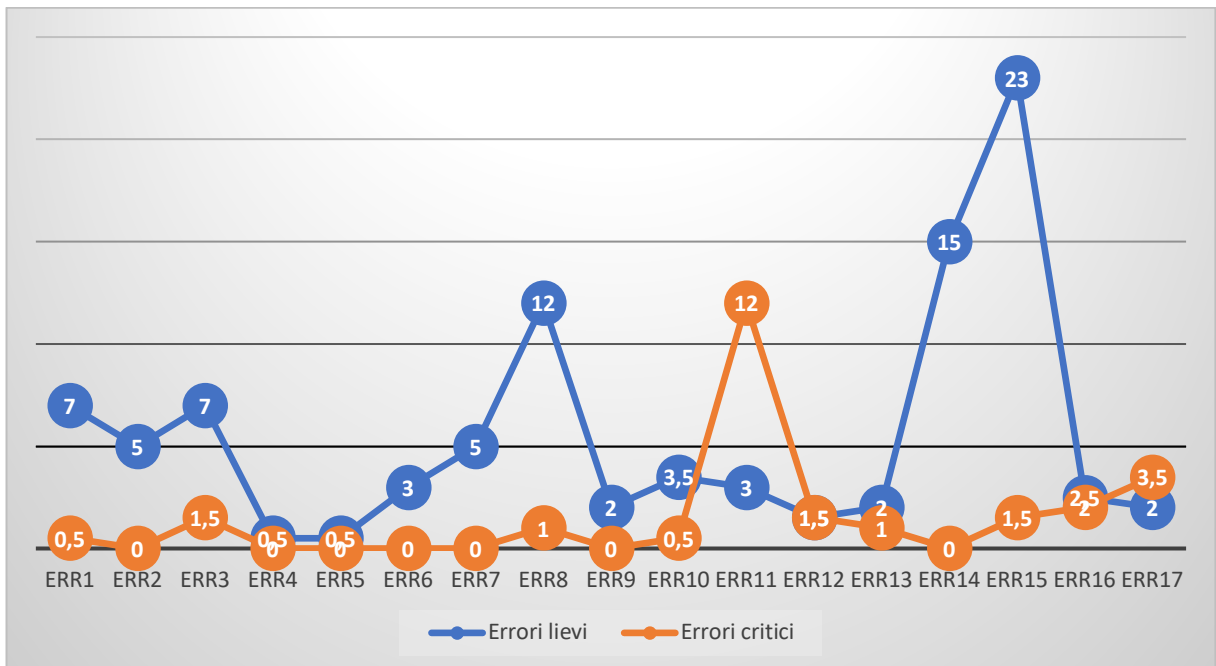


Figura 26- Grafico che rappresenta il numero di singoli errori commessi durante lo scenario a traffico moderato negli eventi specifici di guida.



Invece, per lo scenario a traffico moderato durante le specifiche situazioni di guida, le percentuali degli errori critici e lievi sul totale degli errori commessi dai partecipanti durante la guida non rispecchiano l'andamento generale.

Si ha il 21% di errori critici, in aumento rispetto all'andamento generale sull'intero esperimento e il 79% di errori di lieve entità, con il picco massimo dei valori registrati per:

- Errori critici= 12; Err11 (Reazione lenta/insicura, durante un'emergenza);
- Errori lievi= 23; Err15 (Esce dalla linea/corsia, durante la conduzione).

- **Traffico moderato guida libera**

Figura 27-Grafico a torta sugli errori commessi nello scenario a traffico moderato durante la guida libera

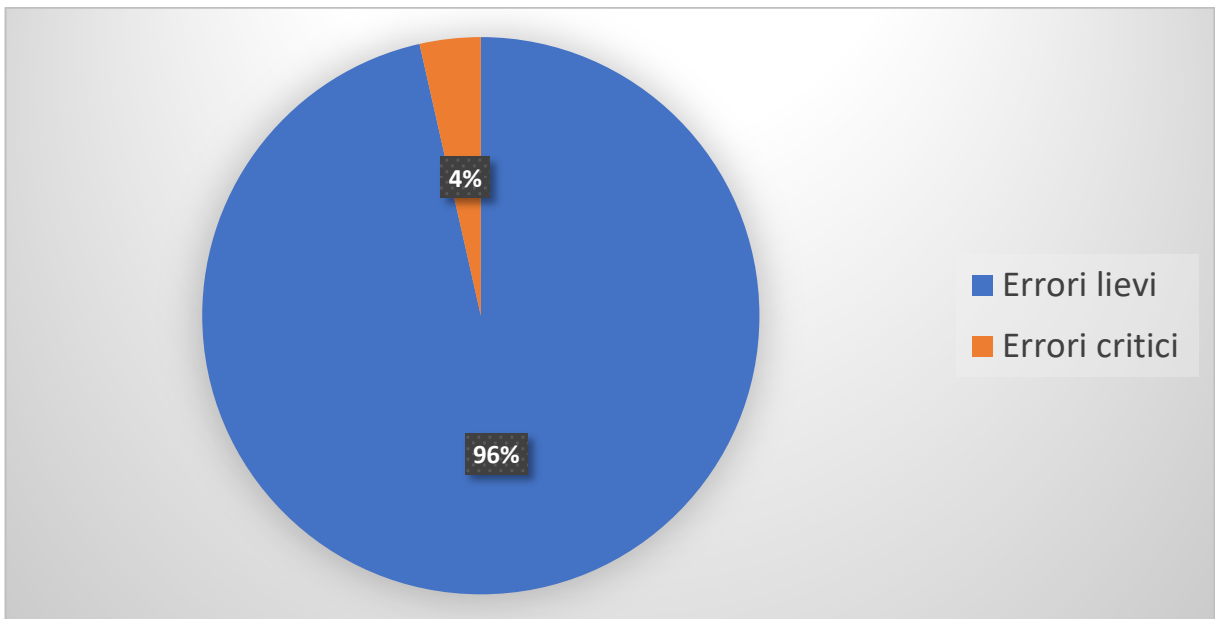
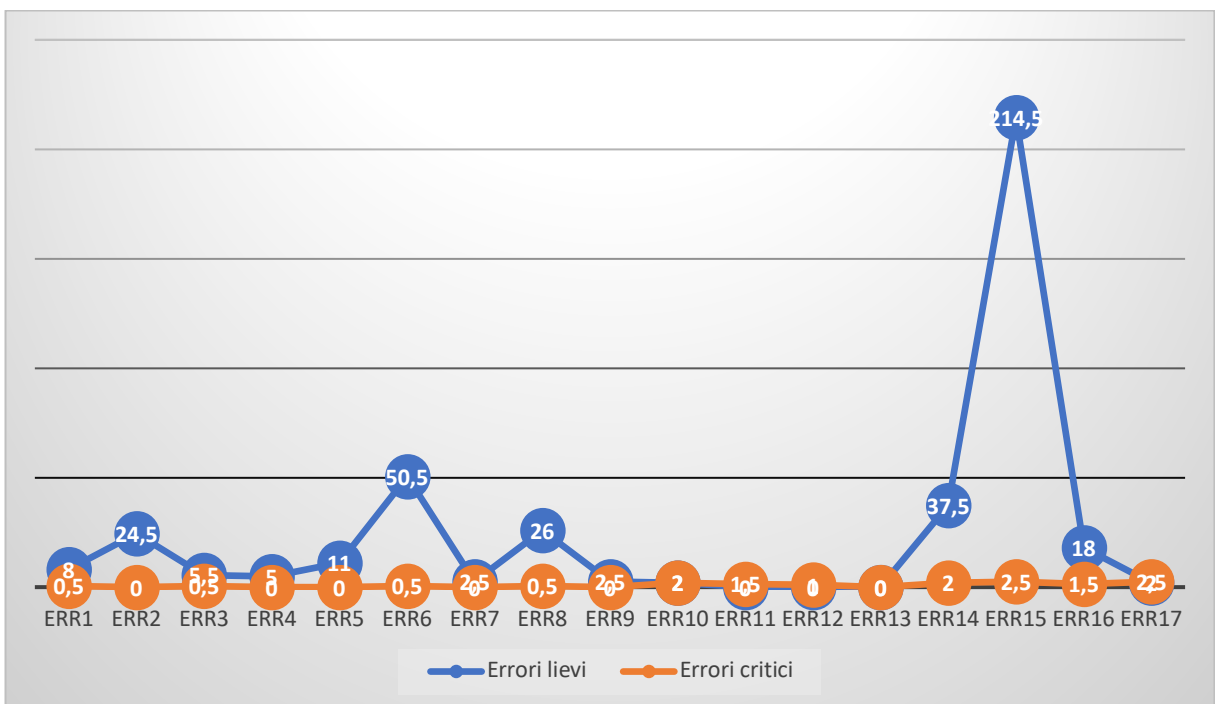


Figura 28- Grafico che rappresenta il numero di singoli errori commessi nello scenario a traffico moderato durante la guida libera.



Per quanto riguarda la guida libera nello scenario a basso traffico, le percentuali degli errori critici e lievi sul totale di tutti gli errori commessi dai partecipanti durante la guida, non rispecchiano l'andamento generale.

Tuttavia, rispetto agli errori commessi durante le situazioni di guida, in questo caso si registra una lieve diminuzione, rispetto all'andamento generale degli errori critici con una percentuale pari al 4% e con il 96% di errori di lieve entità, con il picco massimo dei valori registrati di:

- Errori critici= 2,5; Err15 (Esce dalla linea/corsia, durante la conduzione) e Err17 (NON mantiene la distanza di sicurezza, rispetto al traffico davanti);
- Errori lievi= 214,5; Err15 (Esce dalla linea/corsia, durante la conduzione).

