

La diversificazione dei parametri per la verifica delle distanze di visibilità in relazione alle possibili manovre eseguibili come gli attraversamenti e le svolte

## SICUREZZA STRADALE E UTENTI ANZIANI: IMPLICAZIONI SULLE NORME DI PROGETTAZIONE DELLE INTERSEZIONI

Traffico & Mobilità

Salvatore Leonardi\*

In Italia, come in tutti i Paesi occidentali, la popolazione anziana sta rapidamente crescendo, sia in termini assoluti sia come quota percentuale sull'intera collettività; al 1° Gennaio 2006 l'indice di vecchiaia (rapporto tra la popolazione di età superiore a 65 anni e quella con meno di 15 anni) ha registrato un ulteriore incremento, passando dal 137,8 % dell'anno precedente al 140,4%. Ciò comporta, come naturale conseguenza, l'invecchiamento del "popolo" degli automobilisti con ripercussioni sul comportamento di tale categoria di utenti nelle fasi di approccio ai nodi stradali.

Appare pertanto necessario rivisitare criticamente alcuni criteri di progetto e di verifica delle intersezioni stradali, attualmente disciplinati dal D.M. 19.04.2006, alla luce delle esigenze dei guidatori anziani.

**A**i giorni nostri, in Italia, quasi un italiano su cinque raggiunge i 65 anni ed è inoltre in aumento anche il numero di quelli che la statistica definisce "i grandi vecchi", cioè gli ultraottantenni, i quali hanno superato il 5% del totale della popolazione.



Figura 2 - Una persona anziana alla guida di un autoveicolo



Figura 1 - Una persona anziana alla guida di un autoveicolo

Anche le previsioni per il futuro rivelano tale tendenza all'invecchiamento; così come si evince dalla tabella 1, infatti, se nel 2006 gli italiani con un'età compresa tra i 30 e i 44 anni sono stati pari a 13.919.619, nel 2051 l'ISTAT prevede che saranno appena 8.545.891, cioè subiranno una riduzione del 38,6%. La fascia di età dai 45 ai 65 anni passerà dai 15.604.714 del 2006 a 13.384.758 nel 2051, con una riduzione di circa il 14%. L'unica fascia che aumenterà sarà quella dai 66 anni in poi che registrerà un incremento del 58,3%.

Alla luce di quanto sopra affermato risulta giustificabile il dato del 18% riferito alla presenza media di conducenti anziani, rispetto ai guidatori totali, sulle strade europee nel 2007.

In Italia, i dati relativi al 2008, diffusi dal Ministero dei Trasporti, rivelano come i conducenti che hanno superato i 60 anni siano 6.840.059, ovvero il 19,2% del totale dei patentati pari a 35.514.454. Considerando che nel 2004 i patentati over-60 erano 258.223 in meno, si capisce come il loro numero stia progressivamente aumentando al ritmo di una percentuale annua di circa l'1%. I dati appena esposti hanno delle ripercussioni anche sul fronte della sicurezza.

Fascia d'età	Valori assoluti		Valori percentuali		Variazione (%)
	Anno 2006	Anno 2051	Anno 2006	Anno 2051	
18-29 anni	7.900.630	5.563.367	16,4	12,4	-29,5
30-44 anni	13.919.619	8.545.891	28,8	19,2	-38,6
45-65 anni	15.604.714	13.384.758	32,4	29,9	-14,2
oltre 65 anni	10.847.015	17.178.541	22,4	38,5	+58,3

Tabella 1 - Le previsioni della popolazione italiana 2001-2051 (Fonte: ISTAT)



Sulla base dell'ultimo rapporto ACI-CENSIS, il confronto tra over-65 e under-35 in materia di sicurezza stradale si risolve a favore dei primi che si rivelano maggiormente prudenti, responsabili e rispettosi del Codice della Strada, dimostrando comportamenti decisamente più saggi e virtuosi.

Per contro, il calo delle capacità percettive e cognitive e il deterioramento delle prestazioni fisiche legati all'età, fanno sì che i guidatori anziani vengano coinvolti più spesso in alcuni specifici tipi di incidente, quali le collisioni a seguito di manovre di parcheggio, gli urti laterali conseguenti ai cambi di corsia e, principalmente, le collisioni nelle aree di intersezione.

