

Il rapporto “Conducenti anziani” è una versione tradotta del documento pubblicato sul sito web dell’Osservatorio europeo per la sicurezza stradale (ERSO) dal titolo “Older Drivers”.

Alla redazione del documento originale hanno partecipato diversi esperti di sicurezza stradale noti a livello internazionale come Rune Elvik (Norvegia), Jeanne Breen (Regno Unito) e Fred Wegman (Olanda) solo per citarne alcuni.

Il documento originale è reperibile all’indirizzo:

http://ec.europa.eu/transport/road_safety/specialist/knowledge/index.htm

Indice

1.	SINTESI.....	4
2.	Automobilisti anziani: pericolosi o in pericolo?	8
2.1	Automobilisti anziani: dai 75 anni in su.....	8
2.2	Alto tasso di mortalità: più incidenti o più infortuni gravi?	8
2.3	Fatality ratio esistente tra anziani ed altre fasce d'età	13
2.4	Tipi di incidenti comuni tra gli anziani	13
2.5	Il ruolo del chilometraggio annuale.....	14
3.	Limitazioni funzionali e vulnerabilità fisica	15
3.1	Limitazioni funzionali, malattie e cure.....	15
3.2	Adattamento comportamentale	23
3.3	Vulnerabilità fisica	24
4.	Quali fattori incidono sul numero futuro di morti tra gli anziani?	25
4.1	Popolazione	25
4.2	Patenti di guida.....	25
4.3	Chilometraggio.....	26
4.4	Previsioni del numero futuro di incidenti e morti	27
5.	Cosa si può fare?.....	28
5.1	Istruzione/training	28
5.2	Misure infrastrutturali	30
5.3	ADAS.....	40
5.4	Progettazione e sicurezza del veicolo.....	45
5.5	Valutazione dell'idoneità fisica alla guida	47
5.6	Procedure di licenza in alcuni paesi europei	48
5.7	4.5.2 Consulto medico.....	50
6.	5. Sicurezza vs mobilità e qualità della vita	51
6.1	5.1 L'importanza della macchina privata	51
6.2	5.2 Gli effetti della sospensione della guida.....	52
6.3	5.3 Mezzi di trasporto alternativi	52
7.	Bibliografia	54

1. SINTESI

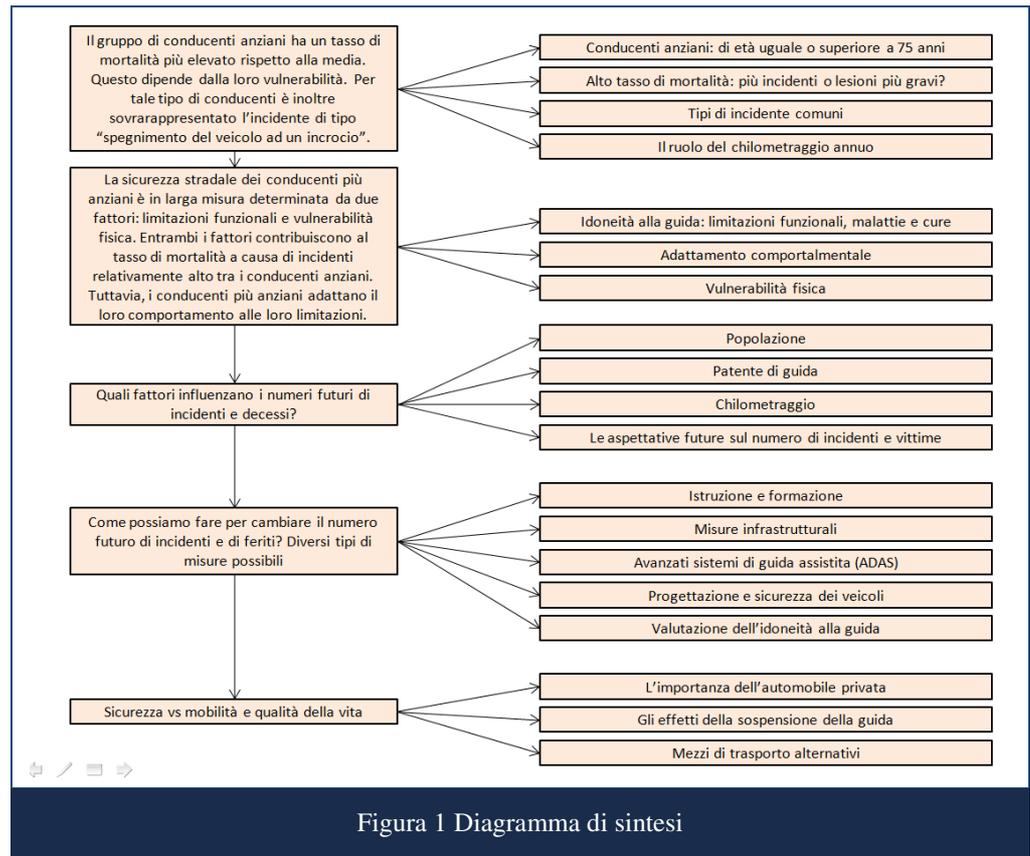


Figura 1 Diagramma di sintesi

Soggetti a rischio

I conducenti anziani non sono tanto pericolosi per gli altri, quanto per se stessi. Ciò significa che non sono pericolosi per la sicurezza dei trasporti altrui, ma che sono più deboli, ed esposti ad infortuni o rischi mortali in caso di incidente [82]. Ciò che ne risulta è che i conducenti anziani hanno un tasso di mortalità relativamente alto, ma un tasso di incidentalità molto più basso. I dati provenienti dall’Olanda mostrano proprio questo. Considerando le lunghe distanze, il tasso di mortalità degli automobilisti è 5 volte superiore dai 75 anni in su rispetto alla media delle altre fasce d’età, mentre il loro tasso di infortuni è di 2 volte più alto. La conclusione che un conducente anziano non è un pericolo per gli altri non dovrebbe condurre ad una limitazione nello sviluppo di provvedimenti per la sicurezza stradale rivolti ai conducenti anziani, né si può affermare che tutti i conducenti siano sufficientemente al sicuro da poter continuare a guidare. Ciò dipende dalla condizione fisica e mentale dell’individuo. Quando si pensa a delle contromisure di sicurezza si

dovrebbero considerare le informazioni sul tipo di incidente e sulle caratteristiche individuali dei conducenti anziani. Essi sono sovra-rappresentati negli incidenti durante la svolta agli incroci, dove generalmente il conducente anziano svolta in senso contrario al traffico con diritto di precedenza proveniente dalla strada principale. Essi sono “sotto-rappresentati” negli incidenti causati dalla perdita del controllo o da collisioni dovute all’elevata velocità, sorpassi pericolosi o guida in stato di ebbrezza.

Limitazioni funzionali e fragilità fisica

La sicurezza stradale degli utenti anziani è in gran parte influenzata da due fattori: limitazioni funzionali e fragilità fisica. Entrambi i fattori contribuiscono al tasso relativamente alto di decessi conseguenti ad incidenti. Le limitazioni funzionali possono incrementare il rischio di incidenti, mentre una maggiore debolezza fisica incrementa la gravità degli infortuni. La terza ragione che potrebbe spiegare l’alto tasso di mortalità degli anziani sembra essere collegata al ridotto chilometraggio annuale. In generale, gli automobilisti che percorrono meno chilometri hanno un tasso di incidentalità per kilometro maggiore rispetto a coloro che percorrono distanze più lunghe. Queste tre ragioni causa di incidenti fatali per i conducenti anziani sono molto probabilmente connesse tra loro, in particolare la condizione fisica e mentale del conducente ha un’incidenza maggiore rispetto agli altri due fattori. I conducenti con patologie sono più fragili degli altri e guidano anche meno frequentemente o almeno per distanze più brevi.

A causa dell’invecchiamento - un processo che non comincia alla stessa età per ogni singolo individuo - si manifestano limitazioni funzionali e disordini che possono incrementare il tasso di incidentalità degli utenti della strada.

E’ proprio questo il caso del decadimento delle funzioni motorie come: la forza muscolare, la coordinazione e la capacità di adattarsi ai cambiamenti improvvisi. E’ appurato che il decadimento delle funzioni cognitive e visive, così come avviene nel processo di invecchiamento fisiologico, può avere conseguenze anche sulla sicurezza stradale. Solo in caso di gravi limitazioni cognitive, percettive e sensoriali diventa estremamente chiara la relazione tra limitazioni funzionali e implicazione nel sinistro. Alcuni esempi sono: i disturbi visivi come la cataratta, la degenerazione maculare e il glaucoma e patologie come la demenza, l’ictus e il diabete.

Le limitazioni funzionali e i disturbi legati all’invecchiamento non portano necessariamente ad una condotta stradale pericolosa. Vi sono altre caratteristiche degli utenti stradali anziani che possono prevenire i problemi legati alla sicurezza. Tra queste la consapevolezza delle proprie limitazioni, l’esperienza di guida e l’atteggiamento di compensazione, come guidare quando le strade sono meno trafficate o di giorno.

Se, nonostante una compensazione comportamentale, avviene un incidente, il conducente anziano è più vulnerabile di uno giovane poiché nelle medesime condizioni di impatto, le lesioni, nel conducente anziano, saranno più serie.

Fattori che incideranno sugli sviluppi futuri

Vari fattori possono contribuire ad un incremento o ad una riduzione dell’attuale numero di decessi tra gli automobilisti anziani. Questi possono essere suddivisi in fattori autonomi e misure di sicurezza stradale. Esempi di fattori autonomi sono: la ripartizione in

base all'età della popolazione, il numero dei detentori di patente di guida anziani, la loro mobilità ed esperienza di guida. Il mutamento di questi fattori nel corso del tempo può incidere sul numero di decessi futuri.

L'aumentare del numero degli ultra 75enni, delle patenti di guida per le persone anziane e della mobilità degli automobilisti anziani accrescerà il numero di decessi di questi ultimi. Quest'ultimo incremento, comunque, si attenuerà poiché i conducenti anziani futuri saranno più energici ed esperti di quelli odierni. Le misure di sicurezza stradale possono ridurre ulteriormente il tasso di mortalità. Esempi di tali misure sono illustrate nella prossima sezione.

I differenti tipi di misure disponibili per cambiare il futuro

Sono disponibili diversi tipi di misure atte ad influenzare il numero futuro di decessi tra i conducenti anziani. Considerando le cause dell'alto tasso di mortalità di questi ultimi, le misure volte al decremento del tasso di mortalità dovrebbero almeno contenere provvedimenti per ridurre la gravità degli infortuni, come i miglioramenti della sicurezza attiva e passiva dei veicoli. Le misure preposte alla riduzione del coinvolgimento negli incidenti degli anziani, possono anche contribuire ad una diminuzione del loro tasso di mortalità. Esempi di tali misure sono rappresentate dalla capacità di fornire istruzione e preparazione, adattamenti infrastrutturali e sistemi di assistenza alla guida. Nel caso di un progressivo declino delle funzioni, la preparazione e gli adattamenti dell'infrastruttura e del veicolo non possono più compensare la ridotta forma fisica, forma fisica necessaria per una guida sicura. In tal caso, in aggiunta, sarà necessaria una procedura che porterà ad una opportuna sospensione della guida. Misure attuabili sono rappresentate da procedure di autorizzazione e consulti medici.

Sicurezza vs mobilità e qualità della vita

Una procedura che ha come risultato la perdita della patente quando si è ancora in grado di guidare un'automobile con prudenza risulterà sgradita per molte ragioni. Prima di tutto, il tasso di mortalità dei ciclisti e dei pedoni anziani è di gran lunga superiore a quello degli automobilisti. Di conseguenza essi sono più al sicuro all'interno dell'autoveicolo. Inoltre, gli anziani spesso smettono di andare in bicicletta a causa della perdita di equilibrio. Abbandonare l'uso dell'autoveicolo equivale alla perdita di una quota parte della propria vita sociale. La perdita di questo privilegio può causare quindi uno stato di angoscia considerevole ed un calo di autostima e dignità, come pure un aumento delle difficoltà nell'esecuzione delle attività quotidiane, come la spesa ed il contatto sociale.

La disponibilità di mezzi di trasporto alternativi, è uno dei fattori più importanti per il mantenimento della mobilità degli anziani. Comunque, nessuna forma di trasporto fornisce mobilità a tutti in ogni circostanza. Perciò è necessaria una serie di servizi che permettano al viaggiatore di sceglierne uno che meglio si adatti alle proprie esigenze per un determinato viaggio. Questi servizi comprendono: trasporto pubblico, itinerari degli autobus, servizi bus a domicilio e infrastrutture accessibili ai pedoni per passeggiate a piedi, su sedia a rotelle o scooter.

2. AUTOMOBILISTI ANZIANI: PERICOLOSI O IN PERICOLO?

Gli automobilisti anziani sono spesso caratterizzati da un alto tasso di mortalità. Questo può essere causato sia dal coinvolgimento maggiore negli incidenti, che dalla maggiore gravità delle lesioni riportate. Gli over 75, comunque, differiscono molto nell'abilità di guida così come nelle capacità fisiche e mentali. Comune a tutti è il ridotto chilometraggio annuo percorso. Ciò potrebbe influire sul tasso di incidentalità, poiché gli automobilisti che percorrono pochi chilometri hanno una maggiore probabilità di essere coinvolti in incidenti rispetto a coloro che percorrono distanze maggiori. Inoltre, generalmente guidano meno in autostrada (le strade più sicure), e tendono a guidare su strade con incroci, comunemente meno sicure. Tutto ciò si verifica negli incidenti comuni tra gli anziani. Gli anziani, quindi, sono sovra-rappresentati negli incidenti durante la svolta agli incroci, dove generalmente il conducente svolta in senso contrario al traffico con diritto di precedenza sulla strada principale.

2.1 Automobilisti anziani: dai 75 anni in su

In generale, l'età a cui ci si riferisce quando si parla di automobilisti anziani va dai 75 anni in su. Precedentemente il limite fissato andava dai 65 anni in su. La ragione di questo cambiamento nell'età risiede nel fatto che gli anziani stanno diventando sempre più energici: i 75enni odierni sono più vitali dei 65enni del passato. Ciò si può facilmente evincere dal loro tasso di decessi. Tuttavia, se usassimo dei severi limiti di età non saremmo in grado di considerare il fatto che l'invecchiamento è un processo che non comincia alla stessa età per tutti gli individui, né procede con lo stesso ritmo. Possono esserci enormi differenze nelle abilità di guida tra coetanei, così come nelle capacità fisiche e mentali. È possibile che alcuni 85enni siano più in forma di alcuni 40enni.

2.2 Alto tasso di mortalità: più incidenti o più infortuni gravi?

Gli automobilisti anziani hanno un tasso di mortalità relativamente alto. I dati provenienti dall'Olanda lo dimostrano. Considerando le distanze percorse, il tasso di mortalità negli automobilisti dai 75 anni in su è più di 5 volte maggiore rispetto alla media delle altre fasce d'età. Nella fascia compresa tra i 65 e i 74 anni il tasso è molto più basso. Comunque, gli altri mezzi di trasporto non sono statisticamente più sicuri. Il tasso di mortalità è particolarmente alto nei ciclisti anziani. Il tasso risulta essere 12 volte maggiore dai 75 anni in su rispetto al ciclista medio. Valore che comparato al gruppo in piena forma fisica, dai 30 ai 49 anni, rende la differenza ancora più evidente:

Tabella 1 Tasso di mortalità: decessi per incidenti stradali per ogni miliardo di chilometri percorsi, per età e modalità di trasporto, Paesi Bassi (1999-2003) *Fonte: SWOV / Transport Research Centre, CBS*

	Pedoni	Ciclisti	Automobilisti	Passeggeri Auto	Tutti i trasporti
20 - 24	25	10	15	8	10
30 - 49	18	7	2	2	4
60 - 64	29	18	3	2	5
65 - 74	44	37	6	5	10
+ 75	191	174	22	12	39
Tutte le età	32	14	4	3	6

Purtroppo, dati così dettagliati non permettono comparazioni tra nazioni differenti (tasso di mortalità per età e modalità di trasporto). I database internazionali che contengono i dati degli incidenti di diversi paesi europei non includono i dati di decessi in relazione ai mezzi di trasporto ed ai gruppi di età. I dati olandesi, comunque, sono comparabili a quelli degli altri paesi europei, nonostante il numero dei decessi dei pedoni sembri essere piuttosto inferiore rispetto agli altri paesi europei [81]. Le comparazioni tra il numero di decessi e il tasso di questi ultimi per tutti gli utenti stradali dai 65 anni in su (senza considerare i mezzi di trasporto) si possono trovare all'interno di "SafetyNet's Traffic Safety Basic Facts" su "The Elderly".

Gli alti tassi di mortalità possono essere causati sia dal maggiore tasso di incidentalità, che dalla maggiore vulnerabilità. La vulnerabilità di un gruppo di utenti stradali si riflette sulla differenza tra il tasso di mortalità ed il tasso di infortuni, ma anche nella proporzione dei decessi: la percentuale di decessi rispetto alla totalità degli incidenti.

2.2.1 Tasso di mortalità vs tasso di infortuni in gruppi d'età diverse

Gli automobilisti anziani posseggono il secondo tasso più alto di mortalità. Solo il gruppo dei conducenti più giovani (18-19 anni) ha un tasso maggiore. La figura sotto riportata mostra la nota forma a U: si può notare come il tasso di mortalità dei giovani sia alto, per poi arrivare al minimo per i conducenti dai 40 ai 60 anni ed infine crescere nuovamente dai 75 in su. Il tasso di infortuni, rappresentato nella Figura 2, mostra anch'esso una forma a U, ma quest'ultima si stabilizza andando verso destra. Mentre i giovani (18-24 anni) hanno un tasso di infortuni relativamente alto, così come quello della mortalità, per gli anziani il tasso di infortuni è molto più basso rispetto a quello della mortalità.