- **Traffico intenso**

Per quanto riguarda lo scenario a traffico intenso la distribuzione degli errori commessi durante la guida dai partecipanti è la seguente:

Figura 29-Grafico a torta sugli errori commessi nello scenario a traffico intenso

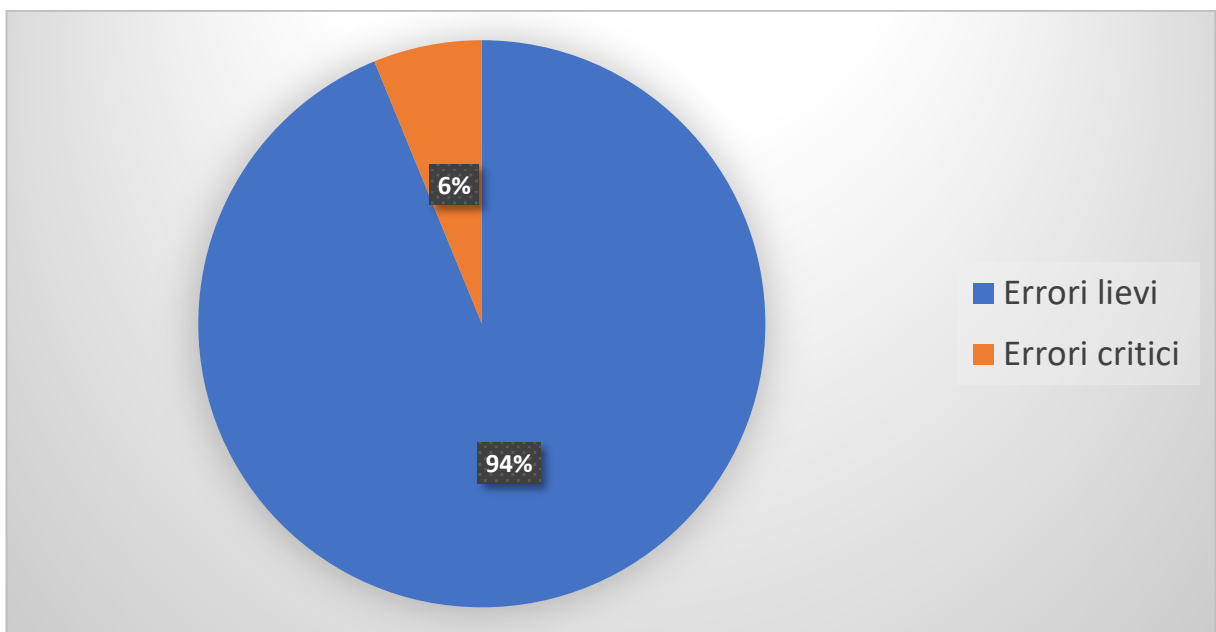
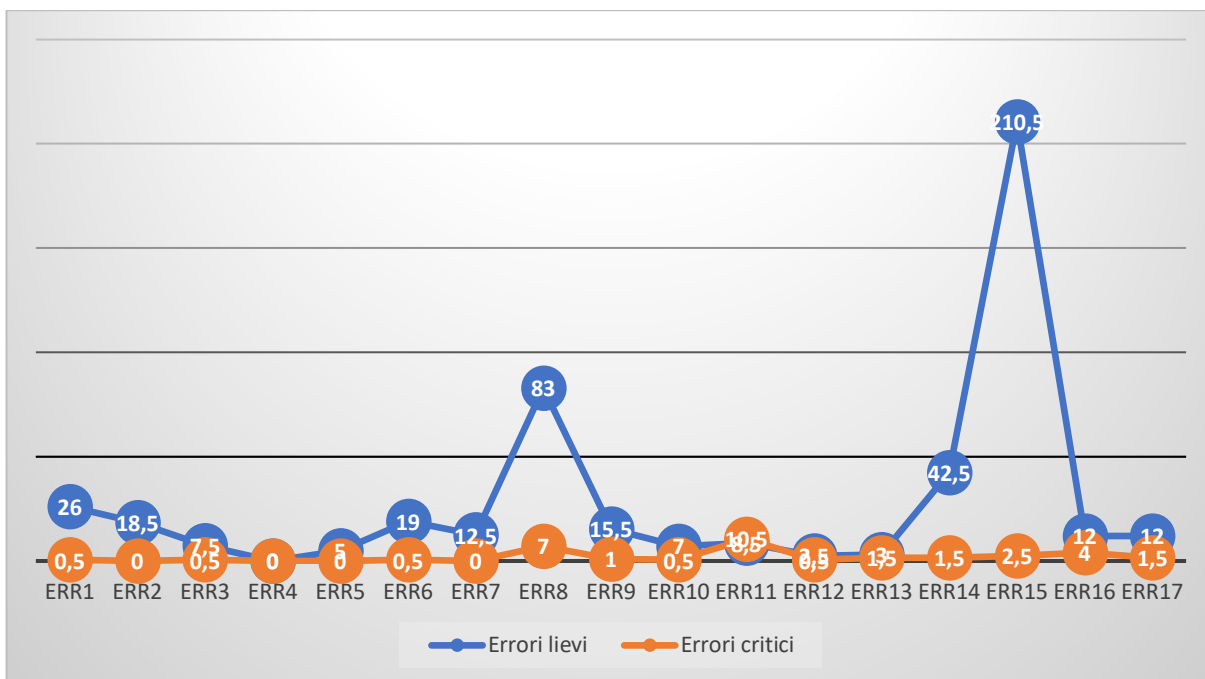


Figura 30-- Grafico che rappresenta il numero di singoli errori commessi durante lo scenario a traffico intenso



Nel caso dello scenario a traffico intenso, le percentuali degli errori critici e lievi sul totale degli errori commessi dai partecipanti durante la guida, non rispecchiano l'andamento generale. Si registra una piccola differenza rispetto allo scenario a basso traffico; infatti, la percentuale degli errori critici è pari al 6%, poco inferiore rispetto al 7% registrato nello scenario a basso traffico. I picchi massimi dei valori registrati sono pari a:

- Errori critici= 10,5; Err11 (Reazione lenta/insicura, durante un'emergenza);
- Errori lievi= 210,5; Err15 (Esce dalla linea/corsia, durante la conduzione).

- **Traffico intenso situazioni**

Figura 31- Grafico a torta sugli errori commessi nello scenario a traffico intenso durante gli eventi specifici di guida.

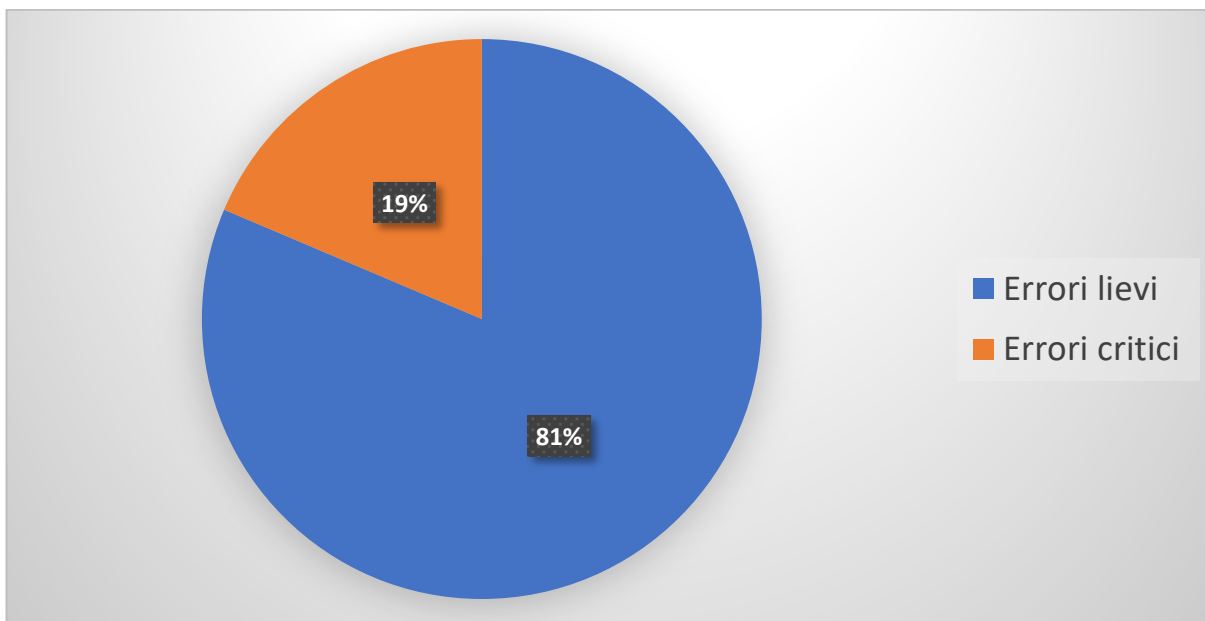
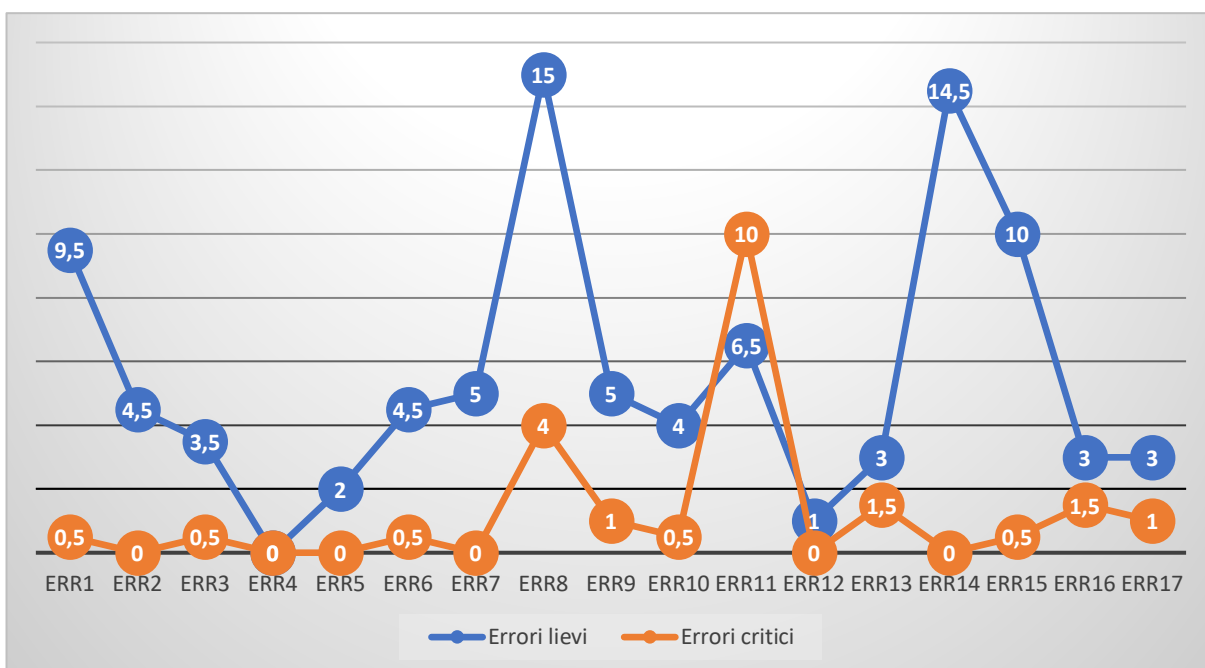


Figura 32- Grafico che rappresenta il numero di singoli errori commessi durante lo scenario a traffico intenso negli eventi specifici di guida.



Anche per lo scenario a traffico intenso nelle specifiche situazioni di guida, le percentuali degli errori critici e lievi sul totale degli errori commessi dai partecipanti durante la guida, non rispecchiano l'andamento generale.

Si registra il 19% di errori critici, in aumento in relazione all'andamento generale sul totale dell'esperimento, ma inferiore rispetto al corrispondente scenario a traffico moderato pari al 21% e un 81% di errori di lieve entità, con il picco massimo dei valori registrati pari a:

- Errori critici= 10; Err11 (Reazione lenta/insicura, durante un'emergenza);
- Errori lievi= 15; Err8 (Non rispetta il minimo di velocità).