L'avanzare dell'età, dunque, è la prima causa naturale nel determinare il decadimento delle seguenti prestazioni psico-fisiche dell'uomo:

- ◆ **capacità visiva:** la riduzione di tale proprietà comporta una fatica maggiore nella visione notturna o in condizioni atmosferiche avverse, un rallentamento nella regolazione della messa a fuoco per le diverse distanze (con conseguente rischio di adottare distanze di sicurezza non corrette), una maggiore sensibilità dell'occhio all'abbagliamento e uno scadimento della percezione delle zone poste ai margini del campo visivo (accessi, bordi dei marciapiedi, eventuali ostacoli laterali);
- ◆ **facoltà uditiva:** la cosiddetta presbiacusia diviene generalmente significativa dopo i 65 anni; provoca inizialmente la riduzione della sensibilità verso i suoni alle frequenze più alte (18-20 kHz) e gradualmente interessa anche i suoni alle frequenze inferiori. L'ipoacusia per le alte frequenze rende particolarmente difficoltosa la discriminazione delle parole, specialmente in presenza di rumori di sottofondo. Occorre rammentare, in proposito, che l'art. 473 del Codice della Strada afferma che "per conseguire la patente di guida a uso privato per motoveicoli e autoveicoli delle categorie A e B, occorre percepire da ciascun orecchio la voce di conversazione con fonemi combinati a non meno di 2 m di distanza";
- ◆ **memoria:** la perdita di memoria o, più semplicemente, la difficoltà di memorizzazione, possono compromettere la facoltà di immagazzinare, manipolare e recuperare le informazioni che possono essere utili durante l'attività di guida (ad es., le indicazioni della segnaletica fissa e/o a messaggio variabile);
- ◆ **capacità motorie:** la riduzione dell'attitudine a espletare determinati movimenti (ad esempio, girare la testa o ruotare il busto), a causa di artrosi, reumatismi o altre patologie connesse all'invecchiamento del corpo umano, può ostacolare la guida (ad esempio, risulta pregiudicata l'azione di controllo "sinistra-destra-sinistra", da svolgere con la testa e il tronco, necessaria per effettuare una manovra di immissione o di cambio corsia);
- ◆ **capacità di reazione e di coordinazione:** le persone anziane reagiscono più lentamente agli stimoli e alle sollecitazioni provenienti dall'esterno. In una situazione di pericolo, con forte stress, ciò può portare a valutazioni e a reazioni errate (come, ad esempio, il ritardo nell'azionare il pedale del freno quando la situazione di guida lo richiede o il cattivo coordinamento dei movimenti delle braccia necessario a ruotare tempestivamente lo sterzo per effettuare manovre di emergenza).

Si osservi poi che certe patologie tipiche dell'età avanzata come disturbi della circolazione, pressione alta o diabete, possono incidere negativamente sull'attività di guida; anche alcuni medicinali, specie se assunti in combinazione con altri, possono alterare la capacità di guida.

## L'approccio alle intersezioni da parte dei conducenti anziani

Le capacità psico-fisiche dei guidatori anziani si traducono, in genere, in una condotta di guida maggiormente lenta e misurata, adottata consapevolmente e, più spesso, inconsciamente nell'affrontare i punti ritenuti più critici della rete stradale. In corrispondenza dei nodi stradali, però, la suddetta strategia comportamentale non è sempre applicabile e gli anziani si vedono spesso costretti a processare velocemente informazioni di tipo diverso (segnaletica, manovre veicolari, presenza di pedoni, ecc.) e a prendere decisioni in poco tempo; in questi casi, pertanto, l'utente anziano può trovarsi costretto ad andare oltre le proprie capacità, dando origine a reazioni e comportamenti inadeguati che possono degenerare in fenomeni incidentali.