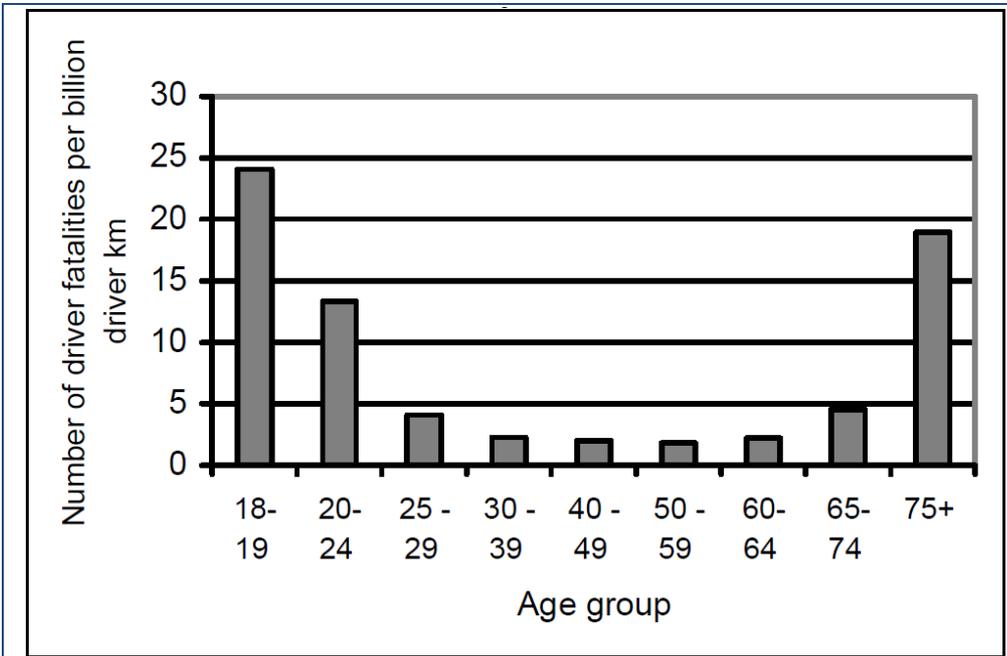


Figura 2 Tasso di mortalità: incidenti stradali mortali per miliardo di chilometri percorsi distribuiti per età, Paesi Bassi (2001-2005). Fonte: SWOV / Trasporti

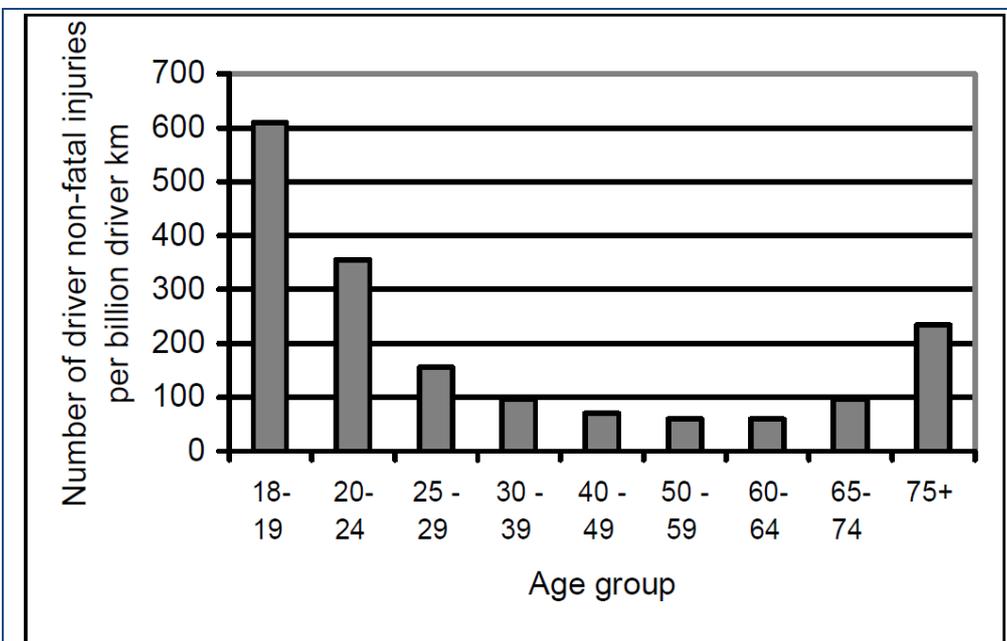


Figura 3 Tasso di infortuni: incidenti stradali non mortali per miliardo chilometri percorsi per età, Paesi Bassi

Per spiegare questa differenza tra conducenti giovani e anziani, occorre considerare due aspetti relativi ad entrambi i tassi sopra rappresentati: coinvolgimento negli incidenti e

vulnerabilità. Il primo indica quanto spesso uno specifico gruppo di utenti stradali venga coinvolto in incidenti (di particolare gravità), senza dare un'idea della tipologia di infortunio del gruppo di utenti stradali presi in esame. Il secondo indica la gravità media dell'infortunio all'interno di un gruppo specifico di utenti stradali.

2.2.2 Tasso di incidentalità degli anziani paragonato con le altre fasce d'età

Se si confronta il tasso di incidentalità tra incidenti mortali e non mortali per le diverse fasce di età si nota che il gruppo più giovane di automobilisti è molto più coinvolto in questo tipo di incidenti rispetto agli altri. Il gruppo dai 75 anni in su ha rispettivamente il secondo e il terzo tasso più alto per gli incidenti mortali e non mortali. Tuttavia, la differenza tra il tasso di incidenti mortali nei giovani e il corrispondente negli anziani è molto maggiore rispetto alla differenza tra i corrispondenti tassi di mortalità. Perciò, sembra che il tasso di mortalità dei giovani sia più influenzato dal coinvolgimento in gravi incidenti rispetto agli anziani dai 75 anni in su. L'alto tasso di mortalità degli anziani è determinato probabilmente in gran parte dalla vulnerabilità del loro fisico. Un elemento di confusione nella relazione tra coinvolgimento in incidenti e tasso di mortalità è dato dal tipo di incidente. Alcuni gruppi di età possono avere incidenti a maggiore impatto, come quando si finisce fuori dalla carreggiata o si guida ad alta velocità. Anche l'atteggiamento gioca un ruolo determinante. Gli anziani, in media, guidano meno spesso dopo aver bevuto rispetto al trend giovanile, inoltre rivolgono maggiore attenzione al rispetto delle norme stradali.

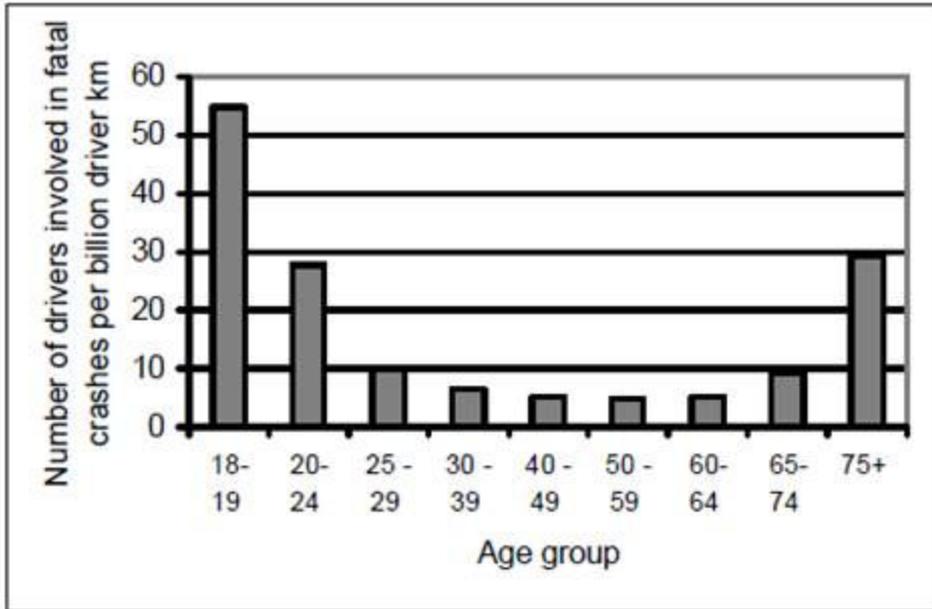


Figura 4 Tasso di incidentalità mortale: numero di conducenti coinvolti in incidenti mortali per miliardo di chilometri percorsi per età, Paesi Bassi (2001-2005). Fonte: Transport Research Centre, CBS.

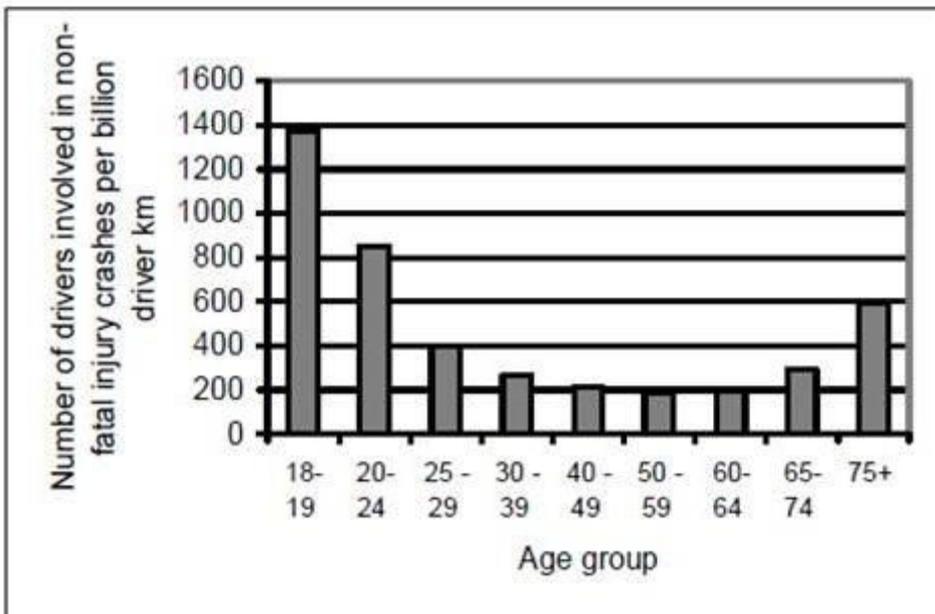
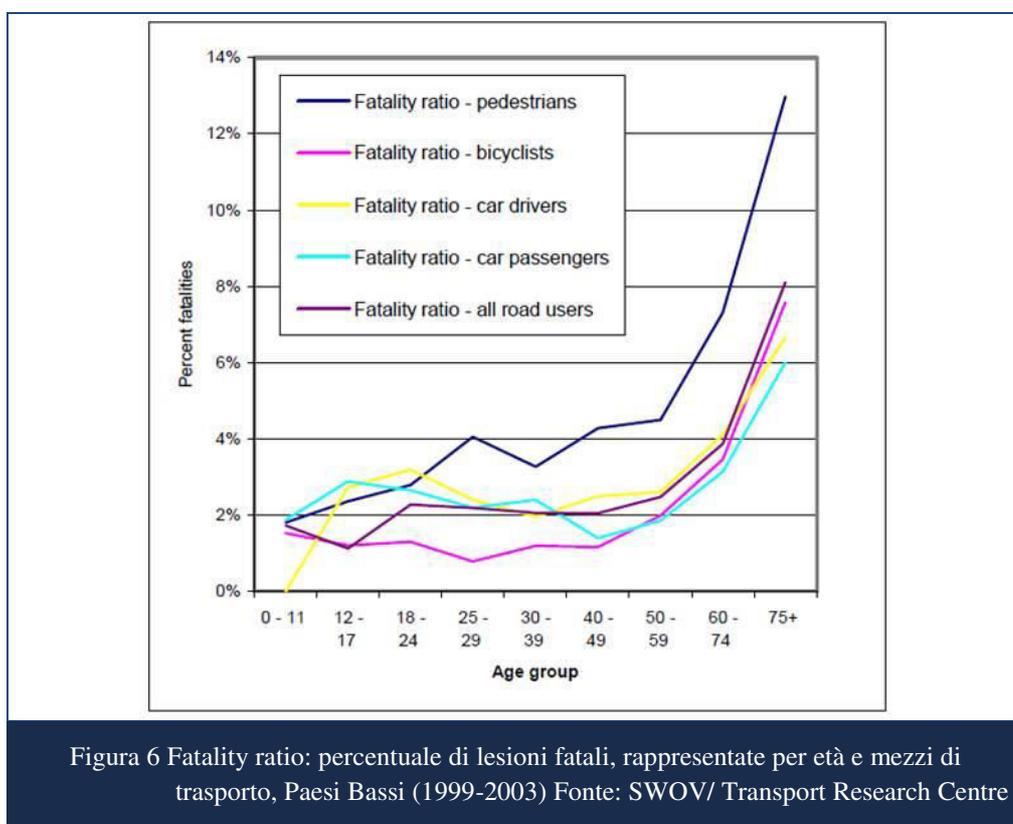


Figura 5 Tasso di incidentalità non mortale: numero dei conducenti coinvolti in incidenti non mortali per miliardo di chilometri percorsi per età, Paesi Bassi (2001-2005) Fonte: Transport Research Centre, CBS.

2.3 Fatality ratio esistente tra anziani ed altre fasce d'età

La vulnerabilità può essere espressa come la quantità di decessi per 100 vittime di incidenti o come la percentuale di decessi rispetto al numero totale di incidenti. Quest'ultima è chiamata proporzione di mortalità (Fatality ratio) [79]. Questa proporzione cresce con l'età ed è più elevata per gli utenti stradali indifesi come i pedoni (vedi anche vulnerabilità fisica):



2.4 Tipi di incidenti comuni tra gli anziani

Diverse ricerche ed indagini sugli incidenti hanno dimostrato che gli anziani sono sovra-rappresentati negli incidenti agli incroci, dove di solito il conducente anziano svolta in senso contrario al traffico in arrivo con diritto di precedenza sulla strada principale [43][45][120][75][22][81]. In generale, gli incroci rappresentano situazioni di traffico complicate che coinvolgono contemporaneamente costrizioni temporali e necessità di ripartire l'attenzione tra le varie attività [11]. Superare un incrocio rappresenta un compito di "sperimentazione dei limiti", poiché combina una moltitudine di funzioni legate alla sensibilità dell'età e contemporaneamente limita l'utilità delle normali strategie di guida sicura. Perciò, sarebbe plausibile se la crescita del rischio di un individuo fosse connessa al

deterioramento di un numero di funzioni percettive e cognitive rilevanti piuttosto che al deterioramento delle singole funzioni [81] (vedi anche limitazioni funzionali).

Gli automobilisti anziani sono “sotto-rappresentati” negli incidenti contraddistinti da perdita del controllo o dalla collisione dovuta alla elevata velocità, sorpassi pericolosi o guida in stato di ebbrezza [43][45][46][75][81]. Ciò rivela la consapevolezza dei rischi associati alla velocità e alla guida in stato di ebbrezza, e la propensione ad evitare questi tipi di comportamenti rischiosi (vedi anche adattamento comportamentale).

2.5 Il ruolo del chilometraggio annuale

Gli anziani generalmente guidano per brevi tratte e quindi accumulano un chilometraggio annuale esiguo. In generale, gli automobilisti che percorrono tratte più lunghe hanno un tasso di incidenti ridotto per km rispetto a coloro che guidano per distanze più brevi. Quindi, il più basso chilometraggio percorso dagli anziani può accrescere le stime di rischio per km [58]. Diverse ricerche, usando dati estrapolati da stime di diversi paesi, hanno provato questa ipotesi [49][38][56][64]. Tali ricerche hanno dimostrato che, il confronto tra gruppi di automobilisti, in rapporto allo stesso chilometraggio annuale, conduceva ad una scomparsa degli incrementi legati all'invecchiamento nei tassi di incidenti per km. Cioè, gli anziani con un chilometraggio nella media o superiore ad essa hanno un tasso di incidenti paragonabile a quello dei giovani con lo stesso chilometraggio. Solo gli automobilisti con ridotto chilometraggio annuale hanno più incidenti per milione di km, ma ciò ha valenza tanto per i giovani quanto per gli anziani.

I tassi di incidentalità, possono essere influenzati anche dal tipo di strade generalmente percorse dagli anziani. Molti evitano le autostrade (le strade più sicure), e tendono a guidare su strade con incroci, che per natura sono meno sicure quindi a più elevato tasso di incidenti [58]. Per cui, le stime dei rischi corsi dagli anziani, basate su incidenti o decessi per km percorsi, saranno sopravvalutate se paragonate a quelle dei giovani con un chilometraggio annuale più alto su strade più sicure [81].

3. LIMITAZIONI FUNZIONALI E VULNERABILITÀ FISICA

La sicurezza stradale degli utenti anziani è per gran parte determinata da due fattori: limitazioni funzionali e vulnerabilità fisica. Entrambi contribuiscono al tasso di mortalità relativamente alto come conseguenza di incidenti tra gli utenti stradali anziani. Le limitazioni funzionali possono aumentare il rischio di incidenti, mentre una vulnerabilità fisica maggiore incrementa la gravità degli infortuni. Le limitazioni funzionali e i disturbi legati all'invecchiamento non portano necessariamente ad un atteggiamento rischioso su strada. Altre caratteristiche degli utenti anziani possono prevenire i problemi di sicurezza. Tra questi la consapevolezza delle proprie limitazioni, l'esperienza di guida e un comportamento di compensazione, come ad esempio, guidare quando le strade sono poco trafficate o nelle ore diurne.

3.1 Limitazioni funzionali, malattie e cure

Come per l'età, succede che le limitazioni funzionali e i disturbi possono incrementare il tasso di incidentalità degli utenti stradali. Questo avviene in modo particolare nel caso del decadimento delle funzioni motorie come: la forza muscolare, la coordinazione e la capacità di adattamento ai repentini cambiamenti posturali. E' dimostrato che il decadimento nelle funzioni visive e cognitive, come parte naturale dell'invecchiamento, ha anch'esso delle conseguenze sulla sicurezza stradale. Però, solo in caso di gravi limitazioni cognitive, percettive e sensoriali, per esempio disturbi della vista, come la cataratta, la degenerazione maculare o il glaucoma, e malattie come la demenza, l'ictus e il diabete, la relazione tra limitazioni funzionali e coinvolgimento negli incidenti diventa davvero visibile [10].

Nel considerare la raccomandazione di una possibile restrizione o di una sospensione della guida o delle decisioni prescrittive, la preoccupazione principale risiede nella perdita delle capacità funzionali generali, piuttosto che nella perdita delle singole funzioni. Cioè, si deve considerare la gravità e l'impatto di tutti gli effetti combinati, e soprattutto, la quantità di potenziale di compensazione di cui necessiterebbe l'anziano per riuscire a rimediare ad una particolare mancanza [55]. I rischi di coinvolgimento in un incidente, attribuibili ad una condizione patologica come il diabete o la menomazione della vista, sono stati calcolati nel progetto europeo IMMORTAL [114]. I risultati di questi calcoli sono rappresentati nella tabella sottostante. Le condizioni mediche riguardavano:

- Limitazioni funzionali legate all'età
- Disturbi legati all'invecchiamento
- Pazienti sotto effetto di cure mediche

Tabella 2 Rischi relativi delle condizioni patologiche selezionate. Fonte: Vaa, 2003

Condizioni patologiche	Rischio relativo	95% intervallo di confidenza	Risultati
Deterioramento della vista	1.09**	(1.04; 1.15)	79
Capacità visiva	0.90	(0.69; 1.17)	4
Malattie progressive della vista	0.86	(0.50; 1.49)	4
Acuità visiva binoculare	1.13**	(1.05; 1.22)	39
Perdita dell'udito	1.19**	(1.02; 1.40)	5
Artrite/ Disabilità motoria	1.17**	(1.00; 1.36)	12
Malattie cardiovascolari	1.23**	(1.09; 1.38)	48
Aritmia (seria)	1.27**	(1.09; 1.47)	14
Problemi di pressione arteriosa	1.03	(0.86; 1.22)	8
Angina Pectoris	1.52**	(1.10; 2.09)	3
Infarto del miocardio	1.09	(0.62; 1.92)	2
Diabete Mellito	1.56**	(1.31; 1.86)	25
Malattie neurologiche	1.75**	(1.61; 1.89)	22
Malattie che colpiscono il sistema nervoso centrale (incl. Ictus, Parkinson)	1.35**	(1.08; 1.67)	11
Epilessia	1.84**	(1.68; 2.02)	8
Disordini Mentali	1.72**	(1.48; 1.99)	33
Demenza	1.45**	(1.14; 1.84)	18
Alcolismo	2.00**	(1.89; 2.12)	3
Droghe o farmaci	1.58**	(1.45; 1.73)	68
Malattie renali	0.87	(0.54; 1.34)	3
Media di tutti i gruppi	1.33**	(1.28; 1.37)	298

*Un rischio relativo di 1,09 significa che i conducenti affetti da una delle patologie menzionate hanno un tasso di incidentalità superiore del 9% rispetto ai conducenti senza alcun problema di salute.

** Il rischio relativo è statisticamente significativo ad un livello di $\alpha < 0.05$.

3.1.1 Limitazioni funzionali legate all'età in relazione alla sicurezza stradale

In relazione all'età degli automobilisti, la capacità di elaborazione delle informazioni in genere diminuisce. Comunque, le differenze individuali sono disperate, non solo in termini di età fisiologica in cui si manifesta il processo di invecchiamento, ma anche in relazione alla velocità con cui il processo avanza. Diverse ricerche, legate al traffico, hanno dato una visione delle specifiche abilità sensoriali, cognitive e motorie che si deteriorano con l'età

[54][72][100]. Nelle funzioni più importanti i cambiamenti che accompagnano il normale invecchiamento sono legati a:

- Capacità visive e percettive
- Capacità cognitive
- Capacità fisiche

Decadimento delle capacità visive e percettive

Le funzioni visive che diminuiscono con l'età sono: acuità visiva, visione periferica, acuità visiva con scarsa illuminazione e sensibilità alle luci abbaglianti e al contrasto, rilevazione del movimento e visione del colore [98][61][100][54].