- **Traffico intenso guida libera**

Figura 33- Grafico a torta sugli errori commessi nello scenario a traffico intenso in guida libera

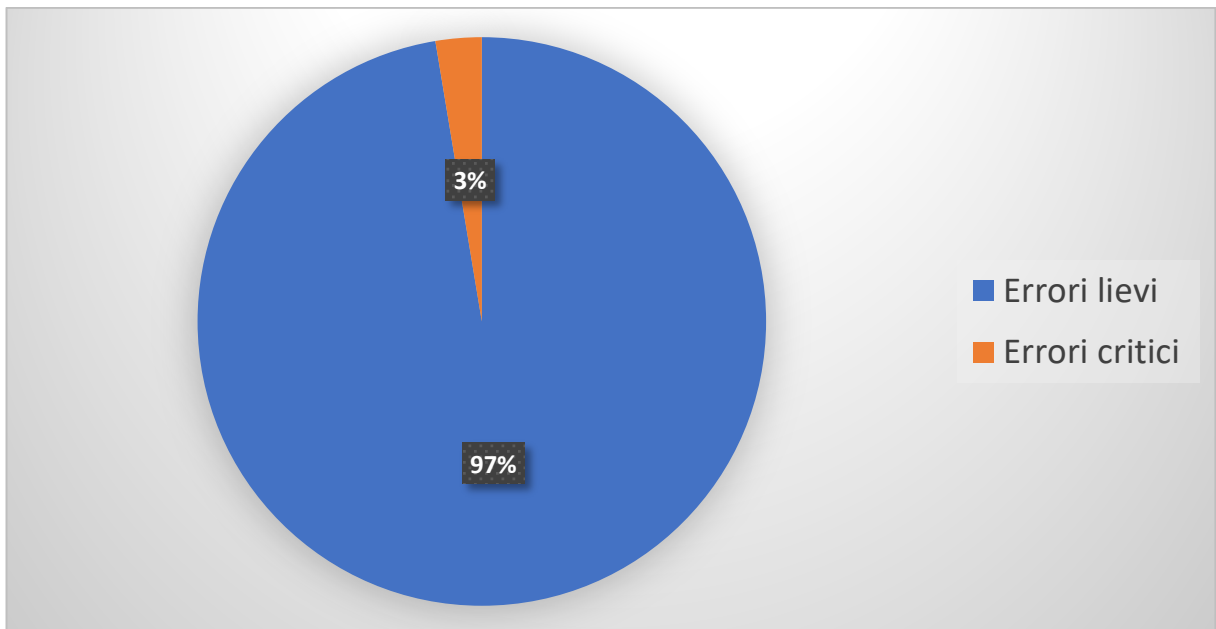
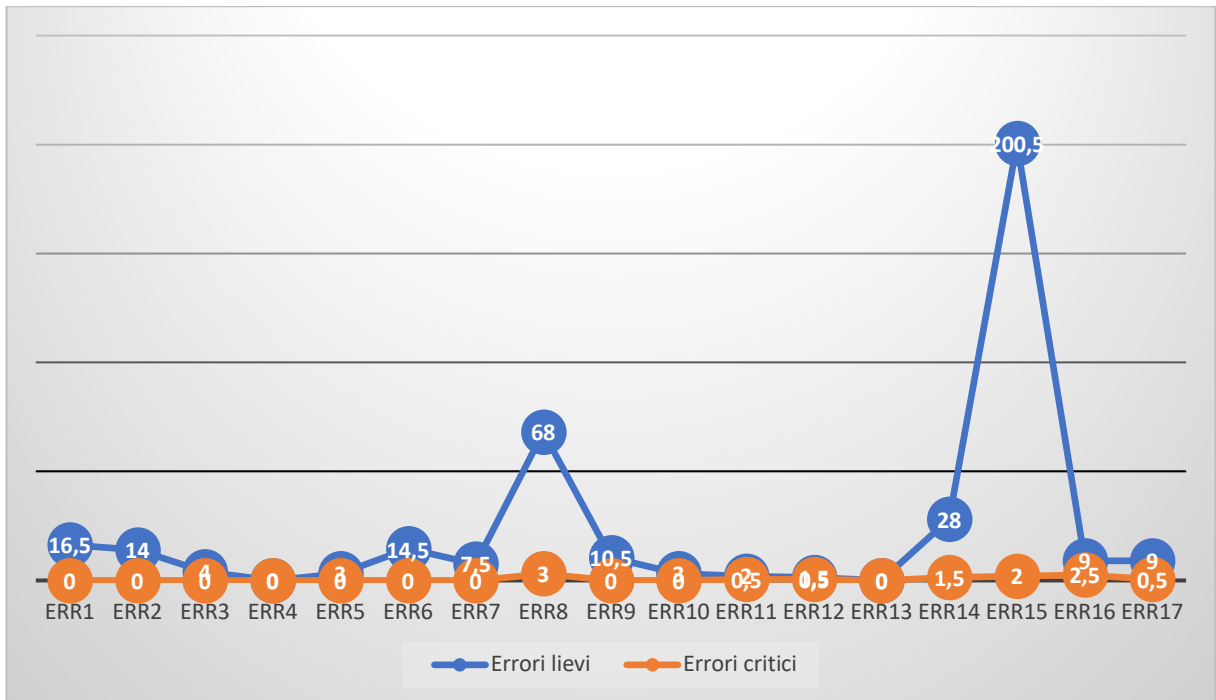


Figura 34- Grafico che rappresenta il numero di singoli errori commessi durante lo scenario a traffico intenso in guida libera.



Per quanto riguarda la guida libera nello scenario a traffico intenso, le percentuali degli errori critici e lievi sul totale di tutti gli errori commessi dai partecipanti durante la guida, non rispecchiano l'andamento generale.

A differenza dalle situazioni di guida, però, in questo caso si registra una lieve diminuzione degli errori critici, rispetto all'andamento generale, con una percentuale pari al 3% e con il 97% di errori di lieve entità, con il picco massimo dei valori registrati per:

- Errori critici= 2,5; Err16 (NON mantiene la distanza di sicurezza, al cambio di corsia/ingresso in autostrada);
- Errori lievi= 200,5; Err15 (Esce dalla linea/corsia, durante la conduzione

4.3. Riassunto dei comportamenti errati tenuti dai conducenti anziani

Riassumendo tutte le informazioni estratte dai grafici analizzati precedentemente, si possono notare determinati atteggiamenti non corretti tenuti da parte dei conducenti anziani durante la guida.

La frequenza di questi atteggiamenti cambia a seconda di diversi fattori. Nella seguente tabella sono riportate le percentuali relative alle due tipologie di errori, lievi e critici (Tabella 17).

Tabella 17- Tabella riassuntiva degli errori commessi in totale divisi per scenario di traffico.

	Traffico moderato			Traffico intenso			Globale
	Totale basso	Situazioni	Guida Libera	Totale alto	Situazioni	Guida Libera	Totale esperimento
Errori Critici	7%	21%	4%	6%	19%	3%	7%
Errori lievi	93%	79%	96%	94%	81%	97%	93%

Nella globalità dell'esperimento, sulla totalità degli errori commessi, le tipologie degli errori sono così suddivise:

- Errori Critici pari a 72 ovvero il 7% sul totale;
- Errori Lievi pari a 989 ovvero il 93%.

Andando più nello specifico si nota che la maggior parte degli errori critici vengono commessi durante le situazioni specifiche di guida, circa il 20% di tutti gli errori commessi durante queste situazioni, precisamente il 21% per lo scenario a traffico moderato e il 19% per quello ad alto. Analizzando la distribuzione separatamente per lo scenario a basso e a traffico intenso si osserva che:

- Basso traffico:
 - Errori Critici sono pari a 40 ovvero il 7% sul totale;
 - Errori Lievi sono pari a 504 ovvero il 93%.
- Traffico intenso:
 - Errori Critici sono pari a 32 ovvero il 6% sul totale;
 - Errori Lievi sono pari a 485 ovvero il 94%.

Il numero di errori critici commessi nello scenario a traffico moderato è maggiore rispetto a quello a traffico intenso, 40 contro i 32, lo stesso vale per gli errori lievi 504 contro 485.

Questo dato è molto interessante, dato che gli errori critici hanno una rilevante influenza sulla sicurezza, si tratta infatti di possibili incidenti stradali. Per questo motivo è curioso interpretare questi risultati; normalmente si potrebbe pensare che in uno scenario a traffico intenso, ovvero in una situazione con una rete congestionata, potrebbe esserci un rischio più elevato di commettere errori, a causa del maggior numero di veicoli con la quale si hanno interazioni.

Invece da queste analisi preliminari pare che succeda esattamente il contrario, ovvero, nello scenario a traffico moderato si hanno meno errori rispetto allo scenario a traffico intenso.

Questa distribuzione degli errori potrebbe essere dovuta al cambiamento dello stile di guida dei partecipanti durante lo scenario a traffico intenso.

La maggior parte dei partecipanti seguiva uno stile di guida prudente, ovvero tendevano ad accodarsi al traffico nella corsia di destra.

Quando la densità del traffico aumentava a causa della congestione, la maggior parte dei partecipanti rinunciava alla possibilità del cambio di corsia, pur essendo libere le altre due corsie, continuando la guida ad una velocità molto bassa e con una guida caratterizzata da un continuo alternarsi di frenate e ripartenze "stop and go".

Questa può essere la causa che giustifica il minor numero di errori commessi in condizione di traffico moderato, visto lo stile di guida tenuto dai conducenti che esclude la possibilità di effettuare altre manovre, riducendo così la probabilità di commettere altri errori per quelle manovre, a parità di durata temporale tra i due scenari.

Analizzato questo fenomeno, si evince che i comportamenti non corretti maggiormente commessi da parte dei conducenti sono i seguenti:

- Errori lievi: i comportamenti errati assunti maggiormente da parte dei conducenti sono il non mantenimento del veicolo all'interno della corsia e la guida ad una velocità inferiore al limite di 65 Km/h;
- Errori critici: i comportamenti errati, maggiormente tenuti da parte dei partecipanti sono le reazioni insicure durante un'emergenza e il mantenimento delle distanze di sicurezza appropriate (nel mantenere le distanze di sicurezza non appropriate, veniva valutata come errore critico, quando si era veramente in prossimità dell'altro veicolo, causando un incidente o quasi).

Da queste osservazioni si nota la notevole difficoltà da parte dei conducenti anziani a mantenere la posizione corretta del veicolo all'interno delle linee che definiscono la corsia, rischiando di invadere le altre corsie, inoltre si è evidenziata la difficoltà nel reagire in tempi accettabili alle emergenze che si riscontrano durante la guida, come ad esempio una frenata improvvisa del veicolo davanti.

Si nota proprio come il tempo psicotecnico risulta molto ampio, ovvero il tempo intercorre tra il momento di percezione dello stimolo/ostacolo e il momento di reazione, visti l'elevato numero di errori critici commessi durante le situazioni che richiedevano una reazione rapida.

5. Giudizio performance di guida da DOS-SA

Per associare un giudizio sulle performance di guida a ciascun conducente, sulla base dello scoring effettuato tramite il DOS-SA, ci si è affidati alla relazione utilizzata dal Driving Observation Schedule (DOS) di (Vlahodimitrakou et al., 2013), sviluppata nel contesto dello studio Candrive/Ozcandrive, nel quale si hanno maggiori similitudini con i criteri di valutazione e sull'entità degli errori utilizzati nel presente lavoro.

L'espressione utilizzata da (Vlahodimitrakou et al., 2013), consiste nell'associare un giudizio su una scala di valutazione centesimale, dove il massimo punteggio ottenibile è 100.