Esistono poi diverse situazioni che aggravano le difficoltà degli anziani in corrispondenza delle intersezioni stradali a raso; tra queste, occorre menzionare le seguenti:

- ◆ **angolo di inclinazione ridotto del ramo secondario dell'incrocio:** angolazioni inferiori a 70° accentuano le difficoltà di rotazione del collo e costringono il guidatore a "fidarsi" del solo specchietto retrovisore. Tale condizione, a causa della posizione inclinata del veicolo in entrata rispetto alla corrente veicolare in moto sulla strada principale, non è quella ideale per garantire la corretta visione dei veicoli in attraversamento; si incrementa così il rischio di scontro fronto-laterale (nel caso di attraversamento o di svolta a sinistra) e di tamponamento o urto laterale (nel caso di svolta a destra dal ramo secondario);
- ◆ **ridotte distanze di visibilità nell'area d'intersezione:** la presenza di ostacoli al margine della carreggiata (edifici, veicoli parcheggiati, cassonetti dei rifiuti, ecc.) pregiudica la visuale necessaria per la corretta percezione dei veicoli in moto sulla direttrice principale; se a ciò si aggiunge la ridotta capacità visiva degli utenti anziani, è facile comprendere come si possano innescare incidenti dovuti a collisioni di diverso tipo;
- ◆ **velocità del flusso veicolare di attraversamento.** I conducenti anziani dei veicoli fermi alla linea di arresto sono indotti dalle condizioni cinematiche dei veicoli appartenenti al flusso principale ad adottare certi comportamenti piuttosto che altri; nel caso di flussi continui a velocità sostenute (oltre i 40 km/h), essi tendono a sopravvalutare l'intervallo spazio-temporale necessario per potersi immettere e, conseguentemente, sono portati ad attendere a lungo prima di inserirsi all'interno del flusso principale. Ciò dà origine a due ordini di problemi: 1) gli altri utenti in coda, spazientiti per la lunga attesa, sollecitano insistentemente, tramite gli avvisatori acustici, l'utente fermo alla linea di arresto; 2) l'utente anziano tende a scoraggiarsi sempre di più con il permanere delle condizioni da lui giudicate inaccettabili per l'immissione nella corrente veicolare principale.

Tali situazioni, singolarmente o simultaneamente, possono degenerare nell'incauta immissione del veicolo condotto dall'utente anziano e nell'insorgere di uno dei possibili fenomeni incidentali.

## L'indagine sperimentale

Scopo del presente contributo è quello di studiare il comportamento degli utenti anziani in corrispondenza dei nodi regolati dal segnale di arresto, al fine di pervenire alla proposta delle raccomandazioni e delle verifiche progettuali necessarie per il miglioramento delle prestazioni di sicurezza offerte dalle intersezioni stradali.

Per il perseguimento del suddetto obiettivo, è stata svolta una campagna di indagini sperimentali presso una serie di intersezioni a ra-

so, finalizzata alla stima degli intervalli temporali di accettazione (gap) sulla corrente veicolare principale, da parte degli utenti anziani in procinto di eseguire una delle possibili manovre partendo dalla linea di arresto.

La campagna di rilevamento è stata condotta in due fasi temporali, differenziate anche dal punto di vista dell'ubicazione spaziale delle intersezioni considerate:

- ♦ fase n° 1, periodo: Giugno/Settembre 2003. Aree d'indagine: tre intersezioni ubicate nel Comune di Modica (SR);
- ♦ fase n° 2, periodo: Aprile/Ottobre 2007. Aree d'indagine: sei intersezioni ubicate nel Comune di Catania.

Le nove intersezioni regolate dal segnale di arresto, complessivamente studiate, sono quelle di seguito elencate (Figura 3):

- ♦ intersezione n° 1 (tre rami): S.S. 115 - Largo 11 Settembre (Modica);
- ♦ intersezione n° 2 (tre rami): Corso Umberto I - Corso S. Giorgio (Modica);
- ♦ intersezione n° 3 (quattro rami): Via Sacro Cuore - Via T. Nuvolari (Modica);
- ♦ intersezione n° 4 (quattro rami): Via Messina - Via Asiago (Catania);
- ♦ intersezione n° 5 (quattro rami): Via Napoli - Via V.E. Orlando (Catania);
- ♦ intersezione n° 6 (quattro rami): Via Sassari - Via V.E. Orlando (Catania);
- ♦ intersezione n° 7 (quattro rami): Via O. Scammacca - Viale R. Sanzio (Catania);
- ♦ intersezione n° 8 (tre rami): Via N. Coviello - Via V. Giuffrida (Catania);
- ♦ intersezione n° 9 (tre rami): Via Fontanelle - Via Duca degli Abruzzi (Catania).

Il campione dei test-driver impiegato per l'indagine sperimentale era così costituito:

- ♦ 15 utenti durante la fase n° 1 (2003);
- ♦ 22 utenti durante la fase n° 2 (2007).