La diminuzione dell'acuità visiva (capacità di vedere i dettagli) generalmente accelera dopo i 50 anni [17]. Spesso accade così lentamente che le persone non notano il peggioramento e quindi spesso sopravvalutano le loro capacità visive. In molti casi, l'acuità visiva dei conducenti si trova già al di sotto degli standard legali a loro insaputa. Una buona acuità visiva non è importante solo per la percezione dei segnali stradali, ma anche per la vista a lunga distanza, necessaria soprattutto nei sorpassi su strade secondarie [42].

Il campo visivo determina fino a che punto gli oggetti e gli eventi, situati al di fuori del punto focale, sono percepibili. L'adeguatezza della visione periferica rappresenta uno dei prerequisiti fondamentali per una guida sicura. È necessario vedere i veicoli nelle corsie adiacenti quando ci si accinge ad un cambio di corsia, per poter mantenere il veicolo centrato nella propria corsia, per vedere un pedone che attraversa o un'altra macchina che si avvicina all'incrocio. I difetti nella visione periferica generalmente si presentano nei soggetti con glaucoma (incremento di pressione oculare), con degenerazione maculare, con diabete, e subito dopo un ictus o altre malattie cerebrali [42]. Queste malattie si presentano più spesso negli anziani (vedi disturbi alla vista).

Menomazioni funzionali rilevanti per la guida notturna sono l'acuità visiva notturna e la sensibilità alle luci abbaglianti. L'acuità visiva notturna menomata è il risultato di due cambiamenti legati all'invecchiamento che riducono la quantità di luce che raggiunge la retina: la dimensione ridotta delle pupille e l'ingiallimento del cristallino [86]. Una conseguenza dell'irradiazione ridotta della retina è che occorrono fonti luminose di intensità più elevata per poter essere viste di notte [86]. Comunque, la maggiore sensibilità degli anziani alle luci abbaglianti rende indispensabile assicurarsi che la luce sia adeguatamente indirizzata [62]: la sensibilità alle luci abbaglianti, che aumenta tra i 40 e i 70 anni, porta ad una minor tolleranza ai fari ed alle altre fonti riflettenti (Fozard et al. (1977) citati in Aizenberg & McKenzie [3]). La cataratta è una delle cause principali della sensibilità alla luce tra gli anziani [42].

Per quanto riguarda la sensibilità ai contrasti visivi, gli anziani hanno più difficoltà nel riconoscere i piccoli dettagli e ciò si esaspera con bassi livelli di illuminazione. La sensibilità al contrasto è - più dell'acuità visiva - necessaria per la visione della segnaletica stradale. Inoltre, si pensa che giochi un ruolo nella percezione della distanza e nella valutazione della velocità degli oggetti in movimento [98][54].

I cambiamenti nella visione dei colori sono rilevanti per la guida e riguardano anch'essi il contrasto. Gli anziani hanno difficoltà nella distinzione del blu, del verde-blu e del viola: colori di scarsa rilevanza nella percezione della segnaletica stradale e dei semafori. Tuttavia, gli anziani hanno difficoltà anche a distinguere colori molto simili. Perciò, le differenze tra i colori usati nei display dei sistemi di trasporto intelligente dovrebbero essere più evidenti possibile [54].

Il rilevamento del movimento diminuisce con l'avanzare dell'età a causa dei cambiamenti nei meccanismi neurali e di un movimento meno uniforme del sistema oculomotore che è anche il risultato del processo di invecchiamento. Ovviamente, la capacità di individuazione del movimento è molto importante per una guida sicura, non solo per l'individuazione dei veicoli ad un incrocio e per la valutazione della loro velocità, ma anche per potersi rendere conto delle, eventuali, variazioni di velocità dei veicoli che precedono il proprio, per esempio, la fermata, il rallentamento, l'accelerazione e l'inversione [98][54].

Decadimento delle capacità cognitive

La progressiva perdita delle capacità cognitive legata all'invecchiamento, come la perdita della vista, ha un impatto significativo sulla capacità del conducente di cogliere gli input dagli altri utenti stradali e dall'infrastruttura. Per scegliere le informazioni appropriate, il conducente interpreta l'input e prende decisioni che vengono poi tradotte in adeguate azioni di guida, dunque sono necessari processi cognitivi e percettivi. Il deterioramento di alcuni di questi processi, con l'invecchiamento, include l'incapacità di mantenere l'attenzione costante per lunghi periodi di tempo, di separare informazioni importanti e non (attenzione selettiva), di suddividere l'attenzione per vari compiti (attenzione divisa), la memoria a breve termine e la velocità di elaborazione delle informazioni [72].

Quest'ultima è spesso di cruciale importanza per prendere decisioni sicure alla guida.

Fondamentale per questo aspetto della guida è il tempo che il conducente impiega per rispondere alle domande che l'ambiente stradale gli pone (spesso riferite al tempo di "percezione-reazione"). Alcune ricerche hanno dimostrato che, generalmente, i tempi di reazione a stimoli semplici non si deteriorano drasticamente con l'invecchiamento [85]. I tempi di reazione degli anziani aumentano quando si devono prendere decisioni celeri in situazioni complesse [91].

Cambiamenti fisici

Le capacità fisiche che si deteriorano con l'invecchiamento sono la flessibilità delle articolazioni, la forza muscolare e l'abilità manuale. Questi possono influenzare la capacità di salire e scendere dal veicolo, e di farlo funzionare [100].

Un esempio dell'influenza della ridotta flessibilità articolare è rappresentato dalla ridotta rotazione del collo che può impedire al conducente di controllare gli incroci prima dell'immissione. Ciò è maggiormente evidenziato negli anziani, poiché si affidano alla rotazione del collo per compensare la riduzione il ridotto campo visivo. Il deterioramento della flessibilità articolare non è lo stesso per tutte le parti del corpo. In una ricerca di Kuhlman [63], gli anziani presentano il 12% in meno di flessione cervicale, il 32% in meno

di estensione del collo, il 22% in meno di flessione laterale e il 25% in meno di rotazione rispetto ai giovani [100]. La flessibilità articolare può essere largamente influenzata da malattie degenerative come l'artrite, della quale è affetta circa metà della popolazione over 75 (Adams & Collins, 1987; citati in Sivak et al [100]. Una stima del rischio di incidentalità associato alle malattie, come l'artrite, si può trovare qui [114].

3.1.2 Disturbi legati all'invecchiamento che possono ridurre l'idoneità fisica alla guida

Numerose malattie sono connesse alla maggiore probabilità di incidenti. Queste sono rappresentate da: disturbi della vista, demenza, morbo di Parkinson, ictus, malattie cardiovascolari e diabete. Queste malattie o disturbi possono verificarsi ad ogni età, ma sono più comuni tra gli anziani. Un'evenienza molto comune è la combinazione di diverse malattie. Qui troviamo rischi specifici di incidenti associati a disturbi legati all'invecchiamento [114]. Possiamo notare, comunque, come maggiori rischi siano dovuti anche alla cure mediche intraprese a causa di uno o più disturbi.

Disturbi alla vista

La cataratta, la degenerazione maculare, il glaucoma e la retinopatia diabetica sono le cause portanti di un declino significativo dell'acuità visiva e del campo visivo nell'invecchiamento [61]. Tratteremo ora i rischi di incidentalità associati ai disturbi alla vista [114]. La cataratta è determinata da un offuscamento del cristallino e si ripercuote sulla sensibilità alla luce, sulla percezione dei colori e la visuale notturna. Per fortuna può essere curata sostituendo il cristallino con uno artificiale. La degenerazione maculare è un disturbo della parte centrale della retina e influisce sull'acuità visiva e la percezione dei colori. Questo disturbo, perciò, può portare all'incapacità di leggere la segnaletica stradale o di vedere le macchine. Il glaucoma influisce sulla parte periferica della retina come conseguenza dei danni causati dall'aumento della pressione intraoculare. La condizione è indolore e il paziente è spesso inconsapevole del deficit del campo visivo, un deficit che causa difficoltà nella visione delle autovetture o dei pedoni che attraversano [61]. Le persone affette da diabete, una malattia che colpisce dal 10% al 20% degli anziani (Harris, Hadden, Knowler & Bennett, citati in Klein [61]), sono a rischio maggiore di sviluppare la cataratta, il glaucoma e le anomalie che incidono sui vasi sanguigni retinici (retinopatia diabetica). Il diabete spesso risulta tra i deficit del campo visivo periferico. Il rischio di incidentalità associato ai disturbi della vista è trattato qui [114].

Demenza

La demenza è una sindrome caratterizzata da un progressivo declino delle funzioni cognitive come risultato di danni cerebrali o malattie. La malattia più comune legata alla demenza è l'Alzheimer che rappresenta circa la metà dei casi. L'Alzheimer è caratterizzato dal deterioramento della memoria e di almeno un altro dominio cognitivo, come l'attenzione o il giudizio. L'esatto tipo di deterioramento dipende dalle zone del cervello colpite.

La demenza spesso coinvolge una scarsa comprensione della propria malattia, e come risultato si ha un'errata percezione delle proprie limitazioni e della propria capacità di adattare il proprio comportamento di conseguenza. Perciò, i conducenti affetti da demenza

sono meno inclini alla limitazione della loro esposizione a situazioni ad alto rischio rispetto ai conducenti le cui capacità visive e fisiche sono diminuite ma le cui capacità cognitive sono rimaste intatte [106]. La pura e semplice diagnosi della demenza non è sufficiente per consigliare agli anziani di smettere di guidare. Secondo una ricerca internazionale che pone in relazione demenza e capacità di guida, ai conducenti dovrebbe essere sconsigliato di smettere di guidare quando viene loro diagnosticata una moderata o grave demenza. Quando in tali casi viene consentita la guida, assume grande importanza la regolarità nell'esecuzione degli esami di controllo[67]. Il rischio di incidenti associato alla demenza può essere trovato qui [114].

Morbo di Parkinson

Il morbo di Parkinson è una sindrome neurologica progressiva associata all'invecchiamento, principalmente dovuta alla mancanza di formazione ed azione della dopamina. I pazienti presentano tremore, rigidità, incapacità di iniziare i movimenti (acinesia), e riflessi posturali deteriorati. Inoltre, esso è associato alla depressione e alla demenza molto più dei normali fattori legati all'invecchiamento. Le stime di prevalenza della demenza vanno dal 30% all'80% (Kaszniak, 1986, citati in Holland, Handley & Feetam) [55], mentre le stime sulla frequenza della demenza nel gruppo totale di persone over 65 variano dal 5% al 15%.

Sia il movimento che gli effetti cognitivi caratteristici del morbo di Parkinson hanno implicazioni importanti per il paziente in qualità di conducente. Tuttavia, come in altre malattie croniche, il livello di funzionalità è più importante per l'idoneità fisica alla guida che per la diagnosi stessa del morbo. Gran parte della gente affetta dal morbo di Parkinson smette di guidare [55].

In particolare un motivo di preoccupazione riguardante questa malattia è il manifestarsi di una eccessiva sonnolenza. Una ricerca condotta da Fricht (citato in Holland, Handley & Feetam) [55] ha mostrato che una sonnolenza eccessiva era predominante nel 51% dei casi analizzati. Questa sonnolenza è correlata con la gravità della malattia, la durata della stessa e il rischio di addormentarsi al volante. Anche l'uso di farmaci anti-Parkinson (dopaminergici) sembra contribuire alla sonnolenza (Fabbrini et al., 2002; citati in Holland, Handley & Feetam) [55]. Il rischio di incidentalità associato al morbo di Parkinson può essere trovato qui [114].

Ictus

Un ictus, conosciuto anche come infarto cerebrovascolare, è una lesione neurologica che impedisce l'afflusso del sangue ad una parte del cervello, causata o da un embolo nell'arteria o da una rottura dell'arteria. Guidare dopo aver avuto un ictus è problematico se ciò ha apportato cambiamenti cognitivi, anche ipotizzando che il paziente si sia completamente riabilitato per gestire la guida. Molte persone non riprendono mai più a guidare. Coloro che smettono sono generalmente anziani e/o hanno altre fonti di menomazione o disabilità in aggiunta agli effetti dell'ictus [55].

È stata condotta una piccola ricerca sugli effetti dell'ictus in relazione all'idoneità fisica alla guida. In generale, si suppone che gli effetti dell'ictus sulle performance motorie, come la paralisi, possano essere compensati da modifiche dei veicoli e dalla riabilitazione. Altri

effetti, come l'aprassia (difetto nella capacità di immaginare, iniziare o mettere in atto un'azione intenzionale) e la negligenza laterale, hanno conseguenze più serie. Nel caso della negligenza laterale, caso in cui il paziente non reagisce o guarda le cose posizionate su un solo lato del campo visivo (il lato opposto all'emisfero interessato), si dovrebbe smettere di guidare [10]. Una ricerca, in cui sono state messe a confronto le vittime di ictus localizzato a destra e a sinistra, ha mostrato che le performance di coloro il cui danno era localizzato a destra erano più scarse di quelle che presentavano il danno nell'emisfero sinistro. I primi hanno fallito più frequentemente il test di guida, in particolare in presenza di incroci [99] (citato in Holland, Handley & Feetam)[55]. Il rischio di incidenti associato a ictus è trattato qui [114].

Malattie cardiovascolari

Le malattie cardiovascolari comprendono l'angina pectoris (ridotta perfusione delle arterie coronariche), aritmia cardiaca, arresto cardiaco e ipertensione (innalzamento anomalo della pressione sanguigna). Alcune ricerche che distinguono queste diverse condizioni patologiche indicano che solo l'aritmia cardiaca e l'angina pectoris incrementano il rischio di incidentalità. I veri e propri attacchi cardiaci sono responsabili solo di una piccola parte della relazione totale tra malattia cardiovascolare e rischio legato alla guida [55]. Il rischio di incidenti associato alle malattie cardiovascolari è riportato qui [114].

Diabete Mellito

Il diabete è una malattia caratterizzata da alti livelli di glucosio ematico, specialmente dopo aver mangiato. L'incidenza del diabete diventa ancora più comune con l'avanzare dell'età, con il 17-20% dei 70enni che hanno difficoltà nella regolazione del glucosio rispetto all'1,5% dei 20enni [55]. Ci sono due tipi di diabete: insulino dipendente (tipo 1) e non-insulino dipendente (tipo 2). Il primo prevede la somministrazione di insulina per via parenterale, il secondo viene controllato tramite un corretto regime alimentare, la riduzione del peso, l'esercizio e le cure con ipoglicemizzanti orali.

Le stime del rischio di incidentalità associato al diabete erano solitamente pari al doppio della media dei conducenti. Tuttavia, le cure mediche perfezionate, le possibilità maggiori per i diabetici di monitorare i livelli di glucosio nel sangue, e una migliore conoscenza del controllo del diabete sembrano aver ridotto tale rischio (Hansotia, 1993, cited in Holland, Handley & Feetam) [55]. Uno svantaggio importante di un controllo più serrato dei livelli di glucosio nel sangue è che gli episodi ipoglicemici sono oggi molto più comuni. Durante tali episodi con bassi livelli di glucosio nel sangue, le funzioni cognitive sono ridotte. In questi casi gli individui possono anche non accorgersi dell'avvenuto episodio ipoglicemico [117]. Nel complesso, il diabete grave (curato con farmaci per via orale o con l'insulina) è ancora uno dei fattori di incidentalità più alti, mostrando una relazione più forte con l'incidentalità rispetto alle altre malattie esaminate [55]. Il rischio di incidente associato al diabete può essere trovato qui [114].

Le persone affette da diabete sono anche maggiormente predisposte allo sviluppo di patologie correlate come: cataratta, glaucoma e anomalie che incidono sui vasi sanguigni

retinici (retinopatia diabetica), tutti incidono sull'acuità visiva e sul campo visivo (vedi disturbi alla vista).

Comorbidità

Molti anziani sono affetti da più di una malattia. In una ricerca condotta da Holte & Albrecht [57] è stato scoperto che due persone su tre dai 60 anni in su hanno almeno una malattia. Quasi ogni seconda persona è affetta da più di una malattia. Soffrire di più disturbi può ridurre la possibilità del conducente di compensare gli effetti di questi disturbi. Inoltre, avere più di una malattia spesso implica la prescrizione di più farmaci (polifarmacoterapia), ciò incrementa la probabilità di interazioni farmacocinetiche o farmacodinamiche (vedi cure mediche).

3.1.3 Cure mediche

Malgrado l'età dei pazienti, c'è un ottimo consenso generale sulle cure che presentano un rischio per i conducenti. Queste sono, tra le altre, le benzodiazepine, gli antidepressivi triciclici di "seconda generazione", gli antidolorifici che agiscono sul sistema nervoso centrale e periferico (analgesci), e gli antistaminici di prima generazione. I pazienti anziani, comunque, sono propensi a mostrare una sensibilità alterata alle cure mediche, e ciò dovrebbe essere considerato quando vengono prescritti dei farmaci. Questo cambiamento solitamente comporta un aumento degli effetti collaterali e delle reazioni avverse, e la durata dell'effetto di un farmaco può essere considerevolmente prolungata.

Poiché molti anziani soffrono di più disturbi (vedi comorbidità), sono anche più propensi alla prescrizione di cure multiple (polifarmacoterapia). Maggiore è l'assunzione di farmaci diversi, maggiore risulta essere la probabilità di interazioni farmacocinetiche e farmacodinamiche. La probabilità di interazioni può essere incrementata dall'utilizzo di farmaci senza obbligo di prescrizione (SP; OTC) [55].

Nel valutare il possibile impatto di un medicinale sulle competenze di guida, è importante ricordare che i farmaci vengono prescritti per una patologia, e che la malattia stessa può influire sulle competenze di guida (vedi disturbi legati all'invecchiamento che influiscono sulla guida). Un determinato farmaco potrebbe comunque influire sulla guida, incrementando la riduzione della capacità di guida causata dalla malattia, o riducendo il rischio, per il conducente, causato dalla malattia. Il punto cruciale non è se il farmaco specifico abbia un effetto sulla performance di guida, piuttosto se l'individuo sia in grado di agire in modo sicuro all'interno del proprio ambiente [55].

3.2 Adattamento comportamentale

Le limitazioni funzionali e i disturbi legati all'invecchiamento non portano necessariamente verso un atteggiamento non sicuro sulla strada. Altre caratteristiche degli utenti stradali anziani possono invece prevenire i problemi legati alla sicurezza. Tra questi vi sono: la consapevolezza dei propri limiti, l'esperienza alla guida ed atteggiamenti di compensazione, come guidare quando le strade sono meno trafficate oppure nelle ore diurne ed in buone condizioni meteorologiche. Si potrebbe pensare a vari tipi di compensazione per gli anziani. In primo luogo essi, il più delle volte, hanno la possibilità di scegliere l'orario in cui viaggiare. Diverse ricerche hanno dimostrato che gli anziani,

spesso, scelgono di guidare durante il giorno e quando le condizioni climatiche sono favorevoli. In secondo luogo, gli anziani in media hanno molta esperienza di guida. L'intuito acquisito offre la capacità di prevenire possibili situazioni problematiche. In terzo luogo, quando si invecchia diminuisce la voglia di sperimentare nuove emozioni e quindi di osare. Considerando questi elementi, in media gli anziani, rispetto ai giovani, non guidano in stato di ebbrezza ed osservano le norme stradali più frequentemente [12][44].

Riguardo la compensazione per le limitazioni funzionali, Jansen et al. [59] hanno identificato quattro diversi stili di compensazione tra gli anziani che rispecchiano l'84% dei partecipanti alla ricerca (lo stile del rimanente 16% non viene identificato):

- Compensazione funzionale (23,4%): le persone sono consapevoli dei loro deficit e apportano modifiche adeguate alle modalità di guida.
- Compensazione disfunzionale (5,5%): le persone sono consapevoli dei loro deficit ma non apportano alcuna modifica alle modalità di guida.
- Comportamento preventivo (24,9%): le persone non sono consapevoli dei loro deficit ma apportano adeguati cambiamenti alle modalità di guida.
- Compensazione mancante (30%): le persone non sono consapevoli dei loro deficit e non apportano alcun cambiamento allo stile di guida.