L'espressione in questione è la seguente:

$$Voto = \left(\frac{N \text{ Sit. Corrette}}{N \text{ Sit. Totale}} \right) \times 100 - Err. Guida Libera$$

- N Sit. Corrette = numero delle situazioni di guida specifiche, in modalità manuale (MD), definite dal DOS-SA, effettuate in maniera corrette ovvero senza commettere nessun errore.
- N Sit. Totale = numero totale delle situazioni di guida specifiche, in modalità manuale (MD), definite dal DOS-SA; il numero può variare tra 5 e 7 in funzione delle configurazioni AD-MD-AD e MD-AD-MD.
- Err. Guida Libera = la somma di tutti gli errori lievi e critici commessi in guida libera.

L'utilità di avere un'indicazione quantitativa sulle performance di guida del conducente è quella di avere una indicazione sul fatto che lo stesso possa essere considerato idoneo o meno. È necessario tenere sempre in considerazione che si tratta di un'espressione qualitativa, infatti, come riporta anche lo studio di (Vlahodimitrakou et al., 2013) non esiste una relazione che possa garantire l'idoneità con un punteggio.

Allo stesso tempo, i punteggi possono risultare utile per un confronto generale tra i comportamenti di guida dei partecipanti e in particolare per un confronto tra la guida in uno scenario a traffico intenso rispetto ad uno moderato.

In tutti i casi, l'incertezza sull'affidabilità del giudizio, porta necessariamente all'osservazione delle singole tabelle di valutazione dei partecipanti e all'analisi di tutti gli errori commessi nelle varie situazioni di guida. Questi giudizi sono stati espressi per tutti i 32 partecipanti, per entrambi gli scenari di guida, intenso e moderato, come si può vedere nelle seguenti tabelle (Tabella 18, Tabella 19, Tabella 20).

Tabella 18: Giudizi osservatore 1

<u>ID</u>	<u>Traffico moderato</u>	<u>Traffico intenso</u>	<u>Traffico moderato</u>	<u>Traffico intenso</u>
111	MD-AD-MD	AD-MD-AD	-2,42	-15,00
119	AD-MD-AD	MD-AD-MD	70,00	92,00
120	AD-MD-AD	MD-AD-MD	45,00	49,14
121	MD-AD-MD	AD-MD-AD	49,14	30,00
123	MD-AD-MD	AD-MD-AD	84,70	98,00
124	MD-AD-MD	AD-MD-AD	34,80	73,00
125	AD-MD-AD	MD-AD-MD	56,00	94,00
127	MD-AD-MD	AD-MD-AD	61,42	70,00
128	AD-MD-AD	MD-AD-MD	78,00	61,43
129	MD-AD-MD	AD-MD-AD	59,42	28,00
131	MD-AD-MD	AD-MD-AD	46,14	71,00
132	AD-MD-AD	MD-AD-MD	70,00	56,42
133	MD-AD-MD	AD-MD-AD	46,16	6,00
134	AD-MD-AD	MD-AD-MD	94,00	82,70
135	MD-AD-MD	AD-MD-AD	22,85	69,00
136	MD-AD-MD	AD-MD-AD	69,71	46,00
137	MD-AD-MD	AD-MD-AD	54,42	36,00
138	AD-MD-AD	MD-AD-MD	55,00	62,42
139	AD-MD-AD	MD-AD-MD	83,00	69,71
140	MD-AD-MD	AD-MD-AD	-18,42	42,00
141	AD-MD-AD	MD-AD-MD	59,00	74,71
142	MD-AD-MD	AD-MD-AD	61,43	22,00
143	AD-MD-AD	MD-AD-MD	61,00	54,42
144	AD-MD-AD	MD-AD-MD	67,00	51,43
145	MD-AD-MD	AD-MD-AD	4,57	28,00
146	AD-MD-AD	MD-AD-MD	25,00	6,57
147	MD-AD-MD	AD-MD-AD	62,42	45,00
148	AD-MD-AD	MD-AD-MD	53,00	79,70
149	AD-MD-AD	MD-AD-MD	67,00	88,00
150	MD-AD-MD	AD-MD-AD	62,42	93,00
151	AD-MD-AD	MD-AD-MD	66,00	6,57
153	AD-MD-AD	MD-AD-MD	64,00	25,80

Tabella 19: Giudizi osservatore 2

<u>ID</u>	<u>Traffico moderato</u>	<u>Traffico intenso</u>	<u>Traffico moderato</u>	<u>Traffico intenso</u>
111	MD-AD-MD	AD-MD-AD	-13,00	15,00
119	AD-MD-AD	MD-AD-MD	69,00	94,00
120	AD-MD-AD	MD-AD-MD	33,00	26,85
121	MD-AD-MD	AD-MD-AD	52,14	30,00
123	MD-AD-MD	AD-MD-AD	84,71	78,00
124	MD-AD-MD	AD-MD-AD	32,80	75,00
125	AD-MD-AD	MD-AD-MD	71,00	83,71
127	MD-AD-MD	AD-MD-AD	45,14	54,00
128	AD-MD-AD	MD-AD-MD	78,00	3,71
129	MD-AD-MD	AD-MD-AD	60,43	30,00
131	MD-AD-MD	AD-MD-AD	49,14	72,00
132	AD-MD-AD	MD-AD-MD	70,00	57,42
133	MD-AD-MD	AD-MD-AD	46,14	5,00
134	AD-MD-AD	MD-AD-MD	95,00	81,70
135	MD-AD-MD	AD-MD-AD	25,85	71,00
136	MD-AD-MD	AD-MD-AD	48,42	44,00
137	MD-AD-MD	AD-MD-AD	25,85	22,00
138	AD-MD-AD	MD-AD-MD	57,00	83,70
139	AD-MD-AD	MD-AD-MD	56,00	54,40
140	MD-AD-MD	AD-MD-AD	-9,40	41,00
141	AD-MD-AD	MD-AD-MD	22,00	47,14
142	MD-AD-MD	AD-MD-AD	61,42	25,00
143	AD-MD-AD	MD-AD-MD	67,00	58,40
144	AD-MD-AD	MD-AD-MD	61,00	55,42
145	MD-AD-MD	AD-MD-AD	8,57	29,00
146	AD-MD-AD	MD-AD-MD	28,00	13,50
147	MD-AD-MD	AD-MD-AD	62,43	48,00
148	AD-MD-AD	MD-AD-MD	57,00	81,71
149	AD-MD-AD	MD-AD-MD	54,00	97,00
150	MD-AD-MD	AD-MD-AD	63,43	92,00
151	AD-MD-AD	MD-AD-MD	72,00	8,57
153	AD-MD-AD	MD-AD-MD	71,00	32,85

Tabella 20: Giudizi Medi tra osservatore 1 e 2

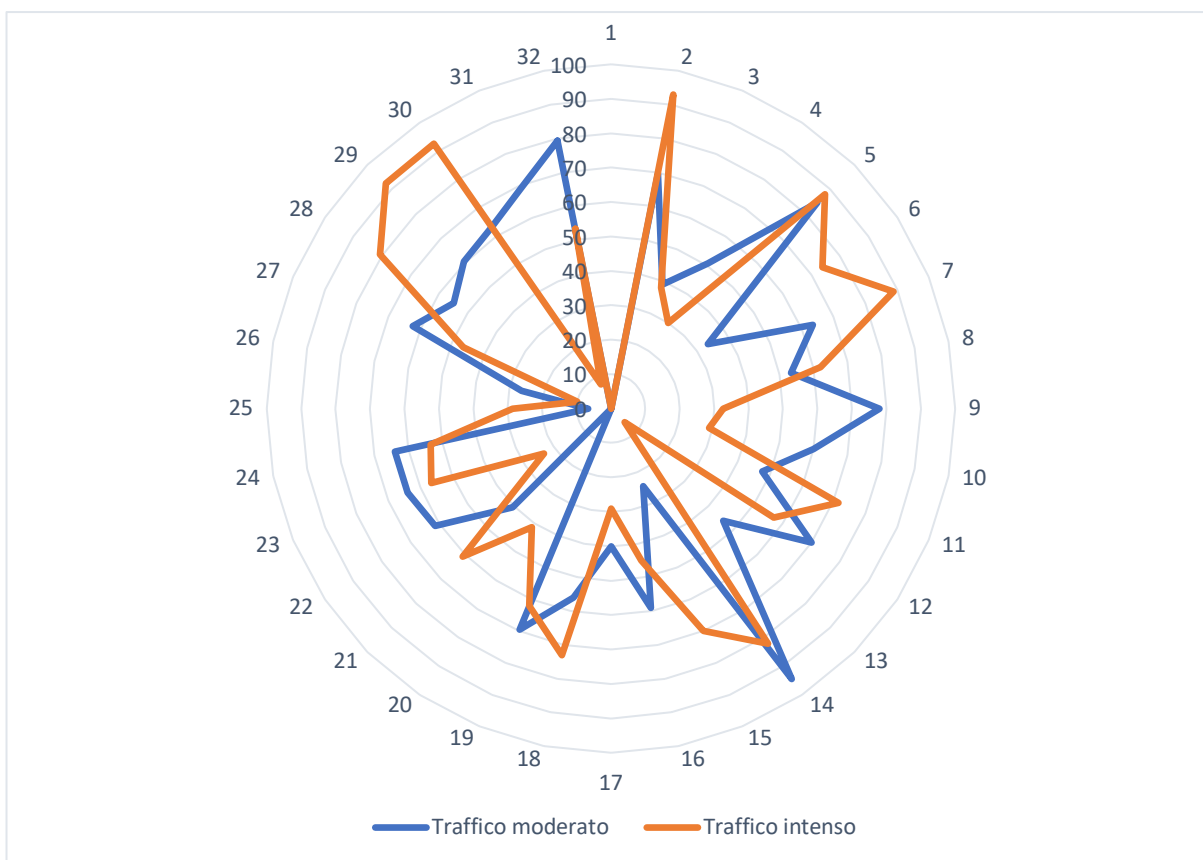
<u>ID</u>	<u>Traffico moderato</u>	<u>Traffico intenso</u>	<u>Traffico moderato</u>	<u>Traffico intenso</u>
111	MD-AD-MD	AD-MD-AD	-7,71	0,00
119	AD-MD-AD	MD-AD-MD	69,50	93,00
120	AD-MD-AD	MD-AD-MD	39,00	38,00
121	MD-AD-MD	AD-MD-AD	50,64	30,00
123	MD-AD-MD	AD-MD-AD	84,71	88,00
124	MD-AD-MD	AD-MD-AD	33,80	74,00
125	AD-MD-AD	MD-AD-MD	63,50	88,86
127	MD-AD-MD	AD-MD-AD	53,28	62,00
128	AD-MD-AD	MD-AD-MD	78,00	32,57
129	MD-AD-MD	AD-MD-AD	59,93	29,00
131	MD-AD-MD	AD-MD-AD	47,64	71,50
132	AD-MD-AD	MD-AD-MD	70,00	56,92
133	MD-AD-MD	AD-MD-AD	46,15	5,50
134	AD-MD-AD	MD-AD-MD	94,50	82,20
135	MD-AD-MD	AD-MD-AD	24,35	70,00
136	MD-AD-MD	AD-MD-AD	59,07	45,00
137	MD-AD-MD	AD-MD-AD	40,14	29,00
138	AD-MD-AD	MD-AD-MD	56,00	73,06
139	AD-MD-AD	MD-AD-MD	69,50	62,06
140	MD-AD-MD	AD-MD-AD	-13,91	41,50
141	AD-MD-AD	MD-AD-MD	40,50	60,93
142	MD-AD-MD	AD-MD-AD	61,43	23,50
143	AD-MD-AD	MD-AD-MD	64,00	56,41
144	AD-MD-AD	MD-AD-MD	64,00	53,43
145	MD-AD-MD	AD-MD-AD	6,57	28,50
146	AD-MD-AD	MD-AD-MD	26,50	10,04
147	MD-AD-MD	AD-MD-AD	62,43	46,50
148	AD-MD-AD	MD-AD-MD	55,00	80,71
149	AD-MD-AD	MD-AD-MD	60,50	92,50
150	MD-AD-MD	AD-MD-AD	62,93	92,50
151	AD-MD-AD	MD-AD-MD	69,00	7,57
153	AD-MD-AD	MD-AD-MD	67,50	29,33

Facendo riferimento alla tabella 20 dei valori medi delle valutazioni dei due operatori, si possono notare degli aspetti interessanti, che supportano la motivazione data per la questione del minor numero di errori commessi nello scenario a traffico intenso rispetto al basso.