Dei 37 utenti complessivi (23 uomini e 14 donne), 21 erano di età compresa tra i 60 e i 70 anni, 16 di età superiore a 70 anni (il più anziano aveva 85 anni).

Tutti i test-driver erano inoltre in possesso dei seguenti requisiti, reputati necessari per la composizione di un campione di utenti sufficientemente attendibile e idoneo allo scopo dell'indagine:

- ♦ non presentavano particolari patologie;
- ♦ esperienza di guida ultra-quarantennale;
- ♦ utilizzo abituale della propria vettura;
- ♦ nessun incidente grave causato durante la "carriera" di guidatore;
- ♦ condotta di guida pressoché irreprensibile (eccetto qualche infrazione di poco conto);
- ♦ livello socio-culturale medio-alto.

Ognuno dei test-driver ha eseguito dieci volte ciascuna delle manovre (attraversamento, svolte a destra e a sinistra) possibili negli incroci selezionati. Al fine di non provocare eccessivo affaticamento nei vari test-driver, a ognuno di essi è stato richiesto di ripetere le manovre con una cadenza massima di due volte al giorno.

Il rilievo è stato svolto mediante riprese filmate eseguite a mezzo di videocamere. Si è impiegata una sola videocamera nei casi in cui è stato possibile posizionarsi sui balconi degli edifici antistanti l'area d'intersezione. Si sono invece eseguite riprese contemporanee da due angoli di visuale, con due videocamere opportunamente occultate alla vista dei conducenti dei veicoli, quando è risultata impedita la disposizione in quota della strumentazione di ripresa. Ognuno dei veicoli guidati dagli anziani selezionati per le operazioni di rilievo è stato reso riconoscibile tramite l'applicazione di fogli adesivi sulle portiere e sul tetto, di colore differente in funzione dell'età dei conducenti (fogli di colore giallo per i guidatori di età compresa tra 60 e 70 anni, e di colore rosso per quelli ultrasessantenni); ciò al fine di rendere agevole l'individuazione dei test-driver durante la successiva fase di analisi dei filmati. I rilievi sono sempre stati effettuati nei giorni feriali (da lunedì a venerdì), durante le ore della giornata in cui presumibilmente le condizioni di traffico sulla direttrice principale erano lontane dalla congestione, ma anche tali da non ingenerare la percorrenza a velocità elevate. Dopo aver acquisito i filmati su personal computer, con il supporto di un software di visualizzazione sono stati cronometrati gli intervalli temporali accettati dai conducenti anziani dei veicoli in attesa

sulla linea di arresto. Nella Figura 4 è illustrato il criterio di misura degli intervalli nel caso di svolta a destra; il procedimento è analogo nel caso delle manovre di attraversamento e di svolta a sinistra. Il tempo  $t_1$  di riferimento corrisponde all'istante in cui il veicolo B sulla strada principale si trova esattamente di fronte al veicolo A fermo alla linea di arresto. L'istante  $t_2$  è invece quello in cui il veicolo A si è immesso nel varco lasciato libero da due veicoli consecutivi (B e C) presenti sulla strada principale. Il tempo di accettazione (gap) è pertanto individuato dall'intervallo  $G = t_2 - t_1$ . L'analisi al computer ha anche consentito di valutare la velocità media del flusso veicolare sulla strada princi-



Figura 3 - Le nove intersezioni oggetto dell'indagine sperimentale

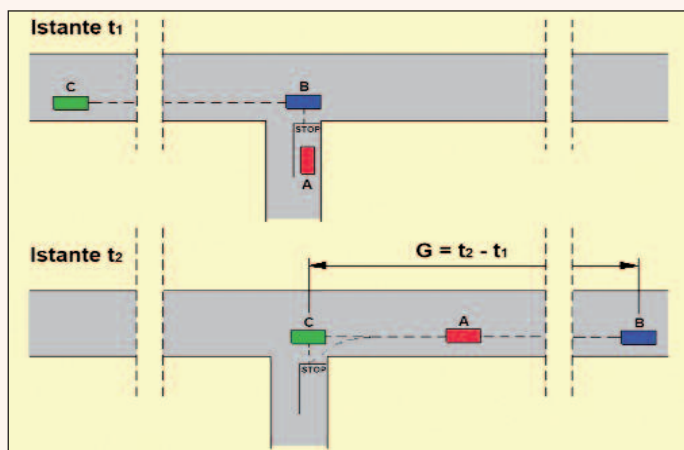


Figura 4 - Il criterio di misura degli intervalli critici (svolta a destra)