Possibilità di successo del comportamento di compensazione

Secondo la struttura gerarchica del compito della guida proposto da Michon (1971, 1985), ci sono tre livelli di abilità e controllo: strategico, tattico e operativo. Le possibilità di successo della compensazione si presentano soprattutto ad alti livelli di controllo. A questi alti livelli (strategici e tattici) difficilmente il tempo crea una forma di pressione sul conducente, il quale ha abbastanza tempo per prendere le giuste decisioni. Alcuni esempi sul livello strategico sono "quando e come guidare fino ad una certa destinazione". A livello tattico, vengono prese decisioni sulla distanza di sicurezza da tenere con il veicolo davanti a sé, e se sorpassare oppure no. Al livello operativo un individuo ha solo qualche millisecondo per decidere di frenare e sterzare.

3.3 Vulnerabilità fisica

Gli anziani sono più vulnerabili dei giovani: a parità di collisione i loro infortuni sono più seri. Con la stessa forza di impatto per un 75enne rispetto ad un 18enne il rischio di mortalità è superiore di circa il triplo [31][32] (vedi anche proporzione di mortalità). La vulnerabilità fisica ha le conseguenze più serie durante i viaggi "non protetti" come passeggiate a piedi e in bicicletta. La vulnerabilità è un fattore meno importante per gli automobilisti, ma ha ancora una certa incidenza sulla gravità degli incidenti. È principalmente causata da disturbi legati all'invecchiamento come l'osteoporosi [68].

4. QUALI FATTORI INCIDONO SUL NUMERO FUTURO DI MORTI TRA GLI ANZIANI?

Vari fattori possono portare ad una crescita o diminuzione del numero attuale di morti tra gli anziani. Questi fattori possono essere suddivisi in fattori autonomi e misure di sicurezza stradale. Alcuni esempi di fattori autonomi sono la composizione dell'età della [popolazione](#), il numero dei detentori di patente e la mobilità. Se questi fattori mutano nel tempo incidono sul numero futuro di morti tra gli anziani. Le misure di sicurezza stradale possono essere adottate per ridurre il tasso di mortalità futuro.

Un altro fattore potrebbe essere il passaggio degli anziani da un gruppo di minoranza con necessità e comportamento particolari, ad uno dei più grandi sottogruppi di conducenti. Questo passaggio influenzerebbe probabilmente le dinamiche del sistema totale di traffico, incluso il comportamento degli utenti stradali. La crescente probabilità di dover interagire con un conducente anziano potrebbe suscitare cambiamenti radicali nel comportamento di tutti i conducenti, così come nei modelli di interazione tra i partecipanti al sistema di traffico. Pertanto, la crescente partecipazione degli anziani su strada potrebbe ridurre il tasso di incidentalità per gli anziani stessi [81].

4.1 Popolazione

In gran parte dei paesi europei, il numero di anziani è cresciuto negli ultimi decenni. Questo aumento si intensificherà nei prossimi 25 anni. Attualmente, il 15% della popolazione europea è over 65 e il 7,5% over 75. Queste percentuali cresceranno rispettivamente fino al 25% e 15% nel 2030 (US Census Bureau). La percentuale di persone che hanno difficoltà dovute a limitazioni funzionali è chiaramente più generosa nel gruppo dei più anziani (over 75) rispetto al gruppo dei più giovani (65-74 anni). Ciò non vale per pedoni e i ciclisti anziani. Poiché il gruppo dei più anziani si sta espandendo, è importante per la politica della sicurezza stradale prestare più attenzione alle possibilità e alle limitazioni di questo gruppo di utenti stradali.

4.2 Patenti di guida

In Europa, la percentuale dei conducenti detentori di patente nel gruppo di conducenti tra i 65 e i 74 anni varia dal 71% al 93% per gli uomini e dal 7% al 46% per le donne [81]. Questi gruppi rappresentano i conducenti anziani di domani, che saranno gli over 75. Le percentuali attuali delle licenze di guida degli over 75 sono considerevolmente più basse. Per esempio, i dati provenienti da una ricerca del 1998 dell'Olanda dimostrano che l'81% degli uomini e il 42% delle donne tra i 65 e i 74 anni hanno la patente, mentre queste percentuali sono rispettivamente del 61% e del 18% per gli over 75. È aumentato soprattutto il numero di patenti delle donne. Traducendo le percentuali di patenti per gruppi ancora più giovani nel futuro e combinandoli con i dati sulla popolazione otterremo una

stima della percentuale di conducenti over 65 nel 2030. Queste cifre dimostrano che nel 2030 un quarto di tutti i conducenti sarà over 65.

Tabella 3 Stima della percentuale di conducenti over 65 nel 2030

Fonte: OECD, 2001

Paese	Percentuale di patenti di guida nei conducenti over 65 nel 2000	Percentuale di patenti di guida nei conducenti over 65 nel 2030	Percentuale di incremento di patenti di guida nei conducenti over 65
Finlandia	14.9%	26.7%	79%
Francia	16.1%	25.8%	60%
Paesi Bassi	13.7%	26.5%	93%
Norvegia	15.3%	23.5%	53%
Spagna	16.8%	26.1%	55%
Svezia	17.2%	24.1%	40%
Regno Unito	15.7%	23.5%	49%

4.3 Chilometraggio

Le previsioni, mostrano che i conducenti anziani di domani continueranno a guidare più a lungo e per distanze maggiori dei gruppi odierni, in parte perché avranno una maggiore accessibilità alle auto. In Inghilterra, Svezia e Norvegia il numero di viaggi giornalieri degli anziani (così come degli altri gruppi di età) è rimasto ragionevolmente costante negli ultimi 10-15 anni, ma la distanza giornaliera percorsa è cresciuta [81]. Negli Stati Uniti, il numero e la lunghezza dei viaggi sono aumentati per gli over 65, con una crescita maggiore per gli anziani rispetto agli altri gruppi di età [94]. Gran parte dell'aumento della lunghezza degli itinerari per gli anziani può essere attribuita ad una maggiore accessibilità all'autovettura. L'autoveicolo sta diventando sempre più dominante come mezzo di trasporto per gli anziani, ma ci sono differenze tra i vari paesi, specialmente tra Europa e Stati Uniti. In Europa lo spostamento a piedi è ancora una modalità predominante per gli anziani, con una percentuale del 30-50%. Comunque, l'uso dell'automobile sembrerebbe sostituire lo spostamento a piedi ed, in misura minore, il trasporto pubblico. Poiché più donne anziane avranno la patente in futuro, le differenze tra uomini e donne nell'uso della macchina oggi saranno ridotte entro il 2030 [81].

4.4 Previsioni del numero futuro di incidenti e morti

Analizzando i dati riguardo la popolazione, il numero di conducenti con patente, il chilometraggio annuale e gli incidenti, Maycock [73] ha previsto il numero dei morti e dei feriti gravi tra i gruppi di anziani del Regno Unito nel periodo 1998-2022. I risultati delle previsioni mostrano che durante questo periodo il numero di incidenti seri e mortali tra gli

anziani maschi decrescerà, mentre tra le donne aumenterà. Le percentuali annue di aumento e diminuzione differiscono a seconda del gruppo di età: aumentando l'età del gruppo, minore sarà la diminuzione per gli uomini e maggiore l'aumento per le donne. L'aumento degli incidenti e delle lesioni gravi tra le donne anziane sarà dovuto all'incremento del numero di conducenti di sesso femminile (vedi patenti di guida). Queste previsioni illustrano che il numero di incidenti tra gli anziani decrescerà meno rispetto al numero di incidenti tra i più giovani, portando ad una porzione maggiore di incidenti tra gli anziani. La stessa tendenza è stata prevista in Olanda da Davidse [22].

Tabella 4 Previsione dei tassi annuali di aumento o diminuzione del numero delle vittime gravi e mortali nel periodo 1998-2022 nel Regno Unito (Fonte: Maycock, 2001)

	Conducenti uomini	Conducenti donne
60-64	-3.5%	-2.0%
65-69	-4.0%	-1.8%
70-74	-3.1%	-0.8%
75-79	-2.9%	0.0%
80-84	-2.1%	0.9%
85-89	-1.6%	2.2%
+90	-0.8%	4.2%

5. COSA SI PUÒ FARE?

La sicurezza stradale degli utenti anziani è per gran parte determinata da due fattori: limitazioni funzionali e vulnerabilità fisica. Entrambi contribuiscono al tasso di mortalità relativamente alto tra gli anziani come risultato degli incidenti. Le limitazioni funzionali possono incrementare il rischio di incidenti, mentre una vulnerabilità fisica elevata aumenta la gravità delle lesioni. Considerando queste cause, una gamma di misure volte alla riduzione del tasso di mortalità dovrebbe almeno includere provvedimenti che diminuiscano la gravità delle lesioni. Ma i provvedimenti che possono ridurre il coinvolgimento degli anziani negli incidenti possono anche contribuire ad una riduzione del loro tasso di mortalità. Alcuni esempi di tali provvedimenti sono: fornire istruzione e training, gli adattamenti infrastrutturali e i sistemi di assistenza adeguati per i conducenti [72][50]. Nel caso di un progressivo decadimento delle funzioni, questi provvedimenti non possono più sopperire alla ridotta idoneità fisica alla guida. Perciò serve una procedura che porti ad una sospensione opportuna della carriera automobilistica. La disponibilità di mezzi di trasporto alternativi attenuerà la carenza dovuta alla sospensione. In breve, le misure disponibili per assicurare la sicurezza agli anziani consistono in:

- Istruzione e training
- Misure infrastrutturali
- Sistemi di Assistenza Avanzati per i Conducenti (ADAS)
- Design e sicurezza del veicolo
- Valutazione dell'idoneità fisica alla guida

5.1 Istruzione/training

L'istruzione e il training sono modalità di informazione sui cambiamenti fisici e cognitivi vissuti come parte del processo di invecchiamento, sulle implicazioni della sospensione della guida e sulla scelta di veicoli più sicuri, importanti per i conducenti anziani. Inoltre, altre persone con un interesse particolare nei confronti della sicurezza e della mobilità degli anziani, come: i medici, la famiglia, i produttori dei veicoli, gli ingegneri stradali, ma anche gli altri conducenti che condividono la strada con essi dovrebbero essere informati delle difficoltà vissute da questi ultimi nel traffico.

- Informare gli anziani
- Preparare gli anziani

5.1.1 *Informare i conducenti anziani*

I conducenti anziani necessitano di informazioni sui cambiamenti fisici e cognitivi che accompagnano l'invecchiamento e sulle implicazioni della sospensione della guida. In particolare, è importante informare gli anziani su [72][81]:

- La possibilità di un decadimento delle capacità sensoriali e cognitive, le difficoltà che possono emergere nel traffico, e come modificare le strategie di guida per

evitare queste difficoltà. L'ammissione da parte del conducente è il primo passo essenziale per un'azione efficace. Allo stesso tempo, le informazioni serviranno a rassicurare gli anziani che, attraverso la cautela e la pianificazione, i conducenti potranno continuare a guidare bene ed in modo sicuro.

- L'attrezzatura del veicolo e l'ADAS disponibili per rendere la guida più semplice.
- La crescente vulnerabilità e l'importanza dell'uso di dispositivi di protezione.
- L'influenza sulle capacità di guida delle malattie legate all'invecchiamento e delle cure mediche.
- Le informazioni sulla procedura da seguire per estendere la licenza di guida.
- La possibile decisione di non guidare più una macchina: discutendone e parlando dei ruoli che i parenti ed il medico di famiglia possono giocare.
- Come e dove trovare le alternative di mobilità.

Le informazioni citate possono essere divulgate in meeting specifici organizzati dalle organizzazioni per la sicurezza stradale o dalle federazioni dei cittadini, oppure pubblicate su volantini da distribuire in edifici frequentati da anziani. Un'occasione specifica per distribuire volantini sarebbe l'esame medico necessario in molti paesi europei per il rinnovo della patente. Alcuni esempi di volantini sono:

- “[Continua a guidare! Consigli per conducenti anziani](#)”, un volantino del Dipartimento dei Trasporti del Regno Unito.
- “[Mobilità per tutte le età](#)”, una brochure in [olandese](#) e [francese](#) dell'Istituto Belga per la Sicurezza Stradale.
- “[Guida per tutte le età](#)”, una brochure dell'Autorità Nazionale dei Trasporti Finlandese.

5.1.2 Training per i conducenti anziani

I programmi di training forniscono una buona opportunità per informare i conducenti anziani dei cambiamenti fisici e cognitivi che accompagnano l'invecchiamento, delle difficoltà dovute a questi cambiamenti che possono presentarsi nel traffico, e del modo in cui dovrebbero modificare le strategie di guida per evitare tali difficoltà. Inoltre, si dovrebbe prestare attenzione alle situazioni difficili di traffico nei quartieri e alle nuove norme sul traffico. Il programma può essere avallato da un modulo pratico di allenamento o di valutazione della guida. Alcuni esempi di programmi di allenamento sono il tedesco “Altere aktive Kraftfahrer” e il BROEM organizzato in Olanda.

Esempi di programmi di training

Il programma tedesco consiste di quattro seminari consecutivi che si svolgono nello stile di un laboratorio. I partecipanti sono incoraggiati ad esaminare i loro stessi comportamenti e atteggiamenti alla guida con la discussione e la condivisione delle esperienze. I corsi offrono ai conducenti anziani la possibilità di tenersi aggiornati con le ultime norme relative alla guida e di risolvere problemi individuali incontrati durante le loro esperienze di guida.

Il programma olandese **BROEM** è una valutazione di guida volontaria per i conducenti over 50; non è un test di guida. Include la valutazione dello stile di guida, della capacità visiva e dei tempi di risposta, e fornisce un corso per ricordare le norme del traffico. La guida è completata da un libro di consultazione che include informazioni sugli effetti dell'età sulla guida e offre consigli utili per i conducenti anziani. Dopo la guida, al partecipante viene data una relazione che indica i suoi punti di forza e di debolezza, con suggerimenti per migliorare.

5.2 Misure infrastrutturali

Un'infrastruttura che considera le limitazioni funzionali che accompagnano l'invecchiamento può contribuire ad una riduzione del coinvolgimento degli anziani negli incidenti. Prendere in considerazione le limitazioni funzionali significa che l'infrastruttura fornisce al conducente abbastanza tempo per osservare, decidere ed agire. Ciò si può ottenere offrendo più tempo al conducente o rendendo il suo compito più semplice. Alcuni esempi di elementi infrastrutturali che forniscano tempo a sufficienza sono le corsie di accelerazione sulle autostrade ed ampi margini di arresto visibili agli incroci. Esempi di elementi infrastrutturali che rendano più facile osservare, decidere e agire, sono le maggiori dimensioni delle lettere e la retro-riflettività dei cartelli dei nomi delle strade, e un più elevato contrasto tra la segnaletica orizzontale e la carreggiata. In base ai problemi che gli anziani incontrano nel traffico, le misure infrastrutturali dovrebbero vertere su [107]:

- Progettazione degli incroci
- Cartelli e segnaletica stradale
- Semafori e illuminazioni fisse
- Uscite ed entrate delle autostrade

Quali elementi infrastrutturali rappresentano un problema per i conducenti anziani?

Rispetto alle misure infrastrutturali che potrebbero migliorare la sicurezza dei conducenti anziani, è interessante sapere cosa gli anziani stessi giudichino essere un problema. Benekohal et al. (1992) posero questa domanda ad un gruppo di conducenti anziani.

Gli argomenti più citati furono:

- Leggere i cartelli stradali in città
- Attraversare un incrocio
- Trovare l'inizio di una corsia con svolta a sinistra ad un incrocio
- Svoltare a sinistra ad un incrocio
- Seguire la segnaletica orizzontale
- Reagire all'input semaforico

Lo stesso gruppo di ricercatori ha raccolto informazioni circa le caratteristiche autostradali importanti per i conducenti:

- Illuminazione alle intersezioni
- Segnaletica orizzontale agli incroci
- Numero di corsie con svolta a sinistra ad un incrocio
- Larghezza delle corsie
- Indicazioni concrete nelle corsie (canalizzazioni in vista) per le svolte agli incroci
- Dimensione dei semafori alle intersezioni

Mesken (2002) ha posto domande simili in Olanda. Le situazioni di traffico considerate spesso difficili in prossimità di incroci erano:

Svoltare a sinistra ad un incrocio senza semaforo

Attraversare un incrocio senza semaforo

Girare attorno ad una rotatoria con più di una corsia

5.2.1 Design dell'incrocio

Diverse ricerche hanno rivelato che tra gli incidenti agli incroci sono sovrarappresentati quelli che coinvolgono conducenti over 75 [43][45][120][75][22]. Gli incroci possono essere definiti come situazioni di traffico che richiedono giudizi complessi di velocità e distanza in un breve arco di tempo. Gli anziani in genere hanno più difficoltà rispetto ai giovani nel soddisfare questi requisiti. Le limitazioni funzionali particolarmente legate a questi problemi sono il tempo di percezione-reazione rallentato ed il decadimento della capacità di discriminare informazioni rilevanti e non. Inoltre, nel riuscire a superare in modo sicuro un incrocio, gioca un ruolo importante anche il decadimento sia nell'acuità visiva che della visione semi-periferica. Quest'ultima è importante per la capacità di vedere un pedone che attraversa la strada oppure un'altra macchina che si avvicina all'incrocio.

Alcune misure infrastrutturali importanti a riguardo sono:

- Fornire una buona e anticipata visibilità dell'incrocio
- Assistenza per svoltare a sinistra
- Rotatorie

Visibilità all'incrocio

In prossimità di un incrocio la visibilità delle autovetture che vi si avvicinano è in gran parte determinata dall'angolazione delle strade che si incrociano. L'angolazione ottimale è

di 90°. Un angolo di ampiezza minore rende più difficoltoso avere una visuale globale e notare gli altri utenti stradali. Questi ultimi, possono compensare tali difficoltà ruotando un po' di più la testa. Ma poiché gli utenti anziani, in genere, hanno una ristretta mobilità di testa e collo, avranno più difficoltà negli incroci in cui le strade si incontrano formando un angolo di ampiezza piccola. Quindi, per gli anziani in particolare è importante una corretta giunzione. Un beneficio secondario di una corretta giunzione è che mantiene l'area dell'incrocio più piccola possibile, riducendo così la possibilità di incidentalità.

Oltre al fatto che gli anziani hanno più difficoltà nella visuale completa dell'incrocio per la ridotta mobilità di testa e collo, necessitano anche di più tempo per poter reagire (tempo ridotto di percezione-reazione). Una visuale ridotta all'incrocio lascia al conducente poco tempo per avere una visione globale e perciò poco tempo per reagire. La conseguente pressione inflitta dal poco tempo causa più problemi agli anziani piuttosto che ai giovani. Perciò, una distanza di arresto ristretta ha conseguenze più ostili per gli anziani che per i giovani. Si potrebbe risolvere questo problema con un tempo più lungo di percezione-reazione quando si calcola il triangolo della visuale e la distanza di arresto, con un minimo di 2,5 secondi.