Si nota, dalla tabella, che molti partecipanti hanno un voto maggiore nello scenario traffico intenso rispetto al basso (Figura 36); addirittura, nel caso di due partecipanti, il 124 e il 131, si osserva una notevole differenza fra i due scenari.

Questo fenomeno porta a ragionare sui motivi, per la quale si ottiene questo cambiamento delle performance di guida tra i due scenari di traffico.

Figura 35-Grafico che rappresenta giudizi delle persone tra gli scenari di alto e basso traffico



In questo diagramma, si possono vedere le variazioni delle valutazioni per i singoli partecipanti, inoltre si può notare visivamente il fenomeno osservato, ovvero quello dei punteggi più alti nello scenario a traffico intenso rispetto a quello moderato.

Per rilasciare un giudizio di guida, il solo utilizzo di questa espressione non può ritenersi sufficiente per affermare l' idoneità di guida o meno della persona.

Per l' idoneità di guida risulta necessario associare al giudizio l' osservazione dei singoli errori commessi dal conducente, per una valutazione accurata e precisa.

6. Estrazione dati dal simulatore di guida

Dal simulatore di guida, Hadrian Simulator, si possono estrarre diversi dati interessanti relativi alle prove dei partecipanti. In questo caso studio si è deciso di estrarre i dati, in modo da definire eventi *harsh* e *smooth* seguendo lo studio EGFes (Rossi et.al; 2021).

Gli Eventi harsh e smooth sono così definiti:

- Evento HARSH= evento definito da una durata di un lasso di tempo superiore a 1 secondo; con una accelerazione $> 0,3g$ oppure $< -0,4g$
- Evento SMOOTH= evento definito da una durata di un lasso di tempo superiore a 1 secondo; con una accelerazione compresa tra $-0,4g$ a $0,3g$

I dati che sono stati estratti, per contestualizzare gli eventi harsh e smooth, da ogni singola simulazione di guida effettuata dai partecipanti, si riferiscono alle seguenti variabili:

- SpeedMean (velocità media);
- SpeedStd (deviazione standard della velocità);
- GripSensorUpperRightMean (valore medio impugnatura volante alto a destra);
- GripSensorUpperRightStd (dev. standard impugnatura volante alto a destra);
- GripSensorUpperLeftMean (valore medio impugnatura volante alto a sinistra);
- GripSensorUpperLeftStd (dev. standard impugnatura volante alto a sinistra);
- GripSensorLowerRightMean (valore medio impugnatura volante basso a destra);
- GripSensorLowerRightStd (dev. standard impugnatura volante basso a destra);
- GripSensorLowerLeftMean (valore medio impugnatura volante basso a sx);
- GripSensorLowerLeftStd (valore medio impugnatura volante alto a destra);
- AccelerationMean (accelerazione media);
- AccelerationStd (deviazione standard accelerazione);
- AcceleratorPedalMean (accelerazione del pedale media);
- AcceleratorPedalStd (deviazione standard accelerazione del pedale);
- AcceleratorPedalInMean (accelerazione del pedale media);
- AcceleratorPedalInStd (deviazione standard accelerazione del pedale);
- BrakePedalMean (valore medio pedale del freno);
- BrakePedalStd (deviazione standard pedale del freno);
- BrakePedalInMean (valore medio pedale del freno);
- BrakePedalInStd (deviazione standard pedale del freno);

- LaneLateralShiftCenterMean (media spostamento laterale dal centro della corsia);
- LaneLateralShiftCenterStd (deviazione standard spostamento laterale dal centro della corsia);
- SteeringTorqueInMean (coppia sterzante media);
- SteeringTorqueInStd (deviazione standard della coppia sterzante).

Nello specifico per gli eventi harsh e smooth, i dati di interesse sono i seguenti:

- TimeStampStartMilliseconds (millisecondi dell'inizio dell'evento);
- TimeStampEndMilliseconds (millisecondi della fine dell'evento);
- StartSeconds (inizio in secondi);
- EndSeconds (fine in secondi);
- DurationSeconds (durata in secondi);
- EGFEMean (valore medio accelerazione evento);
- EGFEStd (deviazione standard accelerazione evento);
- EGFESVar (varianza accelerazione evento);

Per semplificare le analisi, è stata calcolata una media relativa a ciascun conducente dei valori assunti dalle variabili per tutti gli eventi classificati come harsh e smooth e questo per ogni scenario percorso dai partecipanti, costruendo le seguenti tabelle (Tabella 21, Tabella 22).

Tabella 21-Valori medi, scenario a basso traffico

BASSO TRAFFICO												
ID cond ucen te	NumberOf HarshEven ts	MeanDur_hars h (s)	EGFEMean_harsh (g)	EGFESTd_hars h (g)	B_harsh_SpeedMe an (Km/h)	B_harsh_SpeedStd (Km/h)	NumberOfS moothEven ts	MeanDur_smooth h (s)	EGFEMean_smooth (g)	EGFESTd_smooth (g)	B_smooth_SpeedMe an (Km/h)	B_smooth_SpeedStd (Km/h)
111	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	3,000	244,282	0,005	0,006	83,340	10,956
119	1,000	1,000	-0,763	0,149	116,257	8,465	2,000	299,436	0,002	0,000	112,178	13,754
120	1,000	1,047	-0,769	0,181	100,972	8,403	3,000	200,939	-0,026	0,054	82,582	27,943
121	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	3,000	243,808	-0,001	0,005	73,097	15,239
123	2,000	2,404	-0,246	0,840	33,438	17,476	5,000	144,913	0,006	0,006	66,730	9,148
124	1,000	1,176	-0,868	0,128	99,166	10,979	6,000	120,482	0,003	0,020	87,925	16,165
125	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	598,960	-0,001	0,053	121,067	16,155
126	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	602,752	0,000	0,091	108,564	15,288
127	1,000	1,729	-0,745	0,211	62,983	13,976	6,000	119,719	0,002	0,010	76,966	11,622
128	1,000	1,512	-0,907	0,086	70,400	14,537	2,000	299,280	0,004	0,005	100,219	16,565
129	2,000	1,501	0,423	0,111	-6,733	7,316	6,000	120,517	0,015	0,084	70,246	14,424
130	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
131	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	3,000	244,090	-0,001	0,004	71,759	13,597
132	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	601,008	0,000	0,049	111,517	11,922
133	1,000	1,272	-0,814	0,087	46,247	10,983	9,000	85,584	-0,016	0,088	66,207	8,496
134	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	2,000	301,264	0,000	0,003	112,814	14,600
135	1,000	1,496	-0,839	0,155	75,070	13,651	5,000	147,783	0,012	0,027	66,895	13,613
136	3,000	1,539	-0,358	0,640	60,453	9,673	6,000	121,318	0,003	0,006	75,963	10,695
137	1,000	0,191	-0,819	0,150	83,235	1,715	6,000	126,953	0,011	0,025	74,850	12,504
138	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	8,000	74,128	-0,017	0,096	44,965	13,832
139	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	2,000	298,364	0,001	0,000	123,657	9,777
140	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	7,000	105,276	-0,020	0,049	79,753	12,742
141	1,000	1,472	-0,754	0,132	94,038	12,245	2,000	299,509	0,006	0,008	114,222	13,031
142	1,000	1,160	-0,759	0,129	76,918	9,463	4,000	182,913	0,001	0,003	72,859	14,260
143	3,000	1,900	-0,366	0,625	36,227	12,537	4,000	16,859	-0,025	0,107	65,053	9,947
144	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	3,000	199,816	-0,028	0,024	52,182	15,356
145	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	3,000	242,726	0,005	0,006	62,651	15,059
146	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	3,000	199,474	0,004	0,010	57,478	11,123
147	2,000	2,792	-0,256	0,887	44,094	18,861	4,000	207,905	0,001	0,004	74,522	11,983
148	1,000	1,872	-0,654	0,135	107,499	13,273	2,000	300,648	0,001	0,001	119,105	7,575
149	4,000	1,690	-0,756	0,127	63,259	14,242	8,000	121,682	-0,005	0,023	68,008	13,903
150	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	3,000	244,382	0,001	0,004	73,359	12,562
151	1,000	1,712	-0,857	0,160	64,260	16,141	2,000	300,232	0,002	0,004	103,980	15,574
153	3,000	1,384	-0,122	0,528	41,457	4,668	7,000	47,461	0,050	0,088	46,504	10,420