pale, in tutte le situazioni in cui il veicolo fermo alla linea di arresto era proprio uno dei test-driver. Tali velocità hanno rappresentato i parametri discriminanti per la selezione degli intervalli di accettazione: si è infatti adottato il criterio di considerare validi i soli valori dei gap corrispondenti ai valori di velocità della corrente veicolare principale compresi tra 30 km/h e 40 km/h. Sono stati così esclusi i valori degli intervalli di accettazione associati alle tre seguenti situazioni:

- ♦ deflusso veicolare sulla strada principale scorrevole e caratterizzato da velocità media inferiore a 30 km/h. In tal caso, infatti, l'intervallo spazio-temporale tra un veicolo e l'altro risultava spesso talmente ampio che il test-driver eseguiva la manovra di svolta o di attraversamento senza selezionare di fatto alcun gap tra i veicoli della corrente di traffico principale;
- ♦ flusso veicolare congestionato lungo la direttrice principale (velocità media abbondantemente inferiore a 30 km/h). Questa situazione dava luogo in genere a tempi di attesa medio/lunghi da parte dei test-driver prima di iniziare la manovra desiderata, con intervalli di accettazione spesso molto brevi;
- ♦ flusso di traffico "veloce" sui rami principali (velocità superiore a 40 km/h) con conseguente incremento di prudenza da parte dei conducenti anziani che spesso erano portati ad attendere lungamente l'intervallo di accettazione ritenuto più adeguato (tale gap, tra l'altro, veniva sopravvalutato, assumendo talvolta valori inopinatamente elevati).

Intersezione	Gap accettati nelle manovre di svolta a destra		Gap accettati nelle manovre di svolta a sinistra		Gap accettati nelle manovre di attraversamento	
	Utenti di età tra 60 e 70 anni	Utenti di età superiore a 70 anni	Utenti di età tra 60 e 70 anni	Utenti di età superiore a 70 anni	Utenti di età tra 60 e 70 anni	Utenti di età superiore a 70 anni
N° 1	35	21	40	33	0	0
N° 2	46	30	46	37	0	0
N° 3	123	82	95	78	119	92
N° 4	56	43	61	50	150	116
N° 5	72	62	0	0	81	59
N° 6	65	46	56	38	57	43
N° 7	57	49	67	51	72	58
N° 8	51	44	0	0	0	0
N° 9	0	0	49	42	0	0
Totali per classi di età	505	377	414	329	479	368
Totali per manovra	882		743		847	
Gap totali	2.472					

Tabella 2 - Il numero di intervalli di accettazione selezionati a seguito del rilievo

Al termine delle operazioni di misurazione e di filtraggio dei gap utili, si sono ottenuti 2.472 intervalli di accettazione differenziati in relazione alle due classi di età di riferimento (Tabella 2).

Alle fasi di acquisizione e di selezione dei dati sono seguite quelle relative al trattamento e all'interpretazione degli stessi. In primo luogo, è stata eseguita un'analisi di tipo statistico che ha previsto la valutazione, per ogni intersezione esaminata e per ogni manovra, delle frequenze dei gap ottenuti e delle frequenze cumulate. In particolare, indicando con  $n_i$  il numero di ripetizioni dello stesso  $i$ -esimo intervallo temporale e con  $n$  il numero totale di misure effettuate, la frequenza relativa dell' $i$ -esimo intervallo è data dal rapporto  $n_i/n$ , mentre la frequenza cumulata ( $F_i$ ) della stessa  $i$ -esima misurazione è fornita dalla seguente relazione:

$$F_i = \sum_{j=1}^i f_j = \sum_{j=1}^i \frac{n_j}{n} \quad (1)$$

Il passo successivo è consistito nella ricerca della curva di distribuzione di probabilità che meglio approssimasse la curva delle frequenze cumulate. Nel caso specifico, si è ritenuto adeguato l'impiego della regressione logistica, che è il modello statistico rappresentativo della probabilità che si verifichi un dato evento (come l'accettazione di un intervallo) avente la seguente espressione analitica:

$$\ln\left(\frac{p}{1-p}\right) = a + b \cdot G \quad (2)$$

dove:

$p$  = probabilità che un intervallo temporale di lunghezza  $G$  venga accettato;

$G$  = intervallo temporale di accettazione (sec);

$a, b$  = coefficienti di regressione.