Supporto per la svolta a sinistra

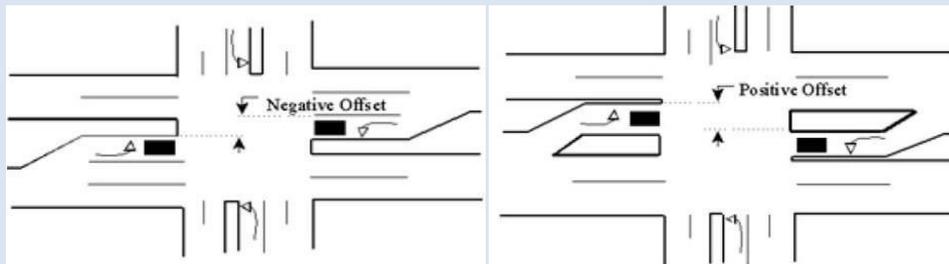
I conducenti anziani sono sovra-rappresentati negli incidenti con svolta a sinistra (vedi tipi di incidenti comuni tra gli anziani). Questi incidenti spesso accadono perché i conducenti non danno la precedenza e procedono dritti: essi valutano in modo sbagliato la velocità dei veicoli che si avvicinano, oppure semplicemente non li vedono. Queste cause sono associate alle varie limitazioni funzionali che accompagnano l'invecchiamento, come la diminuzione nella percezione della profondità e del movimento (necessaria per determinare velocità e distanza degli altri utenti) e un decadimento nell'attenzione selettiva divisa (capacità di condividere l'attenzione tra i vari compiti e di separare le informazioni importanti e non). Negli incroci con semaforo gli errori nel dare la precedenza e gli incidenti che ne conseguono si possono evitare attraverso una regolazione libera di conflitto: il traffico che può collidere non ottiene una luce verde. In tal caso, gli utenti stradali non devono decidere se sia sicuro svoltare a sinistra.

Gli incroci senza semaforo dovrebbero essere progettati in modo che gli utenti abbiano una visuale ininterrotta del traffico che devono attraversare. Tra le altre cose, questo significa che le due strade dovrebbero incontrarsi preferibilmente formando angolazioni corrette, che cespugli e palazzi non possano ostruire la vista, ma anche che gli utenti non intralcino la visuale altrui (per es. macchine ferme nella corsia sinistra opposta che aspettano di svoltare a sinistra restringendo la visuale del traffico in arrivo nelle corsie di scorrimento). Quest'ultima situazione può essere evitata da una offset positivo di corsie opposte con svolta a sinistra. Con questo offset, i veicoli che stanno gli uni di fronte agli altri non si ostruiscono la visuale a vicenda [107].

Offset positivo delle corsie con svolta a sinistra

Le corsie opposte con svolta a sinistra e il traffico che usa tali corsie possono ridurre la visuale del conducente che deve svoltare a sinistra sul traffico in arrivo nelle corsie di

scorrimento. Il livello di blocco dipende dal modo in cui le corsie con svolta a sinistra sono allineate tra loro, così come dal tipo/dimensione del veicolo nella fila opposta. La distanza visiva ristretta può essere minimizzata o eliminata con lo spostamento delle corsie con svolta a sinistra, a destra (offset positivo) cosicché i conducenti che devono svoltare a sinistra non blocchino la visuale del traffico in arrivo. La differenza tra le corsie con svolta a sinistra opposte che sono correttamente allineate (no offset) e la situazione in cui la corsia con svolta a sinistra opposta viene spostata sulla destra (offset positivo) viene illustrata sotto:



Fonte: Staplin et al., 2001

Rotatorie

Le rotatorie moderne sembrano avere tutti i requisiti per compensare le limitazioni funzionali dei conducenti anziani: le svolte a sinistra sono state eliminate, il conducente ha meno decisioni da prendere per merito delle strade a senso unico e con diritto di precedenza, velocità minori permettono di avere più tempo per decidere e agire, e la visuale sull'incrocio non è ristretta da piccole angolazioni tra le strade che si intersecano [107][22]. Perciò, le rotatorie possono essere fondamentali per risolvere i problemi che gli anziani devono affrontare in prossimità degli incroci. Tanto più che le rotatorie non solo riducono il numero di incidenti, ma come conseguenza della velocità minore, riducono anche la gravità degli incidenti. Questo sarebbe di grande beneficio soprattutto per gli anziani.

Tuttavia ci sono alcuni svantaggi. Primo fra tutti, le rotatorie sono relativamente nuove e gli anziani sono in difficoltà nel rispondere ad uno stimolo nuovo e inaspettato [107][22]. Ciò potrebbe perfino portare gli anziani ad evitarle. Simms [99] documenta come gli over 70 evitino le rotatorie (anche nel Regno Unito); sebbene non sia chiaro se le rotatorie che sono state evitate fossero a più corsie o a corsia singola. Mesken [76] fece una distinzione tra rotatorie a corsia singola e multipla quando chiese agli anziani di indicare quali situazioni reputassero difficili: mentre il 22% dei conducenti ha indicato le rotatorie pluricorsie, solo il 3% ha indicato quelle a corsia singola. Perciò gli anziani sembrano preferire le rotatorie a corsia singola. In generale, le connessioni ad una corretta angolatura sono più efficaci nel ridurre la velocità di guida e nel fornire una visuale migliore del traffico sulle rotatorie per i conducenti che devono svoltare di quanto facciano le connessioni tangenziali [9]. Quindi, specialmente con una mobilità ristretta di testa e collo, è raccomandato usare connessioni con un'angolatura corretta nelle rotatorie. Un altro elemento di design di rotatorie associato alla visuale sul traffico è la distanza tra la rotatoria e il ciclista e/o il pedone che attraversano. Un conducente che lascia la rotatoria, per avere una buona visuale su ciclisti o pedoni che attraversano con diritto di precedenza, dovrebbe trovarsi in una

giusta angolazione rispetto al loro attraversamento. Questa angolazione può essere ottenuta solamente quando l'attraversamento è situato approssimativamente alla lunghezza di una macchina dall'area di circolazione (Linderholm, 1996, citato in Brouwer, Herland & Van der Horst [9][19][20]).

5.2.2 *Cartelli e segnaletica stradale*

Con l'invecchiamento le funzioni visive diminuiscono e le persone hanno più difficoltà nel dividere l'attenzione tra, per esempio, aspetti differenti dell'ambiente stradale. Ciò rende ancora più difficoltoso individuare i cartelli e gli ostacoli e quindi capire l'imminente situazione del traffico. Gli elementi di design del traffico possono prevenire tali difficoltà fornendo una collocazione appropriata ed una leggibilità dei cartelli (per es. cartelli con i nomi delle strade), degli ostacoli ben visibili (per es. bordi dei marciapiedi, spartitraffico e salvagente), un controllo dell'incrocio riconoscibile (chi ha diritto di precedenza) e la tipologia di strada.

Cartelli con i toponimi delle strade

L'importanza della leggibilità dei cartelli con i nomi delle strade ha a che fare con il tempo e lo sforzo necessari per leggere il nome. Ci si può immaginare il tipo di danno che potrebbe risultare da un conducente distratto dal compito della guida per un periodo di tempo più lungo o da un conducente che frena improvvisamente in prossimità di un cartello con il nome di una strada [111][69]. I fattori che incidono sulla leggibilità dei cartelli sono, tra gli altri, il contrasto, la luminosità, i caratteri, l'altezza e la larghezza delle lettere, e lo spazio tra lettere e parole. Questi fattori acquisiscono ancora più importanza appena la vista di un conducente si deteriora. I conducenti anziani, a causa del deterioramento delle funzioni visive, necessitano di più contrasto, di un livello maggiore di luminosità dello sfondo e di una dimensione maggiore delle lettere, rispetto ai giovani, per ottenere lo stesso livello di comprensione. Ciò si può raggiungere aumentando i requisiti di dimensione e retro riflettività dei cartelli. Il "Older Driver Highway Design Handbook" (Manuale di design dell'autostrada per i conducenti anziani) raccomanda un minimo di 150 mm di altezza delle lettere per l'uso su cartelli siti in tutte le strade i cui limiti di velocità superano i 40 km/h. Questa altezza delle lettere potrebbe sembrare alta in confronto allo standard europeo. Le differenze tra le infrastrutture nord americane ed europee (tra cui la larghezza delle strade) potrebbero spiegare parte di tali differenze, ma resta il fatto che gli anziani trarrebbero beneficio da un'altezza delle lettere maggiore di quanto sia necessario in media per i più giovani (il MUTCD afferma che le lettere sui cartelli dovrebbero essere alte almeno 100 mm).

Poiché i conducenti anziani necessitano di più tempo per agire (svoltare in una strada) dopo aver ricevuto informazioni direzionali (per es. il nome di una strada), la collocazione dei cartelli è molto importante: gli anziani avrebbero tempo sufficiente per preparare ed eseguire le loro azioni. Sia la visibilità che la notifica in anticipo possono fornire al conducente un po' di tempo extra per agire. Quindi si raccomanda di collocare i cartelli con i nomi delle strade lungo il lato della strada e di usare cartelli di anticipazione per migliorare la visibilità degli stessi sulle strade principali e sulle giunzioni separate. Inoltre, si raccomanda di usare un rivestimento retro riflettivo per favorire l'evidenza e la

leggibilità. Quando si usano nomi di strade diversi per diverse direzioni di viaggio su un incrocio, i nomi sui cartelli dell'incrocio dovrebbero essere separati e accompagnati da frecce direzionali.

Cartelli di controllo sull'uso della corsia

Il tempo di percezione-reazione ridotto dei conducenti anziani, responsabile del tempo extra di cui essi necessitano per agire, richiede avvertimenti tempestivi di cambiamento nella configurazione della corsia. La freccia della segnaletica orizzontale che può provvedere a questo tipo di informazioni ha lo svantaggio di essere soggetta all'usura, essendo meno visibile in condizioni climatiche sfavorevoli, e può essere coperta dalle macchine in un incrocio. Perciò si raccomanda di usare i cartelli di controllo sull'uso della corsia situati in alto prima dell'incrocio come elementi integrativi della segnaletica orizzontale. I conducenti dovrebbero essere in grado di leggere questi cartelli almeno 5 secondi prima dell'incrocio (ad una velocità operativa; 50 metri a 36 km/h), senza curarsi dell'illuminazione specifica, della canalizzazione o dei trattamenti di delineazione messi in atto negli incroci [105].

Cartelli di "senso unico" e "diritto di precedenza"

Il tempo di percezione-reazione ridotto dei conducenti anziani, responsabile del tempo extra di cui essi necessitano per agire, richiede che essi siano informati sulla direzione obbligatoria di viaggio e di diritto di precedenza appena possibile. Alcune ricerche negli Stati Uniti hanno mostrato che i conducenti anziani sono sovra-rappresentati nelle manovre in senso errato [21]. Questo può essere spiegato dalla riduzione di vista periferica e attenzione selettiva (capacità di ignorare informazioni irrilevanti e discriminare informazioni rilevanti e non). Per compensare questi deficit, le informazioni più significative dovrebbero essere segnalate in maniera drastica per assicurarne la ricezione con alta priorità e per esaminare situazioni di grande complessità. Ciò può essere associato a cartelli più evidenti, realizzati attraverso la disposizione di cartelli multipli o antecedenti, così come la collocazione di cartelli all'interno del campo visivo del conducente e l'uso di cartelli più grandi e con un livello più elevato di retro riflessività. Per evitare di imboccare la strada sbagliata, queste raccomandazioni sono particolarmente importanti per i cartelli che indicano le strade a senso unico e i divieti di accesso. Tuttavia, le stesse raccomandazioni si applicano ai cartelli stradali che indicano incroci controllati con lo stop e il diritto di precedenza, poiché anche gli incidenti conseguenti al fallimento del dare precedenza sono sovra-rappresentati tra gli incidenti che coinvolgono conducenti colpevoli over 75 [3][120][22]. Inoltre, Council & Zegeer (1992, citati in Staplin, Lococo & Byington, [105]) hanno scoperto che sia i conducenti dai 65 ai 74 anni che gli over 75 sempre più frequentemente non rispettano la precedenza e gli stop rispetto al gruppo di 30-50 anni.

Segnaletica stradale e delineazione delle canalizzazioni rialzate

La segnaletica stradale aiuta il conducente a mantenere la corretta posizione nella corsia e predice il corso della strada di fronte a sé. A causa della loro ridotta sensibilità al contrasto (e del loro tempo di percezione-reazione aumentato) i conducenti anziani necessitano di un contrasto maggiore tra segnaletica orizzontale e carreggiata per essere in

grado di vedere i segni e avere ancora del tempo sufficiente per agire in base ad essi. Lo stesso vale per la delimitazione delle discontinuità, come i cordoli degli spartitraffico o dei salvagente. I risultati di varie discussioni hanno indicato che gli anziani hanno difficoltà nel vedere queste discontinuità, con la conseguente possibilità di passarci sopra [102][5][104].

Alcune ricerche negli Stati Uniti hanno mostrato che la performance del conducente-misurata con la probabilità di superare i limiti della corsia- era ottimizzata quando il contrasto di chiarezza percepito tra la segnaletica orizzontale e la carreggiata era di 2.0 [6][4]. Ciò significa che la segnaletica orizzontale dovrebbe essere almeno tre volte più chiara della carreggiata. Tuttavia, queste ricerche non si concentravano specificamente sugli anziani. Un'altra ricerca paragonava la performance del migliore 5% dei 25enni (i migliori giovani alla guida) con il peggiore 5% dei 75enni (i peggiori anziani alla guida). Considerando i requisiti del contrasto per il secondo gruppo Staplin, Lococo & Byington [105] raccomandano un livello minimo di contrasto di 3.0 tra le estremità dipinte della carreggiata e la superficie stradale per gli incroci senza illuminazione dall'alto. Per gli incroci con illuminazione dall'alto un livello minimo di contrasto pari a 2.0 è sufficiente.

5.2.3 *Semafori e illuminazione fissa*

Per quanto riguarda i semafori e le illuminazioni fisse, è importante considerare le limitazioni visive degli anziani. In particolare, si dovrebbero considerare il bisogno di livelli più elevati di luminosità e di contrasto rispetto alla loro sensibilità alla luce abbagliante.

Semafori

Poiché le piastre posteriori forniscono più contrasto tra il semaforo e il suo ambiente diretto senza aumentare il rischio di accecamento, esse costituiscono un compromesso tra l'illuminazione, il contrasto e la luce abbagliante, e sono una buona alternativa alla maggiore intensità della luce. Le piastre posteriori dovrebbero essere omesse solamente quando lo spazio disponibile è tale da far avvicinare troppo la piastra alla carreggiata. La luce può essere ulteriormente ridotta diminuendo l'intensità dei semafori durante le ore buie, tranne quando sia superfluo o sgradito a causa dell'illuminazione (fissa) dell'ambiente circostante [95].

Illuminazione fissa

L'illuminazione è più importante per gli anziani che per la media degli utenti stradali. La dimensione ridotta della pupilla e l'ingiallimento del cristallino degli anziani riduce la quantità di luce che raggiunge la retina. Una conseguenza di questa illuminazione retinica scarsa è che le fonti di luce devono avere una intensità maggiore per essere viste di notte [83]. Inoltre, un allarme tempestivo di una situazione inaspettata e cambiamenti nella configurazione stradale e nella larghezza della corsia sono utili agli anziani a causa del loro aumento del tempo di percezione-reazione e possono essere ottenuti illuminando queste zone. Perciò, ove possibile, le installazioni di illuminazione fissa sono raccomandate (a) dove il potenziale di manovre sbagliate è testato per mezzo di esperienze di incidenti o giudizio ingegneristico; (b) dove la quantità di pedoni che circola al buio o di notte è elevata; (c) dove l'allineamento della corsia di spostamento, la corsia dedicata solo alla

svolta, o una transizione di larghezza del marciapiede obbliga ad una conseguente variazione di percorso all'incrocio o in prossimità di esso [107].

5.2.4 *Uscite ed ingressi delle autostrade*

Non solo gli incroci a livello costituiscono un problema per i conducenti anziani, ma anche gli svincoli su livelli separati. Una ricerca condotta da Staplin & Lyles [103] ha mostrato che i conducenti over 75 sono sovra-rappresentati come conducenti colpevoli di provocare incidenti vicino le rampe degli svincoli. Le differenze di età negli incidenti agli svincoli e nelle violazioni possono essere comprese in termini di capacità di guida richiesta e di abilità di guida ridotte connesse all'età [105]. Confluire e superare uno svincolo richiede un alto livello di abilità del conducente nel processare le informazioni. Quest'ultimo deve elaborare una grande quantità di informazioni in un breve periodo di tempo e a velocità elevate, mantenendo o modificando la sua posizione all'interno del flusso del traffico. In queste circostanze, entrano in gioco diverse limitazioni funzionali del conducente anziano, tra cui un'elaborazione più lenta delle informazioni, una ridotta acuità visiva e vista periferica, e una diminuita flessibilità di testa e collo. Quando si confluisce in uno svincolo al buio o in condizioni di scarsa luce entrano in gioco anche la visuale notturna scarsa e la maggiore sensibilità alla luce.

Durante le discussioni di gruppo, parte di una ricerca condotta da Lerner & Ratté [65], gli anziani hanno affermato che secondo loro gli svincoli possono essere migliorati attraverso:

- L'eliminazione di sezioni di raccordo e di aree a immissione breve;
- Il miglioramento dei segnali di uscita con una grafica più idonea e più informazioni sulle uscite imminenti.

Misure specifiche che da applicare a questi e ad altri elementi di design stradale degli svincoli sono connesse a:

- Segnali di uscita
- Design di corsie di accelerazione e decelerazione
- Illuminazione fissa agli svincoli
- Prevenzione di manovre errate

Segnali di uscita

L'utilità delle informazioni direzionali è determinata dalla leggibilità e dal tempo disponibile per agire in base all'informazione. I conducenti anziani, a causa del deterioramento delle funzioni visive, necessitano di più contrasto, di un livello maggiore di illuminazione di sfondo e di lettere più grandi per raggiungere lo stesso livello di comprensione dei giovani. Ciò si può ottenere innalzando i requisiti di dimensioni delle lettere e la retro riflettività dei cartelli di direzione. Le ricerche mostrano che lo standard americano dell'altezza delle lettere maiuscole (l'indice di leggibilità) di circa 127 cm (6,2 metri per 10 mm) usato anche in Olanda non è sufficiente per il 30-40% dei conducenti dai 65 ai 74 anni, anche se in condizioni favorevoli di contrasto [113]. Basato sulla ricerca condotta da Olson [84][86], il "Manuale di Design dell'Autostrada per i Conducenti

Anziani” raccomanda di aumentare la leggibilità standard per far sì che una lettera di 10 mm sia leggibile ad un'altezza di 4 metri.

Il tempo disponibile per agire su una informazione direzionale può essere migliorato dall'uso multiplo di segnali di anticipo sulle uscite e sulla configurazione della corsia. Quello che è particolarmente importante per gli anziani è avere un tempo maggiore di percezione-reazione.

Progettazione degli elementi per corsie di accelerazione e decelerazione

L'atto di immissione richiede alte capacità visive, di elaborazione delle informazioni e fisiche, capacità che decadono con l'invecchiamento. Inoltre, l'atto di immissione deve essere effettuato in poco tempo, poiché la fine della corsia di accelerazione diminuisce la possibilità di immettersi. Le difficoltà degli anziani nell'immettersi giustificano il tempo extra a loro necessario, che nel peggiore dei casi provoca incidenti. Perciò, il provvedimento più importante per migliorare la sicurezza dell'immissione degli anziani riguarda la lunghezza della corsia di accelerazione. In una intervista ai conducenti over 65, il 49% di essi ha dichiarato che la lunghezza delle corsie di immissione è una caratteristica dell'autostrada più importante adesso di quanto non lo fosse 10 anni fa [5] [105]. Delle corsie di accelerazione più lunghe forniscono agli anziani più tempo per confluire e nello stesso momento riducono la pressione del tempo. Tuttavia, non c'è alcuna ricerca disponibile sulla lunghezza minima delle corsie di accelerazione necessaria per facilitare gli anziani, e le direttive generali sulla lunghezza delle corsie di accelerazione differiscono tra i paesi. Per esempio, le direttive olandesi prevedono una lunghezza maggiore (350 m) di quelle raccomandate nel “Manuale di Design dell'Autostrada per Conducenti Anziani” (basato sulle direttive americane; AASHTO [1]). Rimane il fatto che più lunga è la corsia di accelerazione e meglio è. Inoltre, dovrebbe essere usato un design parallelo (invece di un design conico) per ottenere delle rampe di entrata che permettano al conducente di avere una visibilità totale del traffico in scorrimento [105].