Tabella 22: Valori medi, scenario ad traffico intenso

Traffico intenso												
ID	NumberOfHarshEvents	MeanDuration_hars h (s)	EGFEMean_hars h (g)	EGFEST_d_hars h (g)	A_harshSpeedMean (Km/h)	A_harshSpeedStd (Km/h)	NumberOfSmoothEvents	MeanDuration_smooth h (s)	EGFEMean_smooth th (g)	EGFEST_d_smooth th (g)	A_smoothSpeedMean (Km/h)	A_smoothSpeedStd (Km/h)
111	4,000	1,712	0,080	0,643	32,996	8,827	5,000	114,997	0,025	0,028	73,515	7,755
119	3,000	1,599	-0,750	0,104	75,938	13,173	9,000	80,402	135,847	0,038	63,356	12,703
120	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	3,000	243,713	0,002	0,009	71,157	12,456
121	1,000	1,631	0,334	0,015	26,198	5,665	3,000	195,278	-0,035	0,033	56,701	11,138
123	9,000	1,430	-0,138	0,565	48,118	8,068	13,000	45,370	-0,012	0,049	59,105	10,719
124	2,000	31,845	0,009	0,008	3,443	0,093	40,000	11,067	-0,010	0,018	6,341	1,851
125	1,000	1,664	-0,901	0,131	85,835	15,987	7,000	103,072	0,014	0,021	79,539	12,441
126	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	4,000	185,371	0,002	0,004	71,786	11,413
127	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	6,000	100,152	-0,005	0,017	28,940	13,564
128	3,000	2,088	-0,365	0,608	64,016	13,468	17,000	42,150	0,017	0,084	57,963	11,865
129	9,000	1,883	-0,466	0,603	47,992	14,752	20,000	28,378	0,030	0,072	39,787	10,296
130	8,000	1,611	-0,376	0,596	40,659	10,643	14,000	49,526	0,029	0,051	51,867	9,045
131	1,000	2,289	-0,675	0,134	63,925	16,393	2,000	299,889	0,016	0,021	83,496	17,659
132	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	4,000	181,971	0,002	0,007	68,172	15,024
133	4,000	1,540	-0,473	0,566	62,529	10,333	5,000	117,936	0,014	0,090	57,758	17,476
134	1,000	1,992	-0,740	0,129	70,782	16,043	5,000	146,908	0,008	0,041	74,936	16,756
135	6,000	1,610	0,035	0,307	18,269	3,720	10,000	57,953	-0,013	0,021	20,332	9,896
136	5,000	1,928	-0,367	0,658	43,452	12,992	11,000	55,031	0,022	0,041	40,491	12,478
137	25,000	1,615	-0,396	0,566	36,906	10,400	33,000	16,327	0,069	0,073	41,384	7,752
138	2,000	1,780	-0,268	0,865	40,848	10,742	7,000	102,763	0,008	0,045	44,417	8,287
139	1,000	1,168	-0,836	0,139	95,391	10,617	3,000	241,527	0,010	0,010	115,092	15,672
140	1,000	2,248	-0,824	0,152	88,237	20,338	2,000	300,117	0,005	0,005	108,272	15,586
141	3,000	1,387	-0,022	0,614	48,735	7,287	10,000	46,014	-0,019	0,080	67,322	10,936
142	1,000	1,455	-0,501	0,036	25,548	7,647	9,000	73,078	-0,003	0,048	32,129	8,204
143	3,000	1,437	-0,754	0,158	88,068	11,836	6,000	119,962	0,021	0,035	87,528	14,374
144	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	4,000	181,056	0,004	0,013	54,625	13,496
145	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	3,000	200,291	0,002	0,003	30,520	14,204
146	3,000	1,144	0,029	0,516	44,052	5,003	14,000	50,895	0,024	0,107	30,233	10,348
147	5,000	1,464	-0,341	0,621	45,857	10,119	11,000	53,054	0,034	0,075	45,299	15,075
148	1,000	1,217	-0,675	0,063	83,592	8,468	4,000	122,355	0,000	0,011	77,823	11,836
149	3,000	1,365	-0,792	0,153	75,631	11,092	6,000	120,939	0,014	0,030	73,059	16,667
150	1,000	1,160	-0,861	0,126	72,034	10,791	2,000	300,500	0,004	0,001	105,355	16,092
151	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	3,000	245,699	0,000	0,003	50,669	15,809
153	10,000	1,600	-0,201	0,578	39,830	8,851	18,000	39,084	0,027	0,048	53,046	11,839

Una volta ottenuti i risultati dall'analisi dei comportamenti alla guida, tramite lo strumento di valutazione DOS-SA e una volta deciso di valutare un possibile legame con i dati estratti dal

simulatore di guida tramite l'utilizzo degli eventi harsh e smooth, si deve procedere con la comparazione.

I dati di maggior interesse sono:

- i numeri di eventi harsh per ogni partecipante e per scenario di traffico;
- i numeri di eventi smooth per ogni partecipante e per scenario di traffico;
- Entità evento harsh e smooth;
- la velocità del veicolo durante questi eventi.

7. Correlazione dati da simulatore e i dati estratti da DOS-SA

Per verificare se i dati raccolti tramite lo strumento DOS-SA sono supportati dai dati oggettivi estratti dal simulatore, è necessario capire cosa ci si aspetta dal confronto tra questi dati, per avere una interpretazione del fenomeno corretto.

L'ipotesi chiave è quella di osservare se c'è una correlazione tra gli eventi harsh rilevati dal simulatore di guida e gli errori critici commessi dai partecipanti osservati tramite il DOS-SA. Inoltre, è interessante osservare se si rilevano possibili correlazioni tra gli errori in numero assoluto e gli eventi smooth.

Si è prestata maggiore attenzione agli eventi harsh, perché quest'ultimi, come definito in precedenza, rappresentano brusche variazioni di accelerazione e decelerazioni. Queste possono essere causate da brusche frenate, bruschi cambi di direzione o incidenti.

In generale si tratta di tutte le azioni che sono compiute dai partecipanti quando commettono un errore, che ovviamente viene considerato dallo strumento DOS-SA come un errore critico. Tuttavia, è necessario tenere in considerazione che un guidatore può effettuare delle brusche manovre anche per evitare uno scontro con altri veicoli, come nel caso di una situazione di emergenza senza commettere nessun errore e mantenendo un comportamento di guida corretto.

Per questo motivo è importante tenere in considerazione anche il giudizio della performance di guida del partecipante, per giustificare le presenze di eventi harsh registrati dal simulatore con una assenza di errori critici commessi. In tale caso, il giudizio di guida dato al partecipante potrebbe essere positivo – idoneo.

Una volta chiarito l'obiettivo e il risultato atteso dall'associazione dei dati estratti dal simulatore e di quelli raccolti dallo strumento del DOS-SA sono state create delle tabelle per facilitare l'analisi.

Nelle seguenti tabelle (Tabella 23, Tabella 24) sono riportati i dati relativi agli errori lievi e quelli critici raccolti tramite il DOS-SA e i dati estratti dal simulatore, nello specifico il numero di eventi harsh e smooth e la velocità media tenuta dai conducenti durante questi eventi.

Tabella 23: Dati DOS-SA e Simulatore, scenario basso traffico

Basso traffico								
ID	Err lievi	Err critici	N eventi harsh	Velocità ev.harsh (m/s)	SD Velocità ev.harsh	N eventi Smooth	Velocità ev.smooth (m/s)	SD Velocità ev.smooth
111	34,50	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00	23,15	3,04
119	11,00	0,00	1,00	32,29	2,35	2,00	31,16	3,82
120	15,00	2,50	1,00	28,05	2,33	3,00	22,94	7,76
121	16,00	0,50	0,00	0,00	0,00	3,00	20,30	4,23
123	1,50	1,00	2,00	9,29	4,85	5,00	18,54	2,54
124	15,00	2,00	1,00	27,55	3,05	6,00	24,42	4,49
125	9,00	0,50	0,00	0,00	0,00	1,00	33,63	4,49
126	19,00	1,50	0,00	0,00	0,00	1,00	30,16	4,25
127	14,50	0,50	1,00	17,50	3,88	6,00	21,38	3,23
128	3,00	0,00	1,00	19,56	4,04	2,00	27,84	4,60
129	12,50	2,00	2,00	-1,87	2,03	6,00	19,51	4,01
130	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
131	15,00	2,00	0,00	0,00	0,00	3,00	19,93	3,78
132	11,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	30,98	3,31
133	12,00	0,00	1,00	12,85	3,05	9,00	18,39	2,36
134	5,50	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	31,34	4,06
135	29,00	1,00	1,00	20,85	3,79	5,00	18,58	3,78
136	18,50	1,50	3,00	16,79	2,69	6,00	21,10	2,97
137	21,00	2,00	1,00	23,12	0,48	6,00	20,79	3,47
138	6,50	1,00	0,00	0,00	0,00	8,00	12,49	3,84
139	17,50	0,50	0,00	0,00	0,00	2,00	34,35	2,72
140	45,00	7,50	0,00	0,00	0,00	7,00	22,15	3,54
141	15,50	1,50	1,00	26,12	3,40	2,00	31,73	3,62
142	15,50	1,00	1,00	21,37	2,63	4,00	20,24	3,96
143	11,00	1,00	3,00	10,06	3,48	4,00	18,07	2,76
144	22,50	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00	14,50	4,27
145	37,00	2,00	0,00	0,00	0,00	3,00	17,40	4,18
146	14,00	1,00	0,00	0,00	0,00	3,00	15,97	3,09
147	5,50	1,00	2,00	12,25	5,24	4,00	20,70	3,33
148	9,50	1,00	1,00	29,86	3,69	2,00	33,08	2,10
149	10,00	1,00	4,00	17,57	3,96	8,00	18,89	3,86
150	12,50	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00	20,38	3,49
151	15,00	0,00	1,00	17,85	4,48	2,00	28,88	4,33
153	17,00	0,00	3,00	11,52	1,30	7,00	12,92	2,89

Tabella 24: Dati DOS-SA e Simulatore, scenario traffico intenso

Traffico intenso								
ID	Err lievi	Err critici	N eventi harsh	Velocità ev.harsh (m/s)	SD Velocità ev.harsh	N eventi Smooth	Velocità ev.smooth (m/s)	SD Velocità ev.smooth
111	23,50	0,00	4,00	9,17	2,45	5,00	20,42	2,15
119	8,00	0,00	3,00	21,09	3,66	9,00	17,60	3,53
120	14,50	0,50	0,00	0,00	0,00	3,00	19,77	3,46
121	8,00	1,00	1,00	7,28	1,57	3,00	15,75	3,09
123	2,50	0,00	9,00	13,37	2,24	13,00	16,42	2,98
124	0,50	2,00	2,00	0,96	0,03	40,00	1,76	0,51
125	9,50	0,00	1,00	23,84	4,44	7,00	22,09	3,46
126	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00	19,94	3,17
127	9,50	1,00	0,00	0,00	0,00	6,00	8,04	3,77
128	12,50	1,00	3,00	17,78	3,74	17,00	16,10	3,30
129	12,50	0,00	9,00	13,33	4,10	20,00	11,05	2,86
130	17,00	0,00	8,00	11,29	2,96	14,00	14,41	2,51
131	9,00	1,00	1,00	17,76	4,55	2,00	23,19	4,91
132	16,50	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00	18,94	4,17
133	14,00	0,00	4,00	17,37	2,87	5,00	16,04	4,85
134	3,50	0,00	1,00	19,66	4,46	5,00	20,82	4,65
135	11,00	0,00	6,00	5,07	1,03	10,00	5,65	2,75
136	16,00	2,00	5,00	12,07	3,61	11,00	11,25	3,47
137	15,50	1,50	25,00	10,25	2,89	33,00	11,50	2,15
138	2,00	0,00	2,00	11,35	2,98	7,00	12,34	2,30
139	17,00	0,50	1,00	26,50	2,95	3,00	31,97	4,35
140	18,00	2,00	1,00	24,51	5,65	2,00	30,08	4,33
141	11,50	1,50	3,00	13,54	2,02	10,00	18,70	3,04
142	13,50	1,50	1,00	7,10	2,12	9,00	8,92	2,28
143	20,50	0,00	3,00	24,46	3,29	6,00	24,31	3,99
144	21,50	3,00	0,00	0,00	0,00	4,00	15,17	3,75
145	35,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00	8,48	3,95
146	21,50	3,00	3,00	12,24	1,39	14,00	8,40	2,87
147	10,50	4,00	5,00	12,74	2,81	11,00	12,58	4,19
148	5,00	0,00	1,00	23,22	2,35	4,00	21,62	3,29
149	6,00	0,00	3,00	21,01	3,08	6,00	20,29	4,63
150	7,50	0,00	1,00	20,01	3,00	2,00	29,27	4,47
151	28,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00	14,07	4,39
153	18,50	0,00	10,00	11,06	2,46	18,00	14,73	3,29

Nel seguito (Tabella 25) vengono riassunti tutti i dati esposti nelle due tabelle precedenti, considerando l'intero esperimento e differenziando le situazioni per scenario di traffico alto e

basso. È stata posta particolare attenzione sugli eventi harsh, per il motivo spiegato precedentemente.