Per ciascuna intersezione, dunque, sono state determinate le curve di distribuzione di probabilità, valutando di volta in volta i coefficienti di regressione  $a$  e  $b$  per ogni tipologia di manovra.

Successivamente è stato calcolato l'intervallo critico, definito come il gap temporale accettato dal 50% degli utenti ( $G_{50}$ ), ottenuto tramite la (2) inserendo  $p = 0,50$  e risolvendo secondo  $G$ .

Poiché l'analisi dei diversi valori degli intervalli critici ha evidenziato, per ambedue le classi di età considerate, un'elevata omogeneità nei dati relativi a ciascuna tipologia di manovra, si è pensato di raggruppare,

per ognuna delle possibili manovre, tutte le misure osservate nelle intersezioni oggetto di indagine, distinguendole in funzione delle due classi d'età dei test-driver. Si sono così tracciate le curve delle frequenze cumulate relative a tutte le manovre globalmente associate alle nove intersezioni studiate, nonché le curve di distribuzione della probabilità ottenute tramite la regressione logistica (Figure 5A, 5B, 5C, 5D, 5E e 5F).

I valori degli intervalli critici di accettazione ( $G_{50}$ ), ottenuti dall'elaborazione dei dati sperimentali, sono riassunti nella Tabella 3. Si può notare come gli intervalli di accettazione da par-

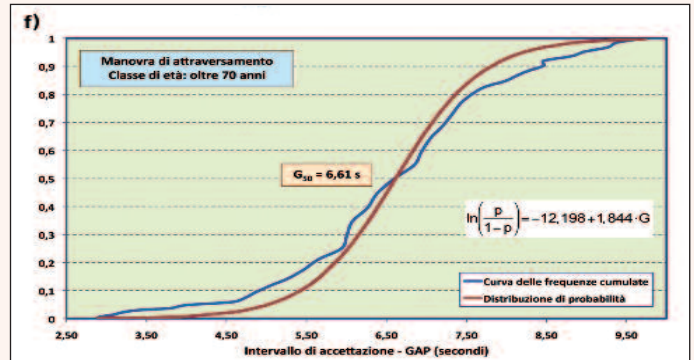
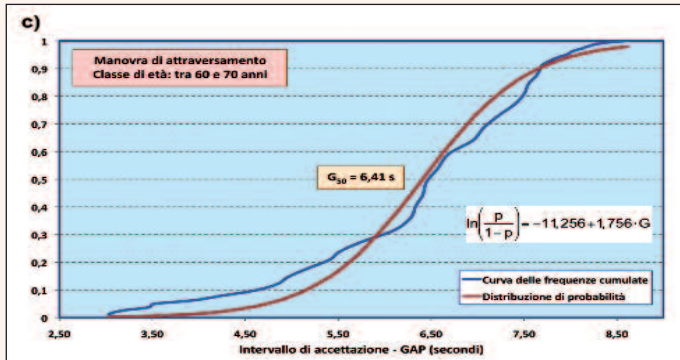
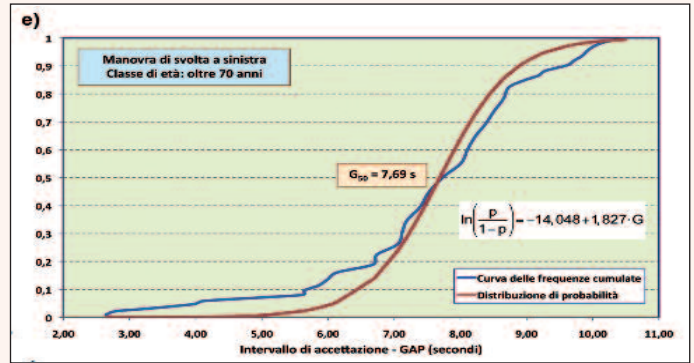
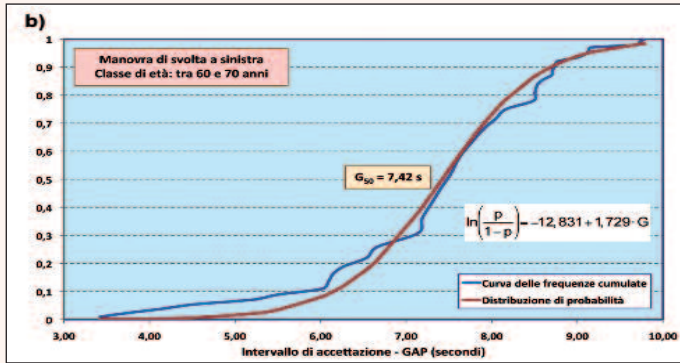
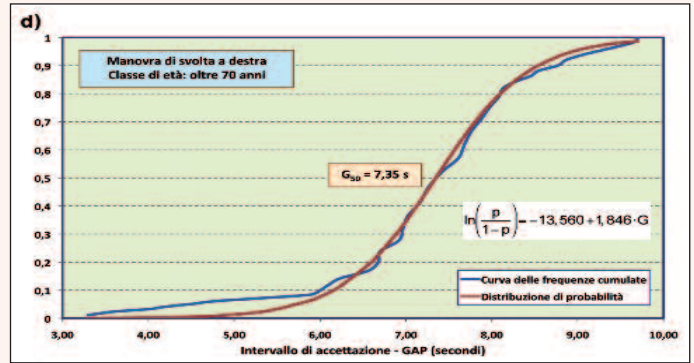
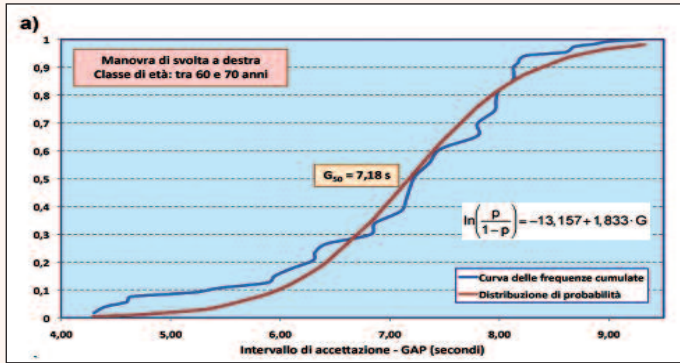