Riguardo le corsie di decelerazione è importante fornire una buona visuale sulla curva seguente. Le informazioni acquisite danno al conducente la possibilità di valutare le azioni di controllo del veicolo necessarie (frenare, sterzare). La visibilità della curva può essere migliorata dal montaggio di delineatori di curva e chevron sul margine della carreggiata [105].

Illuminazione fissa negli incroci a livelli sfalsati

L'illuminazione è più importante per gli anziani che per la media degli utenti della strada (vedi illuminazione fissa). Nelle autostrade l'illuminazione fissa dovrebbe essere posta alle uscite e alle entrate. Il “Manuale di Design dell'Autostrada per Conducenti Anziani” raccomanda una illuminazione completa agli svincoli ma, ove non sia possibile, si consiglia un sistema di illuminazione parziale formato da due alte installazioni per ciascuna rampa con un impianto posto sulla curva della rampa interna e uno sulla curva esterna, a metà strada tra le curvature di controllo. Nel caso di un sistema di illuminazione di svincoli parziale, le direttive olandesi raccomandano di illuminare ulteriormente una parte della carreggiata [2].

Come prova della necessità degli anziani di avere un'adeguata illuminazione dell'autostrada, Staplin et al. [107] si riferisce ai risultati di una indagine condotta da Knoblauch, Nitzburg e Seifert (1997): il 70% degli anziani dai 50 ai 97 anni pensano che sia necessaria più illuminazione sulle autostrade, specialmente in svincoli, zone di costruzione e caselli.

Progettazione per prevenire manovre contromano

I provvedimenti messi a punto per prevenire la causa più comune di guida in direzione errata tra gli anziani (usando le uscite come entrate) si concentrano principalmente sulla maggiore visibilità delle entrate: l'attenzione del conducente dovrebbe convergere sull'entrata. Secondo le descrizioni esistenti i segnali, la visibilità delle entrate e il mantenimento della segnaletica sono tra i più importanti provvedimenti per prevenire la guida in direzione errata.

Inoltre, è stato dimostrato che i segnali di divieto d'accesso usati in Olanda per avvertire i conducenti di non entrare nelle uscite, localizzati a cavallo tra l'uscita e l'entrata a metà dei raccordi stradali a quadrifoglio, spesso vengono visti e perciò possono sembrare destinati anche ai conducenti nelle entrate. A causa di questo falso allarme, i conducenti imparano ad ignorare i segnali, il che può ridurre la loro efficacia, o persino avere l'effetto contrario. Per questa ragione, si raccomanda di porre i segnali (o di coprirli) in modo tale che essi non possano essere visti e non sembrino riferirsi al traffico di entrata. Si raccomanda altresì di usare la segnaletica orizzontale che indichi con una freccia la direzione errata vicino al termine di tutte le rampe di uscita, accompagnata da alti segnali rossi sulla carreggiata di fronte al senso di marcia errato. Dove le rampe di entrata ed uscita adiacenti si intersecano per mezzo di un incrocio, si raccomanda l'uso di un separatore mediano, con la punta del separatore delineata con pittura riflettORIZZATA e che si estenda più vicino possibile all'incrocio senza ostruire il percorso di svolta dei veicoli. Inoltre si raccomanda di localizzare il segnale di direzione obbligatoria sulla punta mediana del separatore [24][105].

Incidenza della guida in direzione errata

Gli incidenti a causa di guida in direzione errata sono una piccola parte (1%) del numero totale di incidenti in autostrada. Ciò vale per tutti i gruppi di età ma con differenze considerevoli. I dati olandesi mostrano che la percentuale di conducenti che sbaglia direzione, tra coloro che sono coinvolti in incidenti, aumenta dall'età di 55 anni, con i conducenti over 70 con la percentuale maggiore (0,65% paragonata alla media dello 0,06%). Per quanto riguarda le manovre di direzione errata che conducono ad un incidente serio o mortale, un terzo dei conducenti sono over 70 (Blokpoel & De Niet, 2000). Staplin et al. (2001) descrivono ricerche simili condotte da Tamburri e Theobold (1965) e Lew (1971): entrambe dimostravano che sono i 70enni ad incorrere maggiormente in incidenti dovuti a direzioni errate.

Un'analisi dei verbali di polizia ufficiali degli incidenti in Olanda mostra che circa la metà delle manovre errate che sfociavano in incidenti cominciava dalle uscite (De Niet & Blokpoel, 2000). Queste manovre accadono per lo più durante le ore buie e coinvolgono i conducenti anziani (over 55). Questi ultimi volevano entrare correttamente nelle corsie di immissione delle autostrade ma svoltavano a sinistra sulle strade di uscita troppo presto. De Niet e Blokpoel (2000) hanno condotto una ricerca supplementare per scoprire quale grado di design stradale avrebbe potuto giocare un ruolo nella guida in direzione errata.

Successivamente hanno visitato i posti in cui i conducenti hanno cominciato a fare manovre errate. Si è rivelato che questi posti potrebbero aver incoraggiato la svolta anticipata prematuramente a causa di (1) una uscita evidente e una visuale scarsa dell'entrata, che conduce il conducente alla strada di uscita; (2) segnali usurati e fuori posto o mancanti che rendono difficoltoso sapere cosa sia permesso; (3) una curva della strada secondaria sull'uscita che non è stretta abbastanza per impedire una svolta prematura. La combinazione delle limitazioni funzionali legate all'invecchiamento menzionate in precedenza e delle diverse caratteristiche delle locazioni sopra descritte rendono gli anziani più vulnerabili alle difficoltà nell'entrare in autostrada. Per esempio, gli anziani hanno bisogno di un contrasto maggiore tra segnaletica orizzontale e carreggiata per poter vedere la segnaletica ed avere ancora abbastanza tempo per agire in base ad essa. Inoltre, una capacità ridotta di discriminare le informazioni importanti e non, e di ignorare le informazioni irrilevanti accresce l'importanza del rendere le entrate più evidenti delle uscite. Ciò non solo spiega la sovra-rappresentazione degli anziani tra i conducenti che sbagliano strada, ma mostra anche che i provvedimenti di prevenzione sono particolarmente importanti per la loro sicurezza.

5.3 ADAS

I Sistemi di Assistenza Avanzata per il Conducente (ADAS) possono fornire un'assistenza personale in un ambiente stradale che non sempre può considerare le possibilità e le limitazioni dei conducenti anziani. Un'analisi dei punti di forza e di debolezza degli anziani ha mostrato che il bisogno di sostegno emerge dalle difficoltà che essi hanno a:

- Giudicare se gli utenti stradali si stiano avvicinando allo stesso incrocio e a quale velocità
- Notare gli altri utenti stradali mentre confluiscono e cambiano corsie
- Notare i segnali e la segnaletica
- Reagire prontamente in situazioni di traffico complesse.

Queste difficoltà derivano dal calo delle limitazioni funzionali come la percezione motoria, la visione periferica, la flessibilità di capo e collo, l'attenzione selettiva, la velocità di elaborazione delle informazioni e di prendere decisioni. Gli ADAS, che possono compensare queste limitazioni, possono contribuire ad una riduzione del coinvolgimento in incidenti degli anziani. Essi dovrebbero avere una o più delle seguenti funzionalità [23]:

- Attirare l'attenzione sul traffico in scorrimento
- Segnalatori degli utenti della strada localizzati in un punto cieco per il conducente
- Assistere il conducente nel puntare la sua attenzione ad informazioni rilevanti e/o
- Fornire una conoscenza precedente sulla situazione del traffico futura [23]

Gli ADAS che hanno tali funzionalità potrebbero migliorare la sicurezza dei conducenti anziani. Alcuni esempi sono i sistemi di avvertimento di collisione agli incroci e i sistemi di segnaletica all'interno dei veicoli. Ci sono, tuttavia, anche ADAS che possono migliorare la mobilità dei conducenti anziani, o ridurre la gravità degli incidenti. Alcuni esempi sono i sistemi di miglioramento della visuale ed i sistemi di S.O.S.

Usare gli ADAS per migliorare la sicurezza o la mobilità del conducente implica di più che assicurarsi che il sotto-compito da essi sostenuto venga eseguito in sicurezza. Implica anche che il sostegno fornito non abbia alcun effetto negativo sugli altri elementi dell'azione di guida. Esempi di effetti collaterali sono un aumento del carico dovuto ad un design sbagliato dell'interfaccia uomo-macchina, e gli effetti dell'adattamento comportamentale.

Diverse ricerche hanno descritto gli ADAS come capaci di fornire assistenza personalizzata per i conducenti anziani [80][97][33]. Quelli che, secondo Mitchell e Suen [80], potrebbero essere in grado di fornire assistenza per le difficoltà derivanti dalle limitazioni nella percezione motoria, nella visione periferica, nell'attenzione selettiva, la velocità ridotta dell'elaborazione delle informazioni e del prendere le decisioni, sono riassunti nella tabella sotto:

Funzionalità	ADAS
Richiama l'attenzione avvicinandosi al traffico	Sistemi di allarme collisione negli incroci Cambio di corsia e sistemi di immissione
Segnali posizionati nei punti ciechi dei conducenti	Cambio di corsia e sistemi di immissione Segnalazione dei punti ciechi e di rilevamento ostacoli
Assistenza per il conducente nel dirigere la sua attenzione alle informazioni pertinenti	Sistemi di segnaletica dentro il veicolo Controllo intelligente della guida
Fornisce conoscenze preliminari sulla successiva situazione di traffico	Sistemi che forniscono informazioni sulle caratteristiche degli incroci complessi che il conducente sta per attraversare

Risulta, tuttavia, che molti di questi sistemi siano ancora in fase di sviluppo e non sia stata condotta molta ricerca sul gradimento da parte dell'utente e sugli effetti che incidono sul comportamento dell'utente stradale. Come risultato, non si può dire se questi sistemi- se disponibili- verranno usati dagli anziani e se miglioreranno la loro sicurezza [23].

5.3.1 *Gli ADAS che potrebbero accrescere la mobilità o diminuire la gravità degli infortuni*

I sistemi che potrebbero accrescere la mobilità dei conducenti anziani, o diminuire la gravità dei loro infortuni sono:

- Sistemi di potenziamento della visione notturna
- Sistemi di navigazione
- Sistemi di SOS

Questi sistemi sembrano essere utili per i conducenti che hanno difficoltà a guidare di notte o in una zona sconosciuta e per coloro che si sentono insicuri [80][35]. Quindi, questi sistemi sono particolarmente adatti per aumentare la mobilità degli anziani. I sistemi di SOS possono anche ridurre il tempo di soccorso medico, in modo da ridurre la gravità delle

lesioni. L'utilizzo degli altri due sistemi può portare anche ad una diminuzione del tasso di incidenti degli anziani, rispettivamente compensando la deteriorata acuità visiva notturna e prevenendo il comportamento di ricerca. Se questa diminuzione nel tasso di incidenti porti anche ad una riduzione nel numero di vittime dipende dalla dimensione della diminuzione del tasso di incidenti. La seconda riduzione dovrebbe essere maggiore rispetto all'aumento della mobilità dovuto all'utilizzo del sistema (vedi anche [adattamento comportamentale](#)).

5.3.2 *Gradimento dell'utente*

Diverse ricerche hanno mostrato che i conducenti anziani sono in gran parte propensi a voler usare e comprare gli ADAS che incontrano una loro necessità, come l'assistenza e i sistemi di avvertimento di collisione volti a prevenire gli incidenti agli incroci [88][115]. Inoltre, essi sono anche propensi ad accettare i sistemi che (in parte) prendono il controllo del veicolo (come velocità automatica o adattamenti di distanza) o che danno messaggi di feedback [115]. Questi risultati indicano che gli anziani accetteranno anche gli ADAS come mezzi per migliorare la loro sicurezza. Se l'introduzione di uno di questi sistemi ridurrà realmente il numero di incidenti dipenderà anche dal [design](#) di quel particolare sistema.

5.3.3 *Requisiti indispensabili per un uso sicuro degli ADAS da parte dei conducenti anziani*

Sapere quali tipi di ADAS hanno più potenzialità per migliorare la sicurezza degli anziani non è abbastanza per migliorare realmente la loro sicurezza. Oltre al fatto che l'utente dovrà accettare, comprare, usare e fidarsi del sistema; il conducente dovrebbe essere in grado di capire le informazioni che gli ADAS gli manda (attraverso un display o con un suono). Nel caso in cui nella macchina venga installato più di un ADAS, i sistemi dovrebbero lavorare insieme invece di ostacolarsi per ottenere l'attenzione del conducente e di dargli informazioni contrastanti. Il sostegno fornito dai sistemi non dovrebbe avere alcuna conseguenza negativa sulla sicurezza. Questi requisiti possono essere raggiunti osservando le direttive per l'interfaccia tra uomo e macchina, assicurandosi che gli ADAS lavorino insieme ed essendo consapevoli degli effetti dell'adattamento comportamentale.

Principi di progettazione dell'interfaccia uomo-macchina

I conducenti anziani sono più sensibili alle conseguenze di ADAS scarsamente definiti rispetto ai conducenti più giovani (Stamatiadis 1994; cited in Regan et al. [93]). Essi generalmente necessitano di più tempo per portare a termine compiti secondari mentre guidano [40]. Perciò è di importanza cruciale tenere presenti le possibilità e le limitazioni degli anziani mentre si progetta l'interfaccia tra uomo e macchina per gli ADAS [87]. Ci sono diversi report disponibili che descrivono e sintetizzano le attuali direttive (vedi Green [40] per una panoramica) [15] e hanno inoltre incluso una sezione sulle direttive per i conducenti anziani. Le direttive del design per gli anziani sono sintetizzate qui sotto, insieme alle limitazioni funzionali degli anziani:

Tabella 5 Limiti funzionali e principi rilevanti in materia (tratto da Caird et al (1998) e and Gardner-Bonneau and Gosbee (1997))

Limiti funzionali	Principi rilevanti di progettazione
Generali deficit sensoriali	Usare segnali ridondanti, come input uditivi, visivi e tattili
Acuità visiva	Aumentare la dimensione dei caratteri delle etichette testuali
Visione dei colori	Utilizzo del colore bianco su fondo nero
Scarsa visibilità crepuscolare	Utilizzare l'illuminazione supplementare per i dispositivi utilizzati in condizioni di scarsa luminosità
Sensibilità alla luce accecante	Utilizzare finiture opache per i pannelli di controllo e rivestimento antiriflesso sul display
Sensibilità acustica	Utilizzare i segnali uditivi nella gamma di 1500-2500 Hz
Percezione della profondità (prospettiva)	Nei casi in cui la percezione della profondità è importante, fornire informazioni non-fisiche, come la dimensione relativa, interposizione, la posizione lineare e il gradiente di tessitura
Attenzione selettiva	Migliorare la visibilità di stimoli critici attraverso cambiamenti della dimensione, contrasti, colore
Tempo di percezione-reazione	Dare all'utente il tempo sufficiente per rispondere a una richiesta del sistema e segnalare la necessità di fornire al conducente il tempo sufficiente per reagire alla situazione del traffico in arrivo
Destrezza e forza delle mani	Usate volanti con un diametro grande, con bassa resistenza e superficie ruvida

Mentre le direttive in questa tabella sono state tutte selezionate basandosi sulle limitazioni funzionali, si dovrebbe anche considerare che i progettisti dovrebbero avvantaggiarsi dell'esperienza che hanno gli anziani. Ciò può essere realizzato usando caratteristiche familiari comuni a loro, come icone relative al traffico o tratti distintivi in comune con altri prodotti usati dagli anziani [39].

Gli ADAS dovrebbero lavorare in cooperazione

Quando si installa più di un ADAS nel veicolo, la presenza di diversi display può provocare qualche problema. Ogni display attrae l'attenzione del conducente. I conducenti anziani sono quelli più colpiti, poiché le differenze di età diventano più evidenti appena i compiti diventano più complessi. Ciò si traduce in tempi di reazione maggiori (vedi per esempio McDowd e Craik [74]). I messaggi mandati simultaneamente da ADAS diversi

aumentano ulteriormente la pressione sul conducente. In breve, la presenza di diversi sistemi che funzionano in maniera indipendente aumenta il carico del compito di guida, portando all'effetto contrario all'obiettivo della realizzazione degli ADAS: diminuire il carico del compito di guida. Una sorta di coordinazione tra gli ADAS installati può superare le difficoltà [30]. Inoltre può anche impedire ai sistemi di mandare istruzioni conflittuali o, ancora peggio, compiere azioni conflittuali. La coordinazione tra i sistemi può essere raggiunta in vari modi. Heijer et al [53] hanno suggerito che un solo ADAS dovrebbe essere capace di sostenere il conducente in una gamma di situazioni problematiche, invece di ADAS distinti che sostengono ciascuno in maniera diversa. Un altro modo per attuare la coordinazione tra gli ADAS usa la mediazione di un sistema che decide quando e a quale sistema è permesso di passare quale tipo di informazione in quale modo. Diversi esempi di mediatori sono stati descritti nel materiale bibliografico [116][34][90][118].

Adattamento comportamentale

Il fenomeno dell'adattamento comportamentale implica che le persone adattino il loro comportamento ad alcuni miglioramenti di un sistema correndo un rischio maggiore (vedere Dragutinovic, Brookhuis, Hagenzieker, e Marchau [26] per una panoramica sugli effetti dell'adattamento comportamentale in risposta al Controllo Avanzato del Viaggio). Il termine "adattamento comportamentale" ha origine da EVANS [31], ma il fenomeno è conosciuto anche come "compensazione del rischio" e "omeostasi del rischio" [119]. Una forma di adattamento comportamentale che può presentarsi tra gli anziani è il ritiro psichico del comportamento di compensazione. Questo può essere illustrato dall'introduzione di sistemi di miglioramento della visuale. Gli anziani in genere compensano la loro acuità visiva notturna deteriorata e la sensibilità alla luce evitando di guidare di notte. Come risultato, il numero di incidenti notturni che coinvolgono gli anziani è relativamente basso [44][3][120][75]. L'introduzione su larga scala dei sistemi di miglioramento della visuale notturna permette agli anziani di guidare di nuovo di notte, ciò aumenta la loro mobilità e migliora la loro qualità di vita. Tuttavia, è da stabilire se l'uso di sistemi di miglioramento della visuale notturna fornisca una compensazione del rischio per l'acuità visiva notturna deteriorata simile rispetto alla strategia di compensazione degli anziani consistente nel non guidare di notte [15][101].

5.4 Progettazione e sicurezza del veicolo

I provvedimenti associati al veicolo mirano a migliorare l'accesso fisico alla macchina, a rendere più semplice il suo azionamento, o a migliorare la sicurezza dei passeggeri. I primi due tipi di provvedimenti si associano principalmente al design del veicolo, l'ultimo alla sicurezza.

5.4.1 Progettazione del veicolo

Il decadimento muscolo-scheletrico legato all'invecchiamento come l'osteoartrite, l'artrite reumatoide e la diminuzione della forza può influenzare la serie di movimenti degli arti, rendendo più difficoltoso entrare ed uscire dal veicolo e raggiungere i controlli di guida, o maneggiare il volante. Per facilitare l'entrata e l'uscita dal veicolo da parte degli

anziani, l'altezza del telaio della portiera, la larghezza dell'apertura dello sportello, l'altezza della soglia e della seduta dovrebbero avere le dimensioni giuste.

Tabella 6 Fonte: Institute of Consumer Ergonomics, 1985; Petzäll, 1991, cited in OECD, 2001

Parti dell'autoveicolo	Dimensioni raccomandate (cm)
Altezza sportello da terra	133-138
Estensione di apertura sportello	80-100
Altezza sedile da terra	50-60 ottimale 50
Altezza soglia	36-40
Soglia al pavimento dell'abitacolo	4-9, ottimale 6
Bordo anteriore del sedile	35-45
Angolo di apertura sportello	70, 90 quando è necessaria un'assistenza

Inoltre, le maniglie sul telaio possono aiutare durante l'entrata e l'uscita dal veicolo. L'attrezzatura utile per facilitare il funzionamento del veicolo sono il servosterzo, la trasmissione automatica e gli specchietti retrovisori planari e grandangolari per sostenere i conducenti con campo visivo o movimenti del capo ridotti [81]. Infine gli ADAS, come i sistemi di segnali all'interno del veicolo e i sistemi di potenziamento della visuale notturna, possono compensare anche le limitazioni funzionali.