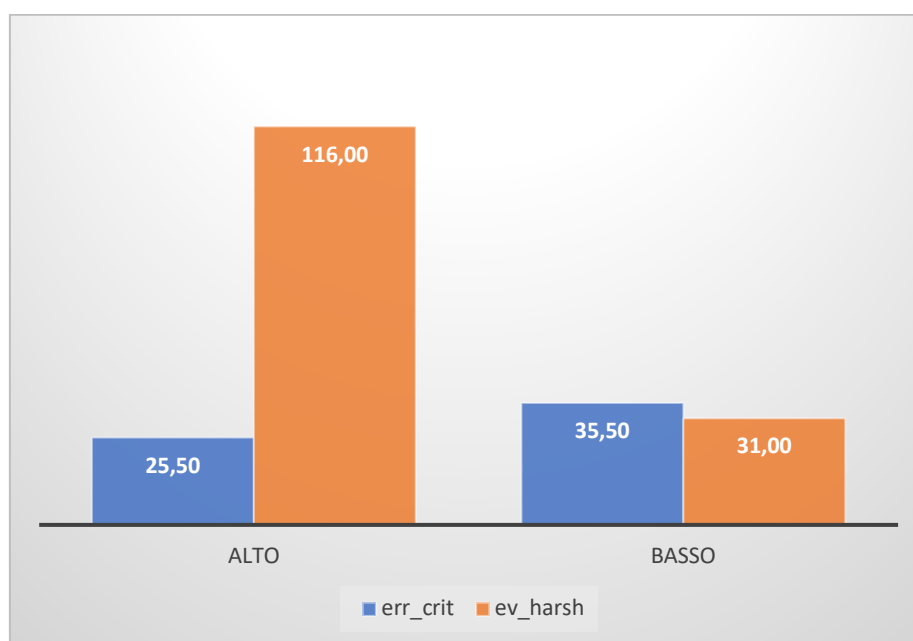
Tabella 25-Comparazione dati DOS-SA e dati Simulatore per i due scenari di traffico. Dati medi sull'intero campione di conducenti.

ID	TOTALE				MEDIA							
	Totale		N eventi		Media eventi		Velocità media		Velocità_std		Velocità max	
	Err lievi	Err critico	Ev harsh	Ev smooth	Ev harsh	Ev smooth	Ev harsh	Ev smooth	Ev harsh	Ev smooth	Ev harsh	Ev smooth
Alto	439,5	25,50	116,0	313,0	4,30	9,36	54,40	59,47	10,49	12,37	64,90	71,84
Basso	517,0	35,50	31,00	132,0	1,63	4,00	66,80	82,46	11,51	13,33	78,31	95,79

Si nota che nello scenario traffico intenso, la velocità media tenuta dai conducenti durante gli eventi HARSH è più bassa rispetto a quella dello scenario traffico moderato (64.90 Km/h; 78.31 Km/h). Questo è dovuto al fatto che durante la guida nello scenario a traffico intenso, i partecipanti tendevano ad accodarsi al traffico ed a procedere con una guida “stop and go”, evitando le manovre di sorpasso.

Tale situazione spiega anche il maggior numero di eventi harsh nello scenario traffico intenso rispetto al traffico moderato come si può vedere graficamente dall'istogramma (Figura 37).

Figura 36- Istogramma, eventi harsh- errori critici



Infine, si osserva che la correlazione che ci si aspettava tra gli errori critici rilevati dal DOS-SA e gli eventi harsh estratti dal simulatore, è presente solo in termini di ordini di grandezza nello scenario a basso traffico, dove non si verificava il fenomeno della guida “stop and go”.

Questo fenomeno “stop and go” viene supportato anche dai dati sulle velocità medie tenute durante gli eventi harsh, che sono inferiori di circa 12 Km/h rispetto allo scenario a basso traffico.

Tuttavia, ci si è focalizzati sullo scenario a basso traffico, dove non è presente l’effetto della congestione che causa lo stile di guida “stop and go” tenuto da molti partecipanti.

È quindi stato osservato il numero degli errori critici e il numero di eventi harsh per ogni partecipante, con annesse le valutazioni da DOS-SA (Tabella 26).

Tabella 26: Campione di osservazione, numero di errori critici, di eventi harsh e giudizio medio espresso sulla guida dei conducenti dai due osservatori.

ID	Err Lievi	Err critici	N eventi harsh	Voto
111	35	0	0	-8
119	11	0	1	70
120	15	3	1	39
121	16	1	0	51
123	2	1	2	85
124	15	2	1	34
125	9	1	0	64
126	19	2	0	0
127	15	1	1	53
128	3	0	1	78
129	13	2	2	60
130	0	0	0	0
131	15	2	0	48
132	11	0	0	70
133	12	0	1	46
134	6	0	0	95
135	29	1	1	24
136	19	2	3	59
137	21	2	1	40
138	7	1	0	56
139	18	1	0	70
140	45	8	0	-14
141	16	2	1	41
142	16	1	1	61
143	11	1	3	64
144	23	0	0	64
145	37	2	0	7
146	14	1	0	27
147	6	1	2	62
148	10	1	1	55
149	10	1	4	61
150	13	0	0	63
151	15	0	1	69
153	17	0	3	68

Come si osserva dalla tabella, le coppie di celle con sfondo grigio, coppie di errori critici e numero di eventi harsh associati a ciascun partecipante, identificano la presenza o meno di una eventuale concordanza sulla presenza o meno delle voci in entrambe le celle; infatti, non si ha una differenza statisticamente significativa tra il numero di eventi harsh ed errori critici (Tabella 27).

Tabella 27- Differenza tra il numero di errori critici ed eventi harsh nello scenario a traffico moderato

Within Subjects Effects					
Cases	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
Err.critico/ ev. harsh	0.298	1	0.298	0.190	0.666
Residuals	51.827	33	1.571		

Note. Type III Sum of Squares

In alcuni casi la minima differenza in numero è data dal fatto che non tutti gli errori critici comportano brusche variazioni dell'accelerazione e viceversa, non tutte le brusche variazioni d'accelerazione comportano sempre un errore critico.

Per questo motivo sono state inserite anche le sommatorie degli errori di lieve entità e il giudizio da DOS-SA, in modo tale da avere una visione complessiva sulla performance di guida del partecipante e per giustificare le variazioni di accelerazione che potevano non riguardare errori critici e viceversa.

Ben per 19 su 32 partecipanti si ha un riscontro tra errori critici ed eventi harsh e come viene confermata dall'analisi da tabelle 27 si osserva che non si ha una differenza statisticamente rilevante tra il numero di eventi harsh e errori critici.

Quando gli eventi harsh non sono rappresentativi di errori critici è dovuto dal fatto che durante la guida ci sono state semplicemente brusche variazioni di accelerazioni e che non tutti gli errori critici causano brusche variazioni di accelerazione (ad esempio il non segnalare un cambio di corsia in una situazione pericolosa, considerato un errore critico).

Verificata l'esistenza di una coerenza tra i dati oggettivi del simulatore di guida e i dati raccolti tramite l'utilizzo del DOS-SA, in particolare per lo scenario a traffico moderato, è interessante analizzare maggiormente nel dettaglio i dati che rappresentano le differenze comportamentali dei conducenti durante la guida in situazioni ad alto e basso traffico.

Vista la evidente differenza dei comportamenti di guida tra alto e basso traffico, che ci hanno portato a fare diverse assunzioni nel corso dell'elaborato, sono stati fatti dei test statistici per valutare possibili osservazioni aggiuntive.

Le analisi statistiche per la correlazione dei dati sono state eseguite utilizzando il pacchetto statistico SPSS versione 26 (IBM, 2019).

Effettuando il test di normalità Shapiro-Wilk, si è arrivati alla conclusione che solamente i dati relativi alla variabile a traffico intenso in guida libera sono normalmente distribuiti ($W = .948$, $p = .125$).

Pertanto, è stato utilizzato il test di Wilcoxon, test non parametrico (Tabella 27), che ha mostrato differenze significative tra i punteggi in guida libera del DOS-SA tra scenario basso e traffico intenso ($Z = -2.098$, $p = .036$), con un numero più elevato di errori nello scenario a basso traffico. Lo stesso test è stato effettuato per confrontare gli eventi Harsh e Smooth dai dati estratti dal simulatore, mostrando differenze significative tra alto e basso traffico, sia in merito al numero di eventi sia per la loro durata temporale.

Un numero maggiore di eventi Harsh è stato osservato nello scenario traffico intenso ($p < .001$), anche il numero di eventi smooth osservato è maggiore nello scenario a traffico intenso, seppure con una durata inferiore a quella dello scenario a traffico moderato ($p < .001$, $p = .001$). Per quanto riguarda le velocità media, tenuta durante gli eventi, si osservano valori più elevati nello scenario a traffico moderato rispetto all'alto.

Queste considerazioni sulle differenze significative appena esposte sono riferite solo agli eventi Smooth ($W = -3.904$, $p < .000$).

Infine, si nota che ci sono stati più eventi smooth rispetto a quelli harsh sia nello scenario a basso ($W = -5.043$, $p < .001$) che in quello a traffico intenso ($W = -5.098$, $p < .001$) da Tabella 28.

Tabella 28-Analisi descrittiva tra le differenze tra scenario alto e basso traffico

Dati descrittivi sulle differenze tra alto e traffico moderato sulla base dell'osservazione di guida – simulatore						
Origine dei dati	Tipo di evento	Variabile	Basso traffico	Traffico elevato	Z	p
			Media (SD)	Media (SD)		
DOS-SA		Errori di guida libera	14.39 (9.73)	11.68 (6.30)	-2.098	.036
		Errori lievi nelle situazioni	2.18 (1.94)	2.27 (2.02)	-0.067	.946
		Errori critici nelle situazioni	0.62 (0.69)	0.45 (0.86)	-0.648	.517
		Errori lievi in guida libera	13.48 (8.19)	11.04 (6.35)	-2.196	.028
		Errori critici in guida libera	0.45 (1.10)	0.31 (0.57)	-0.448	.654
		Totale errori lievi (S+GL)	15.67 (9.38)	13.32 (7.62)	-1.696	.090
		Totale errori critici (S+GL)	1.08 (1.38)	0.77 (1.08)	-1.246	.213
		Errori Situazioni totali (Lievi+ Critici)	3.42 (2.73)	3.18 (2.79)	-0.344	.731
		Somma errori totali (L+C+S+GL)	17.82 (11.16)	14.86 (8.05)	-1.646	.100
Dati del simulatore automatizzato	Harsh	Numero di eventi	0.94 (1.09)	3.41 (4.75)	-3.846	<.001
		Durata degli eventi	1.44 (0.63)	2.73 (5.82)	-1.018	.309
		Forza gravitazionale elevata	-0.56 (0.36)	-0.42 (0.35)	-1.396	.163
		Velocità media (m/s)	18.56 (8.44)	15.11 (6.63)	-1.241	.215
	Smooth	Numero di eventi	4.00 (2.24)	9.21 (8.50)	-3.639	<.001
		Durata degli eventi	226.19 (145.39)	125.67 (86.79)	-3.457	.001
		Forza gravitazionale elevata	-0.00 (0.01)	0.01 (0.02)	-2.332	.020
		Velocità media (m/s)	22.91 (6.27)	16.52 (6.87)	-3.904	<.001

Nota. SD = Deviazione standard.