5.4.2 Sicurezza del veicolo

Gli anziani sono più vulnerabili dei giovani: le loro lesioni saranno più severe dato un impatto di collisione identico (vedi [proporzione di mortalità](#)). Dato l'aumento stimato del numero di anziani, è molto importante perfezionare la resistenza alla collisione dei veicoli. Attualmente, i manichini e i modelli per le prove d'urto sono basati sulle persone con una idoneità fisica nella media. I manichini capaci di imitare gli effetti sui passeggeri anziani devono essere in grado di considerare la loro fragilità durante i test e quando si cerca di migliorare la sicurezza del veicolo [81].

Inoltre, la protezione dei passeggeri dovrebbe essere assicurata da un ulteriore sviluppo di cinture di sicurezza ed airbag, in particolare attraverso caratteristiche che ne limitino la forza. Nel loro stato attuale di sviluppo, le cinture di sicurezza sono utili per i passeggeri anziani. Tuttavia, in alcune circostanze, possono anche contribuire all'incidenza di infortuni al petto. Recenti sviluppi suggeriscono che questi svantaggi stanno per essere risolti per mezzo dell'uso di una caratteristica che ne limiti la forza, controllando la forza massima frenante esercitata dalla cintura di sicurezza a bretella. Altri progressi tecnologici particolarmente rilevanti per la protezione dei passeggeri anziani includono (Pike, 1989, citato in OECD [81]):

- Sistemi intelligenti di contenimento, capaci di adattarsi a passeggeri anziani e leggeri

- Airbag a doppia azione per minimizzare il contatto violento in incidenti moderati
- Restrizioni attive per la testa per minimizzare la lesione dei tessuti molli e il colpo di frusta
- Airbag laterali per proteggere la testa ed il petto in collisioni laterali, come negli incidenti in cui si svolta a sinistra dove gli anziani sono sovra-rappresentati.

5.5 Valutazione dell' idoneità fisica alla guida

La valutazione dell' idoneità fisica degli anziani alla guida viene effettuata sia in sede del [rinnovo della licenza di guida](#) ad una certa età, sia [quando si scopre un problema di salute](#).

5.5.1 Procedure di licenza per i conducenti anziani

Le procedure che governano l' autorizzazione alla licenza dei conducenti anziani nei paesi europei variano. Alcuni paesi richiedono un rinnovo della licenza di guida ad una certa età, altri no. I primi spesso richiedono una sorta di visita medica (vedi tabella sulle procedure di licenza). Sempre più spesso i ricercatori ritengono che i programmi di valutazione obbligatori basati sull' età rivolti ai conducenti anziani non producano benefici sulla sicurezza e possano avere risultati controproducenti. Una delle valutazioni dei programmi di prova esistenti ha paragonato le procedure di rinnovo finlandesi e svedesi [48]. La Finlandia richiede dei check-up regolari in combinazione con il rinnovo della licenza a partire dai 70 anni, mentre la Svezia non esige controlli connessi all' età. Questo paragone non mostra nessuna apparente riduzione negli incidenti come risultato del programma svedese. Tuttavia, la Finlandia aveva un tasso più elevato di mortalità tra gli utenti stradali anziani non protetti rispetto alla Svezia, probabilmente risultato di una crescita nel numero dei pedoni anziani che hanno perso la licenza di guida. Una ricerca australiana è giunta ad una conclusione simile. Sebbene lo stato di Victoria non avesse dei controlli connessi all' età, le statistiche di incidenti per i conducenti anziani non erano peggiori di quelle degli altri stati con dei programmi di controllo [112].

Data la variazione nei programmi di licenza per gli anziani nei paesi europei, è comprensibile che le prove associate all' efficacia dei controlli legati all' età siano inconcludenti. Tuttavia, un risultato è chiaro: molti conducenti (specialmente le donne) smettono di guidare spontaneamente piuttosto che sottoporsi ad una visita medica o ad un test di guida [66][47]. Alcuni smettono per ragioni di salute o per difficoltà nella guida, sebbene rimanga da stabilire se questi fattori siano gravi abbastanza da garantire la sospensione della guida [81].

Procedure di licenza in alcuni paesi europei

Le procedure che governano la licenza dei conducenti anziani nei paesi europei variano. I risultati di una inchiesta della OCSE (Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico) mostrano alcune delle differenze nei requisiti medici per il rinnovo della licenza. In aggiunta ai requisiti medici alcuni paesi richiedono anche il superamento di un test di guida.

Tabella 7 Procedure di licenza in alcuni paesi europei .Fonte: OCSE, 2001

Paese	Procedura di rinnovo	Intervallo di rinnovo	Requisiti medici per il rinnovo
Belgio	No	Nessun rinnovo richiesto	Nessuno
Danimarca	Si	A 70 anni, rilascio per 4 A 71 anni, rilascio per 3 A 72-79 anni, rilascio per 2 A + 80 anni, rilascio per 1 Se malati, termini più brevi possibili	Richiesto il certificato medico
Regno Unito	Si	Dai 70 anni rinnovo obbligatorio ogni 3 anni	Autodichiarazione sulla capacità di soddisfare lo standard di vista richiesto. Deve essere segnalata al Licensing Agency qualunque condizione precaria di salute che potrebbe influire sulla guida
Finlandia	Si	Dai 45 anni, il rinnovo dura 5 anni. Dai 70 anni il periodo di validità dipende dal medico	Dopo i 45 anni, occorre un esame medico ogni 5 anni, che valuti lo stato di salute generale e la vista. Il rinnovo richiede una visita medica e una verifica della capacità da parte di due persone.
Francia	No	Nessun rinnovo richiesto	Nessuno
Germania	No	Il rinnovo non dipende dall'età	Nessuno
Irlanda	Si	Rinnovo annuale a prescindere dall'età	A 70 anni, occorre un certificato medico di idoneità fisica
Italia	Si	Fino ai 50 anni, ogni 10 Dopo i 50 anni, ogni 5 Superati i 70 anni, ogni 3	Occorre un test medico per il rinnovo
Paesi Bassi	Si	Dopo i 70 anni, ogni 5	Dipende dalle condizioni fisiche, si può richiedere un esame più frequente in base ai risultati
Portogallo	Si	Dai 70 anni, il rinnovo avviene ogni 2 anni	L'esame medico è richiesto ogni 2 anni
Svezia	No	Nessun rinnovo richiesto	Nessuno

5.5.2 *Consulto medico*

Quando si riscontra un problema di salute, il dubbio se continuare a guidare dipende non da una diagnosi medica ma dalle conseguenze funzionali della malattia. Inoltre, una data condizione può influenzare l' idoneità fisica di un individuo in diverse maniere e a vari livelli [81][55].

Nonostante una valutazione medica raramente fornisca motivo sufficiente per un giudizio assoluto sulla capacità di guida, essa gioca un ruolo quando ci sono ragioni autentiche per mettere in dubbio le abilità funzionali degli anziani. I medici, specialmente quelli che si occupano di cura primaria, rappresentano un primo contatto importante ed una fonte di informazioni e possono dare giudizi e consigli al paziente sull' idoneità alla guida. In aggiunta alla valutazione delle condizioni specifiche e delle disabilità, i medici devono anche avvisare sugli effetti di qualsiasi farmaco prescritto sulla guida [81].

6. SICUREZZA VS MOBILITÀ E QUALITÀ DELLA VITA

Una procedura di valutazione che dà come risultato la perdita della licenza di guida quando ancora un individuo è in grado di guidare la macchina con sicurezza è sgradita per varie ragioni. Prima fra tutte, il tasso di mortalità dei ciclisti e dei pedoni anziani è di gran lunga maggiore di quello dei conducenti anziani. Di conseguenza, essi sono più al sicuro in macchina. Inoltre, gli anziani spesso hanno già smesso di andare in bicicletta, in parte per la perdita dell'equilibrio. Dire addio alla macchina spesso è un addio anche a parte della loro vita sociale. Ciò può avere conseguenze negative per il benessere dell'individuo, ma anche per la società nell'insieme (per es. i costi extra del trasporto porta a porta della comunità). E tutto questo in un contesto in cui gli anziani che ancora guidano non costituiscono un pericolo sproporzionato per gli altri utenti stradali. Essi vengono sempre più spesso feriti gravemente (uccisi o ricoverati) in collisioni con automobilisti più giovani piuttosto che essere causa di incidenti per gli utenti più giovani essendo essi stessi conducenti alla guida [81][109]. Quando una mobilità sicura come conducente non è più possibile, i mezzi di trasporto alternativi dovrebbero essere disponibili per assicurare la mobilità degli anziani. Molti paesi lo fanno. Esempi di mezzi di trasporto alternativi sono: servizi di trasporto pubblico convenzionali, itinerari di servizio degli autobus, taxi, servizi a domicilio per viaggi porta a porta. Nessuna forma di servizio fornisce la mobilità di tutte le persone in tutte le circostanze. Ci vuole una gamma di servizi che consenta al viaggiatore di scegliere ciò che più si adatta alle esigenze per un viaggio in particolare.

- L'importanza della macchina privata
- Gli effetti della sospensione della guida
- Mezzi di trasporto alternativi

6.1 L'importanza della macchina privata

Guidare la macchina è importante per le persone in generale perché fornisce una condizione sociale e una opportunità di controllo ed autonomia personale [29][108]. In zone popolate sparse, possedere una macchina è persino più importante poiché costituisce la sola possibilità per percorrere lunghe distanze a causa della mancanza del trasporto pubblico. Per gli anziani, che hanno più difficoltà a camminare (fino alla fermata dell'autobus) e ad andare in bicicletta, guidare è spesso la sola opzione per una mobilità indipendente. Diverse ricerche hanno mostrato che più del 90% dei conducenti anziani che smettono di guidare diminuisce la sua indipendenza e mobilità [92][59]. Gli stessi conducenti esprimevano disagio sulla scarsa qualità dei servizi di trasporto pubblico. Questo disagio sembrava fondarsi sulla realtà perché il 50% degli intervistati che avevano già smesso di guidare giudicava il trasporto pubblico, almeno per certi versi, inadeguato [92].

Prima che gli anziani smettano di guidare, di solito guidano meno e si limitano a viaggi locali in aree familiari e in condizioni di guida semplici. Maggiore è la disponibilità di mezzi alternativi di mobilità, più propenso è un conducente ad usarli per viaggi in cui preferirebbe non guidare, e passa più tempo prima che smetta di guidare. Ciò rende più facile restare mobile dopo aver smesso di guidare. La mancanza di mezzi di trasporto possibili e allettanti alternativi alla macchina privata, insieme a modelli di uso via terra che rendono difficile o impossibile camminare, contribuisce ai problemi vissuti dalle persone che devono smettere di guidare, specialmente nel Nord America. Tuttavia, problemi simili si manifestano sempre di più in Europa per gli anziani che vivono in periferia e località rurali. In Gran Bretagna i conducenti anziani sembrano essere più propensi a smettere di guidare se vivono in aree urbane dove le passeggiate, gli autobus e i taxi offrono alternative di mobilità reali [81]. In alcune inchieste sulle ragioni del perché guidare meno, vengono menzionate anche le capacità di andare ovunque e fare qualsiasi cosa senza una macchina. Tuttavia, i fattori più importanti per smettere di guidare sembrano essere la sicurezza, la salute e i fondi [92][59]. Gli uomini spesso smettono di guidare per la cattiva salute. Le donne tendono a smettere prima e per ragioni meno gravi, come la guida rada [47][50][59].

6.2 Gli effetti della sospensione della guida

Smettere di guidare riduce la mobilità e può produrre effetti negativi sulla qualità della vita. Le conseguenze sono state descritte come in gran parte negative (per una visione generale vedi: [52][50]). La sospensione della guida riduce il numero di attività fuori casa [71] ed è associata ad una crescente depressione [37]. Si afferma anche che abbia un impatto negativo sull'identità di un anziano, il suo sentirsi indipendente e la sua dignità [8][14][16][28][89]. Questi sentimenti negativi sono legati al dover smettere di fare qualcosa che ha occupato gran parte della loro vita adulta ed era strettamente identificata con i ruoli percepiti in famiglia e in società. Quando si smette di guidare molta gente è riluttante nel chiedere passaggi. Per mantenere la loro dignità, le persone spesso insistono per poter fornire qualche servizio reciproco (cucinare, fare i babysitter) o regali in cambio del passaggio [13][16].

6.3 Mezzi di trasporto alternativi

La disponibilità di mezzi di trasporto alternativi alla macchina è il modo più importante per mantenere la mobilità degli anziani. Tali opzioni permettono loro di viaggiare. Le opzioni di trasporto attuabili devono fornire opportunità per viaggi spontanei e flessibilità nella scelta modale per consentire agli utenti di raggiungere le destinazioni desiderate. Tali opzioni devono assicurare che la catena di viaggio completa sia appropriata alle persone anziane, considerando le loro abilità e limitazioni [81]. Cioè, dovrebbero essere accessibili e alla loro portata.

Le alternative alla macchina sono spesso fornite dai servizi di trasporto e paratransito della comunità (a domicilio). Ciò può essere utile, nonostante il fatto che spesso i servizi richiedano la prenotazione in anticipo sia uno svantaggio. Essi permettono raramente viaggi spontanei del tipo possibile in macchina o a piedi. Sedie a rotelle motorizzate, scooter e

golf carts costituiscono un'altra classe di alternative di mobilità che non richiede una licenza di guida. Questi veicoli permettono di attuare viaggi spontanei fino a circa 4 km in condizioni climatiche favorevoli [81]. Nessuna forma di trasporto fornisce mobilità per tutti in tutte le circostanze. Ci vuole una gamma di servizi che consenta al viaggiatore di scegliere quello che più si adatta alle sue esigenze per un viaggio in particolare. Questi servizi includono:

- Servizi di trasporto pubblico convenzionali, accessibili ai passeggeri sulla sedia a rotelle, se possibile.
- Itinerari di servizio di autobus con piccoli veicoli che prelevano e lasciano i passeggeri vicino l'origine e destinazione. Questo servizio è adatto in particolare alle zone la cui richiesta è scarsa (per es. le zone rurali).
- Taxi convenzionali, spesso con sussidi per l'utente per ridurre la tariffa.
- Servizi a domicilio per viaggi porta a porta per i passeggeri che necessitano di assistenza e/o che usano la sedia a rotelle che non può essere ospitata da un taxi o un bus.
- Infrastrutture accessibili ai pedoni per consentire l'accesso a tutti i servizi di trasporto e fare viaggi totalmente a piedi o con sedie a rotelle motorizzate o scooter.

7. BIBLIOGRAFIA

- 1) AASHTO (1984) A policy on geometric design of highways and streets. American Association of State Highway and Transportation Officials, Washington DC
- 2) Adviesdienst Verkeer en Vervoer (1993) Richtlijnen voor het ontwerpen van autosnelwegen (ROA). Hoofdstuk IV: knooppunten en aansluitingen. Directoraatgeneraal Rijkswaterstaat, Adviesdienst Verkeer en Vervoer, Rotterdam
- 3) Aizenberg, R. & McKenzie, D.M. (1997). Teen and senior drivers. CAL-DMV-RSS-97- 168. California Department of Motor Vehicles CAL-DMV, Sacramento, CA
- 4) Allen, R.W., O'Hanlon, J.F., & McRuer, D.T. (1977) Driver's visibility requirements for roadway delineation, Vol. I: Effects of contrast and configuration on driver performance and behaviour. FHWA-RD-77-165. Federal Highway Administration, Washington DC
- 5) Benekohal, R.F., Resende, P., Shim, E., Michaels, R.M. & Weeks, B. (1992) Highway operations problems of elderly drivers in Illinois. FHWA-IL-023. Illinois Department of Transportation, Springfield, Illinois
- 6) Blackwell, H.R. & Taylor, J.H. (1969) Survey of laboratory studies of visual detection. NATO seminar on detection, recognition, and identification of line-of-sight targets. Den Haag
- 7) Blokpoel, A. & Niet, M. de (2000) Spookrijders en frontale botsingen op autosnelwegen [Wrong-way drivers and head-on collisions on motorways; number and development of their threat to road safety, in the period up to 1998]. R-2000-16. SWOV, Leidschendam
- 8) Bonnel, W. (1999) Giving up the car: Older women's losses and experiences. Journal of Psychosocial Nursing and mental Health Services, 37, pp. 10-15
- 9) Brouwer, R.F.T., Herland, L. & Van der Horst, A.R.A. (2000) Sustainable safe design or roundabouts. TNO-report TM-00-D002. TNO Human Factors TM, Soesterberg
- 10) Brouwer, W.H. & Davidse, R.J. (2002) Oudere verkeersdeelnemers [Elderly drivers]. In: J.J.F. Schroots (Ed.), Handboek Psychologie van de Volwassen Ontwikkeling & Veroudering. Van Gorcum, Assen, pp. 505-531
- 11) Brouwer, W.H. & Ponds, R.W.H.M. (1994) Driving competence in older persons. Disability & Rehabilitation, 16(3), pp. 149-161
- 12) Brouwer, W.H., Rothengatter, J.A. & Wolffelaar, P.C. van (1988) Compensatory potential in elderly drivers. In: T. Rothengatter & R. de Bruin (red.), Road User Behaviour: Theory and Research (p. 296-301). Assen: Van Gorcum
- 13) Burkhardt, J.E. (1999) Mobility changes: Their nature, effects, and meaning for elders who reduce or cease driving. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, 1671, pp.11-18

- 14) Burkhardt, J.E., Berger, A.M. & McGavock, A.T. (1996) The mobility consequences of the reduction or cessation of driving by older women. In: Proceedings of the second national conference on women's travel issues, October 23-26, Baltimore, Maryland. U.S. Department of Transportation, Washington DC
- 15) Caird, J.K., Chugh, J.S., Wilcox, S. & Dewar, R.E. (1998) A design guideline and evaluation framework to determine the relative safety of in-vehicle intelligent transportation systems for older drivers. TP 13349E. Transport Canada, Transportation Development Centre TDC, Montreal, Quebec
- 16) Carp, F.M. (1988) Significance of mobility for the well-being of the elderly. In: Transportation in an aging society: improving mobility and safety for older persons. Volume 2: technical papers. Special Report No. 218. National Research Council NRC, Transportation Research Board TRB / National Academy Press, Washington, DC
- 17) Corso, J.F. (1971) Sensory processes and age effects in normal adults. *Journal of Gerontology*, 26, p. 90-105
- 18) CROW (1996) Aanbevelingen voor verkeersvoorzieningen binnen de bebouwde kom (ASVV). CROW-publicatie 110. CROW, Ede
- 19) CROW (1998) Eenheid in rotondes. CROW-publicatie 126. CROW, Ede
- 20) CROW (2002) Fietsoversteken op rotondes; Supplement bij publicatie 126 'Eenheid in rotondes'. CROW-publicatie 126a. CROW, Ede
- 21) Crowley, K.W. & Seguin, E.L. (1986) Wrong way traffic control at intersections. FHWA-RD-86-116. Department of Transportation, Federal Highway Administration, Washington DC
- 22) Davidse, R.J. (2000) Ouderen achter het stuur [Older drivers at the wheel]. D-2000-5. SWOV Institute for Road Safety Research, Leidschendam
- 23) Davidse, R.J. (2006) Older drivers and ADAS - Which systems improve road safety? *IATSS Research*, 30(1), pp. 6-20
- 24) De Niet, M. & Blokpoel, A. (2000) Tegen de stroom in: Beschrijvend onderzoek naar spookrijden op autosnelwegen; Achtergronden, oorzaken, aansprakelijkheden en maatregelen [Heading in the wrong direction; Descriptive research on wrong-way driving on Dutch motorways: background, causes, liability and measure]. D-2000-6. SWOV, Leidschendam
- 25) De Waard, D., Van der Hulst, M. & Brookhuis, K. A. (1999) Elderly and young drivers' reaction to an in-car enforcement and tutoring system. *Applied Ergonomics* 30(2), p. 147-158
- 26) Dragutinovic, N., Brookhuis, K.A., Hagenzieker, M.P. & Marchau, V.A.W.J. (2005) Behavioural effects of Advanced Cruise Control use – a meta-analytic approach. *European Journal of Transport and Infrastructure Research*, 5(4), pp.267-280
- 27) ECMT (2000) Transport and ageing of the population: report of the hundred and twelfth Round Table on Transport Economics held in Paris, on 19-20 November 1998. European Conference of Ministers of Transport ECMT / CEMT, Economic Research Centre, Paris

- 28) Eisenhandler, S.A. (1990) The asphalt identikit: Old age and the driver's license. *International Journal of Aging and Human Development*, 30(1), pp. 1-14
- 29) Ellaway, A., Macintyre, S., Hiscock, R. & Kearns, A. (2003) In the driving seat: psychosocial benefits from private motor vehicle transport compared to public transport. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour* 6(3), pp. 217-231
- 30) ETSC (1999) *Intelligent Transportation Systems and road safety*. European Transport Safety Council ETSC, Brussels
- 31) Evans, L. (1991) *Traffic safety and the driver*. Van Nostrand Reinhard, New York
- 32) Evans, L. (2001) Age and fatality risk from similar severity impacts. *Journal of Traffic Medicine*, 29 (1-2), 10-19
- 33) Färber, B. (2000) Neue Fahrzeugtechnologien zur Unterstützung der Mobilität Älterer. *Zeitschrift für Gerontologie und Geriatrie* 33, p. 178-185
- 34) Färber, B. & Färber, B. (2003) Auswirkungen neuer Informationstechnologien auf das Fahrerverhalten. *Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen. Mensch und Sicherheit (Heft M149)*
- 35) Fildes, B. & Charlton, J. (2005) Older drivers and possibilities for injury avoidance. *Berichte der Bundesanstalt fuer Strassenwesen. Unterreihe Fahrzeugtechnik (55)*, pp. 225-34
- 36) Flade, A., Limbourg, M. & Schlag, B. (Eds.) (2001) *Mobilität älterer Menschen*. Leske + Budrich, Opladen
- 37) Fonda, S. J., Wallace, R.B. & Herzog, A.R. (2001) Changes in driving patterns and worsening depressive symptoms among older adults. *Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences* 56(6), pp. S343-S351
- 38) Fontaine, H. (2003) Âge des conducteurs de voiture et accidents de la route – Quel risque pour les seniors? [Driver age and road traffic accidents – What is the risk for seniors?] *Recherche Transports Sécurité*, 79, pp. 107-120
- 39) Gardner-Bonneau, D. & Gosbee, J. (1997) Health care and rehabilitation. In: Fisk, A.D. and Rogers, W.A. (Eds.), *Handbook of human factors and the older adult*. Academic Press Inc., San Diego, pp.231-255
- 40) Green, P. (2001a) Variations in task performance between younger and older drivers: UMTRI research on telematics. Paper presented at the Association for the Advancement of Automotive Medicine Conference on Aging and Driving, February 19- 20, 2001, Southfield, Michigan, Southfield, Michigan
- 41) Green, P. (2001b) Synopsis of driver interface standards and guidelines for telematics as of mid-2001. Technical Report UMTRI-2001-23. University of Michigan Transportation Research Institute, Ann Arbor, MI
- 42) Groot, H.A.M. (ed.) (1999) *Impaired vision and accident risks*. Commission Internationale des Examens de Conduite Automobile CIECA, Brussels

- 43) Hakamies-Blomqvist, L. (1993) Fatal accidents of older drivers. *Accident Analysis and Prevention*, 25(1), pp. 19-27
- 44) Hakamies-Blomqvist, L. (1994a) Compensation in older drivers as reflected in their fatal accidents. *Accident Analysis and Prevention*, 26(1), pp. 107-112
- 45) Hakamies-Blomqvist, L. (1994b) Accident characteristics of older drivers: Can findings based on fatal accidents be generalized? *Journal of Traffic Medicine*, 22(1), pp. 19-25
- 46) Hakamies-Blomqvist, L. (2003) Ageing Europe : the challenges and opportunities for transport safety: the fifth European Transport Safety Lecture, Brussels, 22nd January 2003. European Transport Safety Council ETSC, Brussels
- 47) Hakamies-Blomqvist, L. & Wahlstrom, B. (1998) Why do older drivers give up driving? *Accident Analysis and Prevention*, 30(3), pp. 305-312
- 48) Hakamies-Blomqvist, L., Johansson, K. & Lundberg, C. (1996) Medical screening of older drivers as a traffic safety measure: a comparative Finnish-Swedish evaluation study. *Journal of the American Geriatrics Society*, 44(6), pp. 650-653
- 49) Hakamies-Blomqvist, L., Raitanen, T. & O'Neill, D. (2002) Driver ageing does not cause higher accident rates per km. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 5(4), pp.271-274
- 50) Hakamies-Blomqvist, L., Sirén, A. & Davidse, R.J. (2004) Older drivers – a review. VTI report 497A. Swedish National Road and Transport Research Institute VTI, Linköping
- 51) Harris, M.I., Hadden, W.C., Knowler, W.C. & Bennett, P.H. (1987) Prevalence of diabetes and impaired glucose tolerance and plasma glucose levels in the U.S. population aged 20-74 yr. *Diabetes*, 36, pp. 523-534
- 52) Harrison, A. & Ragland, D.R. (2003) Consequences of driving reduction or cessation for older adults. *Transportation Research Record* (1843), p. 96-104
- 53) Heijer, T. et al. (2001) Action for Advanced Drivers Assistance and Vehicle Control System Implementation, Standardisation, Optimum Use of the Road Network and Safety. ADVISORS Deliverable D1/2.1 v1 : Problem identification, user needs and inventory of ADAS (Advanced Driver Assistance Systems): Final report. Contract No. DGTREN GRD1 2000-10047. Commission of the European Communities, Directorate-General for Energy and Transport, Brussels
- 54) Holland, C.A. (2001) Older drivers: a review. Road safety research report No. 25. Department for Transport, Local Government and the Regions (DTLR), London
- 55) Holland, C., Handley, S. & Feetam, C. (2003) Older drivers, illness and medication. Road Safety Research Report No. 39. Department for Transport, London
- 56) Holte, H. (2005) Sind Alter und Krankheit ein Sicherheitsproblem? Vortrag auf dem Internationalen Symposium „65plus mit Auto mobil? Mobilitätsprobleme von SeniorInnen und verkehrpsychologische Lösungsansätze“ in Salzburg, 28./29. April

- 57) Holte, H. & Albrecht, M. (2004) Verkehrsteilnahme und -erleben im Strassenverkehr bei Krankheit und Medikamenteneinnahme. Berichte der Bundesanstalt für Strassenwesen, Mensch und Sicherheit, Heft M 162. Wirtschaftsverlag NW, Bremerhaven
- 58) Janke, M.K. (1991) Accidents, mileage and the exaggeration of risk. *Accident Analysis and Prevention*, 23(2/3), pp. 183-188
- 59) Jansen, E., Holte, H., Jung, C., Kahmann, V., Moritz, K., Rietz, C., Rudinger, G. & Weidemann, C. (2001) Ältere Menschen im künftigen Sicherheitssystem Strasse/Fahrzeug/Mensch. Berichte der Bundesanstalt für Strassenwesen, Mensch und Sicherheit, Heft M134. Wirtschaftsverlag NW, Bremerhaven
- 60) Kaszniak, A.W. (1986). Parkinson's Disease. In: Maddox, G. (Ed.), *The Encyclopedia of Aging*. Springer, New York
- 61) Klein, R. (1991) Age-related eye disease, visual impairment, and driving in the elderly. In: *Human Factors*, 33(5), pp. 521-525
- 62) Kline, D.W. & Scialfa, C.T. (1997) Sensory and perceptual functioning: Basic research and human factors implications. In: A.D. Fisk, & W.A. Rogers (Eds.), *Handbook of human factors and the older adult* (p. 27-54). Academic Press, San Diego
- 63) Kuhlman, K.A. (1993) Cervical range of motion in the elderly. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* (74)10, p. 1071-1079
- 64) Langford, J., Methorst, R. & Hakamies-Blomqvist, L. (2006) Older drivers do not have a high crash risk – A replication of low mileage bias. *Accident Analysis and Prevention*, 28(3), pp. 574-578
- 65) Lerner, N.D. & Ratté, D.J. (1991) Problems in freeway use as seen by older drivers. *Transportation Research Record* 1325
- 66) Levy, D.T. (1995) The relationship of age and state licence renewal policies to driving licensure rates. *Accident Analysis and Prevention*, 27(4), pp. 461-467
- 67) Lundberg, C. et al. (1997) Dementia and driving: an attempt at consensus. *Alzheimer Disease and Associated Disorders*, 11(1), pp. 28-37
- 68) Mackay, M. (1988) Crash protection for older persons. In: *Transportation in an aging society: improving mobility and safety for older persons*. Volume 2: technical papers. Special Report 218. Transportation Research Board TRB National Research Council NRC/National Academy Press Washington, DC
- 69) Malfetti, J.L. & Winter, D.J. (1987) Safe and unsafe performance of older drivers: A descriptive study. American Automobile Association, Foundation for Traffic Safety, Falls Church, VA
- 70) Marottoli, R.A., Mendes de Leon, C.F., Glass, T.A., Williams, C.S., Cooney Jr., L.M., Berkman, L.F. & Tinetti, M.E. (1997) Driving cessation and increased depressive symptoms: prospective evidence from the New Haven Established Populations for Epidemiologic Studies of the Elderly EPESE. *Journal of American Geriatric Society* 45(2), pp. 202-206

- 71) Marottoli, R.A., Mendes de Leon, C.F., Glass, T.A., Williams, C.S., Cooney Jr., L.M. & Berkman, L.F. (2000) Consequences of driving cessation: decreased out-of-home activity levels. *Journals of Gerontology Series B - Psychological Sciences and Social Sciences* 55(6), pp. S334-S340
- 72) Maycock, G. (1997) The safety of older car drivers in the European Union. European Road Safety Federation ERSF/ AA Foundation for Road Safety Research, Brussels/Basingstoke
- 73) Maycock, G. (2001) Forecasting older driver accidents and casualties. Road Safety Research Report No. 23. Department of the Environment, Transport and the Regions DETR, London
- 74) McDowd, J.M. & Craik, F.I.M. (1988) Effects of aging and task difficulty on divided attention performance. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 14(2), pp.267-280
- 75) McGwin Jr., G. & Brown, D.B. (1999) Characteristics of traffic crashes among young, middle-aged, and older drivers. *Accident Analysis and Prevention*, 31(3), pp.181-198
- 76) Mesken, J. (2002) Kennisleemten en -behoeften van oudere verkeersdeelnemers in Drenthe; Verslag van een vragenlijstonderzoek [Knowledge gaps and needs among elderly road users in Drenthe; A questionnaire study]. R-2002-18. SWOV, Leidschendam
- 77) Michon, J.A. (1971) *Psychonomie onderweg*. Wolters-Noordhoff, Groningen
- 78) Michon, J.A. (1985) A critical view of driver behavior models: What do we know, what should we do? In: Evans, L. & Schwing R.C., (Eds.). *Human behavior and traffic safety*. New York: Plenum Press, pp. 485-524
- 79) Mitchell, C.G.B. (2000) Some implications for road safety of an ageing population. *Transport trends*. Department of the Environment, Transport and the Regions, the Stationary Office, London, pp. 26-34.
- 80) Mitchell, C. G. B. & Suen, S. L. (1997) ITS impact on elderly drivers. In: *Proceedings of the 13th International Road Federation IRF World Meeting*, Toronto, Ontario, Canada, June 16 to 20, 1997, Toronto
- 81) OECD (2001). *Ageing and transport; Mobility needs and safety issues*. Organisation for Economic Co-operation and Development OECD, Paris
- 82) OECD (2004) *New transport technology for older people; Summary and Conclusions of the Symposium on Human Factors of Transport Technology for Older Persons*, held on 23-24 September 2003, Cambridge, Massachusetts. Organisation for Economic Co-operation and Development OECD, Paris
- 83) Olson, P.L. (1993) Vision and perception. In: B. Peacock & W. Karwowski (Eds.), *Automotive ergonomics* (p. 161-183). Taylor & Francis, London
- 84) Olson, P.L. & Bernstein, A. (1979) The nighttime legibility of highway signs as a function of their luminance characteristics. *Human Factors* 21, p. 145- 160

- 85) Olson, P.L. & Sivak, M. (1986) Perception-response time to unexpected roadway hazards. *Human Factors* 28 (1), p. 96-99
- 86) Olson, P.L., Sivak, M & Egan, J.C. (1983) Variables influencing the nighttime legibility of highway signs. UMTRI-83-36. University of Michigan Transportation Institute, Ann Arbor
- 87) Oxley, P.R. (1996) Elderly drivers and safety when using IT systems. *IATSS Research* 20(1), pp. 102-110
- 88) Oxley, P. R. and Mitchell, C. G. B. (1995) Final report on elderly and disabled drivers information telematics. Dedicated Road Infrastructure for Vehicle Safety in Europe DRIVE II Project V2031 Elderly and Disabled Drivers Information Telematics EDDIT, Deliverable type P. R & D Programme Telematics System in the Area of Transport (DRIVE II), Commission of the European Communities CEC, Directorate General XIII Telecommunications, Information Industries and Innovation, Brussels
- 89) Peel, N., Westermoreland, J. & Steinberg, M. (2002) Transport safety for older people: A study of their experiences, perceptions and management needs. *Injury Control and Safety Promotion*, 9, pp. 19-24
- 90) Piechulla, W., Mayser, C., Gehrke, H. & König, W. (2003) Reducing drivers' mental workload by means of an adaptive man-machine interface. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 6(4), pp. 233-248
- 91) Quimby, A.R. & Watts, G.R. (1981) Human factors and driving performance. Transport Research Laboratory Report LR 1004. TRL, Crowthorne, Berkshire, England
- 92) Rabbitt, P., Carmichael, A., Jones, S. & Holland, C. (1996) When and why older drivers give up driving. AA Foundation for Road Safety Research, Basingstoke, Hampshire
- 93) Regan, M., Oxley, J., Godley, S. & Tingvall, C. (2001) Intelligent Transport Systems: Safety and Human Factors issues. Report No. 01/01. Royal Automobile Club of Victoria (RACV) Ltd., Noble Park, Victoria
- 94) Rosenbloom, S. (2000) ECMT Report on transport ageing of the population. Note on policy issues. CEMT/CS/TPH(2000)5 95. s.n. (1997) Regeling verkeerslichten. *Staatscourant* no. 245, p. 14-15
- 95) Schaie, K.W. & Pietrucha, M. (Eds.) (2000) Mobility and transportation in the elderly. *Societal Impact on Aging Series*. Springer Publishing Company, New York
- 96) Shaheen, S.A. & Niemeier, D.A. (2001) Integrating vehicle design and human factors: minimizing elderly driving constraints. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies* 9(3), p. 155-174
- 97) Shinar, D. & Schieber, F. (1991) Visual requirements for safety and mobility of older drivers. *Human Factors* 33(5), pp. 507-519
- 98) Simms, B. (1992) Driving after a stroke. TRL Contractor Report 276

- 99) Sivak, M., Campbell, K.L., Schneider, L.W., Sprague, J.K., Streff, F.M. & Waller, P.F. (1995) The safety and mobility of older drivers: what we know and promising research issues. *UMTRI Research Review* 26(1), p. 1-21
- 100) Smiley, A. (2000) Behavioral adaptation, safety, and Intelligent Transportation Systems. *Transportation Research Record*, 1724, pp.47-51
- 101) Staplin, L., Lococo, K. & Sim, J. (1990) Traffic control design elements for accommodating drivers with diminished capacity. FHWA-RD-90-055. Federal Highway Administration, Washington DC
- 102) Staplin, L. & Lyles, R.W. (1991) Age differences in motion perception and specific traffic maneuver problems. *Transportation Research Record*, 1325
- 103) Staplin, L., Harkey, D., Lococo, K., & Tarawneh, M. (1997) Intersection geometric design and operational guidelines for older drivers and pedestrians. Volume I: Final report. FHWA-RD-96-132. Federal Highway Administration, Washington, DC
- 104) Staplin, L., Lococo, K. & Byington, S. (1998) [Older Driver Highway Design Handbook](#). FHWA-RD-97-135. Department of Transportation, Federal Highway Administration, Washington, DC
- 105) Staplin, L., Lococo, K. H., Stewart, J. & Decina, L.E. (1999) Safe mobility for older people notebook. DOT HS 808 853. National Highway Traffic Safety Administration NHTSA, US Department of Transportation, Washington
- 106) Staplin, L., Lococo, K., Byington, S. & Harkey, D.L. (2001) Highway design handbook for older drivers and pedestrians. FHWA-RD-01-103. U.S. Department of Transportation DOT, Federal Highway Administration FHWA, Turner-Fairbank Highway Research Center Research and Development RD, McLean, VA
- 107) Steg, L. (2003) Can public transport compete with the private car? *IATSS Research* 27(2), pp. 27-35
- 108) SWOV (2005) [The elderly in traffic](#). Factsheet. SWOV Institute for Road Safety Research, Leidschendam
- 109) Tacken, M. & Lamoen, E. van (2005) Transport behaviour and realised journeys and trips. In: Mollenkopf, H., Marcellini, F., Ruoppila, I., Széman, Z., & Tacken, M. (Eds.), *Enhancing mobility in later life: personal coping, environmental resources and technical support: the out-of-home mobility of older adults in urban and rural regions of five European countries*. Assistive Technology Research Series, Volume 17, IOS Press, Amsterdam
- 110) Taoka, G.T. (1991) Distribution of driver spare glance durations. *Transportation Research Record* 1318
- 111) Torpey, S.E. (1986) Licence re-testing of older drivers. Road Traffic Authority. Hawthorn, Melbourne
- 112) Transportation Research Board (1988) Transportation in an aging society. Special Report 218, Volume 1 & 2. Transportation Research Board, Washington DC

- 113) Vaa, T. (2003) Impairments, diseases, age and their relative risks of accident involvement: Results from meta-analysis. IMMORTAL Deliverable R1.1.
- 114) Viborg, N. (1999) Older and younger drivers' attitudes toward in-car ITS; A questionnaire survey. Bulletin 181. Department of Technology and Society, Lund Institute of Technology, Lund, Sweden
- 115) Vonk, T., Van Arem, B. & Hoedemaeker, M. (2002) Cooperative driving in an intelligent vehicle environment (co-drive). In: Proceedings of the 9th World Congress on Intelligent Transport Systems ITS, Chicago, Illinois, October 14-17 2002. ITS America, Washington DC
- 116) Waller, J.A. (1992) Research and other issues concerning effects of medical conditions on elderly drivers. *Human Factors*, 34(1), pp. 3-15
- 117) Wheatley, D.J. & Hurwitz, J.B. (2001) The use of a multi-modal interface to integrate in-vehicle information presentation. In: Proceedings of the first international driving symposium on human factors in driver assessment, training and vehicle design held in Aspen, Colorado, 14-17 August 2001, University of Iowa, Iowa City, pp.93-97
- 118) Wilde, G.J.S. (1982) The theory of risk homeostasis: Implications for safety and health. *Risk Analysis*, 2(4): pp. 209-225
- 119) Zhang, J., Fraser, S., Lindsay, J., Clarke, K. & Mao, Y. (1998) Age-specific patterns of factors related to fatal motor vehicle traffic crashes: focus on young and elderly people. *Public Health*, 112(5), pp.289-295.