Dopo aver analizzato le differenze comportamentali dei diversi partecipanti durante i due differenti scenari di alto e traffico moderato si può arrivare alla conclusione che le assunzioni fatte in precedenza, ovvero il fatto che il comportamento “start & go” giustifichi il maggior numero di eventi harsh nello scenario ad traffico intenso e che questo non consenta di identificare una correlazione tra gli errori critici e gli eventi hash, sono adesso supportate dall’analisi statistica che ha proprio evidenziato le differenze significative nel numero di eventi tra basso e traffico intenso.

8. Conclusioni Studio

Lo scopo di questo studio era quello di valutare le performance di guida dei conducenti anziani, vista la loro progressiva perdita di capacità cognitive con l'avanzare dell'età.

Questo è un problema che compromette la sicurezza individuale e collettiva all'interno di un sistema di trasporto; dunque, questo studio ha evidenziato alcune situazioni che mettono maggiormente in difficoltà gli anziani.

La conoscenza di queste criticità è di fondamentale importanza, in modo da predisporre efficaci contromisure per salvaguardare la salute degli utenti. Una possibile contromisura contro i comportamenti analizzati nello studio, per esempio, potrebbe essere l'utilizzo di nuove procedure per i rinnovi delle patenti, come un test tramite una prova al simulatore di guida per concedere la licenza.

Per concludere, si ritiene opportuno riassumere in breve gli obiettivi prefissati e valutarne l'effettivo raggiungimento attraverso gli esperimenti.

Gli obiettivi fissati all'inizio di questo elaborato sono i seguenti:

- a)** Creare una versione affidabile del DOS adattata al simulatore (DOS-SA).
- b)** Verificare se lo strumento DOS-SA sia valido per le osservazioni dei comportamenti di guida nell'ambiente virtuale; ovvero che garantisca la bontà dei dati raccolti, per effettuare le analisi sulle performance.
- c)** Verificare se i comportamenti valutati tramite il DOS-SA (valutazioni effettuate da operatori), sono affidabili/concordi con le misure oggettive estrapolate dal simulatore di guida.

Per quanto riguarda l'obiettivo **a)** si può ritenere raggiunto, vista la creazione delle tabelle di valutazione del DOS-SA che consentono di avere una procedura precisa e standardizzata studiata su misura per i percorsi simulati. Per quanto riguarda l'obiettivo **b)** anche questo può essere considerato raggiunto, vista la validazione dello strumento, tramite l'utilizzo di due valutatori distinti con un'ottima correlazione (IC=98%) tra i dati raccolti.

L'ultimo obiettivo **c)**, invece, può essere considerato raggiunto in parte, in quanto l'idea di utilizzare gli eventi "harsh" e "smooth" per rilevare gli errori commessi, è risultato concorde

con lo strumento di valutazione DOS-SA solo in determinate condizioni, ovvero per le prove sostenute nello scenario a basso traffico.

Concludendo, l'idea di utilizzare i simulatori per effettuare le valutazioni delle performance al volante - ai fini di rilasciare l'idoneità di guida -, si è rivelato essere un sistema con evidenti vantaggi:

- maggior sicurezza del conducente nell'esecuzione dei test rispetto ad eventuali prove sul campo (il rischio è praticamente nullo, salvo problematiche legate alla simulator sickness)
- maggiore flessibilità nella scelta e nella costruzione del percorso, grazie all'elevata libertà in fase di design degli scenari simulati;
- costi ridotti rispetto ai test su strada.

Dai risultati di questo studio, tuttavia, sono state evidenziate delle migliorie da implementare e sulle quali è necessario porre l'attenzione per gli sviluppi futuri. Nello specifico si potrebbero predisporre nuovi algoritmi o riferirsi a variabili alternative che forniscano output più efficaci per ciò che riguarda l'identificazione di circostanze critiche.

Giungere ad un'estrazione "automatica" dei dati dal simulatore maggiormente rappresentativa degli errori valutabili da un osservatore, potrebbe ipoteticamente consentire di ottenere uno strumento che assegni una valutazione delle capacità di guida "pseudo-oggettiva", ovvero senza commettere errori dovuti al fattore umano nella fase di valutazione delle criticità.

9. Riferimento bibliografico

Budzynski, M., & Tubis, A. (2019). *Risks to Older People in Road Traffic*. IOP Conference Series:

Materials Science and Engineering, 603(4), 042054. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/603/4/042054>

Chen, Y.-T., Gélinas, I., & Mazer, B. (2018). *Determining Older Adults' Fitness-to-Drive: Comparing the*

Standard On-road Driving Evaluation and the Naturalistic Driving Observation. *Physical & Occupational Therapy In Geriatrics*, 36(1), 90–106.

<https://doi.org/10.1080/02703181.2018.1440042>

Chen, Y.-T., Gélinas, I., & Mazer, B. (2020). *Development of a weighted scoring system for the*

Electronic Driving Observation Schedule (eDOS). *MethodsX*, 7, 101099.

<https://doi.org/10.1016/j.mex.2020.101099>

Chen, Y.-T., Gélinas, I., Mazer, B., Myers, A., Vrkljan, B., Koppel, S., Charlton, J. L., & Marshall, S. C.

(2021). *Personal and Clinical Factors Associated with Older Drivers' Self-Awareness of Driving Performance*. *Canadian Journal on Aging / La Revue Canadienne Du Vieillissement*, 40(1), 82–

96. <https://doi.org/10.1017/S071498082000001X>

Chen, Y.-T., Mazer, B., Myers, A., Vrkljan, B., Koppel, S., Charlton, J. L., Marshall, S. C., & Gélinas, I.

(2020). *Changes in older drivers' self-awareness of driving ability over one year*. *Accident Analysis & Prevention*, 144, 105552. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2020.105552>

Classen, S., Krasniuk, S., Knott, M., Alvarez, L., Monahan, M., Morrow, S., & Danter, T. (2016).

Interrater reliability of Western University's on-road assessment: Fiabilité interévaluateurs de l'examen pratique de conduite de la Western University. *Canadian Journal of Occupational Therapy*, 83(5), 317–325. <https://doi.org/10.1177/0008417416663228>

Dickerson, A., & Carolina, N. (s.d.). *USING A PERFORMANCE BASED ASSESSMENT TOOL OF EVERYDAY*

IADL TO DETERMINE DRIVING RISK IN OLDER ADULTS. 1.

Husser, E., Fick, D., Hupcey, J., Fredo, J. K., State, P., & Mills, S. (s.d.). AGE-FRIENDLY CARE, PA: A

COLLABORATIVE FOR AGE- AND DEMENTIA-FRIENDLY CARE. 1.

Koppel, S., Charlton, J. L., Hua, P., Liu, P. Y., Pham, H., Stephan, K., Logan, D., St. Louis, R. M., Gao, G., Griffiths, D., Williams, G., Witharanage, T., Di Stefano, M., Darzins, P., Odell, M., Porter, M. M., Mazer, B., Gelinas, I., Vrkljan, B., & Marshall, S. (2018). Are older drivers' driving patterns during an on-road driving task representative of their real-world driving patterns? *Traffic Injury Prevention, 19*(sup2), S173–S175. <https://doi.org/10.1080/15389588.2018.1532219>

Koppel, S., Charlton, J. L., Langford, J., Di Stefano, M., MacDonald, W., Vlahodimitrakou, Z., Mazer, B. L., Gelinas, I., Vrkljan, B., Elias, K., Myers, A., Tuokko, H. A., & Marshall, S. C. (2016). Driving Task: How Older Drivers' On-Road Driving Performance Relates to Abilities, Perceptions, and Restrictions. *Canadian Journal on Aging / La Revue Canadienne Du Vieillissement, 35*(S1), 15–31. <https://doi.org/10.1017/S0714980816000015>

Koppel, S., Charlton, J., Langford, J., Vlahodimitrakou, Z., Stefano, M. D., Macdonald, W., Mazer, B., Gelinas, I., Vrkljan, B., & Marshall, S. (2013). The Relationship between Older Drivers' Performance on the Dr©iving Observation Schedule (eDOS) and Cognitive Performance. 57, 10.

Koppel, S., Kuo, J., Berecki-Gisolf, J., Boag, R., Hue, Y.-X., & Charlton, J. L. (2015). Examining Physiological Responses Across Different Driving Maneuvers During an On-road Driving Task: A Pilot Study Comparing Older and Younger Drivers. *Traffic Injury Prevention, 16*(3), 225–233. <https://doi.org/10.1080/15389588.2014.933478>

Koppel, S., Liu, P. Y., Griffiths, D., Hua, P., St. Louis, R. M., Stephan, K., Logan, D. B., Di Stefano, M., Darzins, P., Porter, M. M., Mazer, B., G elinas, I., Vrkljan, B., Marshall, S., & Charlton, J. L. (2020). A comparison of older drivers' driving patterns during a naturalistic on-road driving task with patterns from their preceding four-months of real-world driving. *Safety Science, 125*, 104652. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2020.104652>

MacLachlan, J. (s.d.). Highlights from a sampling of stimulating conference presentations. 3.

- Marshall, S. C., Man-Son-Hing, M., Charlton, J., Molnar, L. J., Koppel, S., & Eby, D. W. (2013). The Candrive/Ozcandrive prospective older driver study: Methodology and early study findings. *Accident Analysis & Prevention*, 61, 233–235. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2013.07.007>
- Mazer, B., Chen, Y.-T., Vrkljan, B., Marshall, S. C., Charlton, J. L., Koppel, S., & Gélinas, I. (2021). Comparison of older and middle-aged drivers' driving performance in a naturalistic setting. *Accident Analysis & Prevention*, 161, 106343. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2021.106343>
- Rossi, R., Tagliabue, M., Gastaldi, M., Cet, G. D., Freuli, F., Orsini, F., Stasi, L. L. D., & Vidotto, G. (2021). Reducing Elevated Gravitational-Force Events through visual feedback: A simulator study. *Transportation Research Procedia*, 52, 115–122. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2021.01.013>
- Sabatier, M. J., Humail, H., & Backus, D. (2015). The Effect of Slope Walking on Soleus H-reflexes in People with Multiple Sclerosis. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 96(10), e72. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2015.08.243>
- Smith, G. A., Cull, A. W., Mence, R., Charlton, J., Koppel, S., & Porter, M. M. (2012). The Use of a Naturalistic Driving Route for Characterizing Older Drivers. 11.
- Stolwyk, R. J., Charlton, J. L., Ross, P. E., Bédard, M., Marshall, S., Gagnon, S., Gooden, J. R., & Ponsford, J. L. (2019). Characterizing on-road driving performance in individuals with traumatic brain injury who pass or fail an on-road driving assessment. *Disability and Rehabilitation*, 41(11), 1313–1320. <https://doi.org/10.1080/09638288.2018.1424955>
- Vlahodimitrakou, Z., Charlton, J. L., Langford, J., Koppel, S., Di Stefano, M., Macdonald, W., Mazer, B., Gelinas, I., Vrkljan, B., Porter, M. M., Smith, G. A., Cull, A. W., & Marshall, S. (2013). Development and evaluation of a Driving Observation Schedule (DOS) to study everyday driving performance of older drivers. *Accident Analysis & Prevention*, 61, 253–260. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2013.03.027>