Figure 5A, 5B, 5C, 5D, 5E e 5F - L'analisi statistica degli intervalli di accettazione

Tipologia di manovra	G <sub>50</sub> (utenti di età tra 60 e 70 anni)	G <sub>50</sub> (utenti di età superiore a 70 anni)
Svolta a destra	7,18 secondi	7,35 secondi
Svolta a sinistra	7,42 secondi	7,69 secondi
Attraversamento	6,41 secondi	6,61 secondi

Tabella 3 - I valori degli intervalli critici ottenuti dall'indagine sperimentale

te dei conducenti ultrasessantenni siano sempre maggiori (mediamente di circa 0,2 secondi) di quelli relativi agli utenti della fascia d'età fino a 70 anni. Lo scarto maggiore (0,27 secondi), come prevedibile, si riscontra per la manovra di svolta a sinistra, cioè quella che sollecita maggiormente le prestazioni psico-fisiche dei conducenti.

### Le verifiche di visibilità alle intersezioni stradali

Secondo la Normativa italiana (D.M. 19.04.2006), la visibilità nelle intersezioni regolate dal segnale di arresto viene garantita allorché sono libere da ostacoli le aree delimitate dai triangoli di visibilità ottenuti ipotizzando che il guidatore del veicolo sulla strada secondaria, posto alla distanza di 3 m dalla linea di arresto, possa vedere i veicoli sulla strada principale, per un tratto di lunghezza D<sub>s</sub>, valutabile (in metri) (Figura 6) con la seguente espressione (3):

$$D_s = \frac{V}{3,6} \cdot t \quad (3)$$

dove:

V = velocità di riferimento del ramo confluyente all'incrocio (km/h), pari alla velocità di progetto determinata dai diagrammi di velocità, oppure, in presenza di limiti imposti di velocità, al valore prescritto dalla segnaletica; t = tempo di manovra (s); si pone pari a 6 secondi (somma del tempo di percezione e reazione e del tempo necessario a disimpegnare l'intersezione). Questo valore deve essere incrementato di un secondo per ogni punto percentuale di pendenza longitudinale del ramo secondario superiore al 2%. In alternativa all'approccio della Normativa italiana, basato sull'intervallo temporale complessivamente necessario per "selezionare" il comportamento da adottare, reagire di conseguenza e sgomberare l'area d'incrocio, è ragionevole considerare un criterio maggiormente legato alle reali caratteristiche psico-fisiche degli utenti in approccio dai rami secondari; questa modalità di calcolo alternativa, consigliata anche dal Green Book dell'AASHTO (2004), dall'Highway Capacity Manual (2000) e dal Report 383 dell'NCHRP (1996), prevede che il lato lungo dei triangoli di visibilità venga valutato come la distanza percorsa da un veicolo alla velocità operativa della strada principale in un tempo equivalente all'intervallo critico di accettazione da parte dei conducenti dei veicoli in

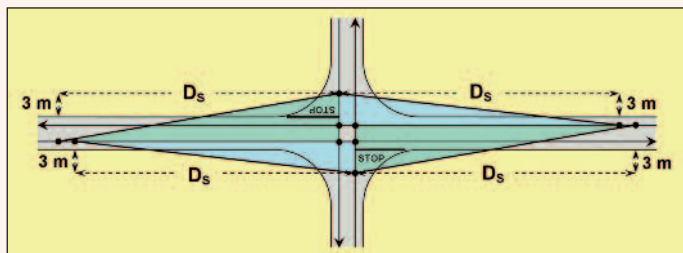


Figura 6 - I triangoli di visibilità in un'intersezione regolata dal segnale di arresto

attesa sulla linea di fermata della strada secondaria. In base a tale approccio, la distanza  $D_s$  può essere stimata con la relazione seguente:

$$D_s = \frac{V}{3,6} \cdot G_{50} \quad (4)$$

dove  $V$  ha lo stesso significato dell'analogo termine riportato nella [3] e  $G_{50}$  è l'intervallo critico.

Nella Tabella 4 sono riportati i valori della distanza  $D_s$  calcolati sia in base alla Normativa italiana, sia con il metodo dell'intervallo critico (i valori di  $G_{50}$  sono quelli della Tabella 3).

Appare evidente che, per il soddisfacimento dei requisiti di sicurezza di entrambe le classi di utenti anziani, occorre incrementare delle seguenti percentuali i valori di  $D_s$  proposti dalle Norme italiane:

- ◆ 7-10% per la verifica di visibilità associata alla manovra di attraversamento;

Velocità (km/h)	$D_s$ Norme italiane	$D_s$ (Svolta a destra)		$D_s$ (Svolta a sinistra)		$D_s$ (Attraversamento)	
		Guidatori tra 60 e 70 anni	Guidatori oltre 70 anni	Guidatori tra 60 e 70 anni	Guidatori oltre 70 anni	Guidatori tra 60 e 70 anni	Guidatori oltre 70 anni
20	33 m	40 m	41 m	41 m	43 m	36 m	37 m
30	50 m	60 m	61 m	62 m	64 m	53 m	55 m
40	67 m	80 m	82 m	82 m	85 m	71 m	73 m
50	83 m	100 m	102 m	103 m	107 m	89 m	92 m
60	100 m	120 m	123 m	124 m	128 m	107 m	110 m
70	117 m	140 m	143 m	144 m	150 m	125 m	129 m
80	133 m	160 m	163 m	165 m	171 m	142 m	147 m
90	150 m	180 m	184 m	186 m	192 m	160 m	165 m
100	167 m	199 m	204 m	206 m	214 m	178 m	184 m

Tabella 4 - Il confronto tra i diversi valori delle distanze di visibilità

- ◆ 20-22% per la verifica di visibilità associata alla manovra di svolta a destra;
- ◆ 24-28% per la verifica di visibilità associata alla manovra di svolta a sinistra.

Le considerazioni svolte fino a questo punto, avvalorate dalle percentuali appena esposte, rendono conto di come la richiesta di visibilità agli incroci sia in ogni caso differente in funzione del tipo di manovra (attraversamento, svolta a destra, svolta a sinistra). Di ciò non tiene conto la Normativa italiana, la quale propone un unico valore di  $D_s$  per il tracciamento dei triangoli di visibilità associati alle tre manovre di un incrocio. Viceversa, le Norme tecniche precedentemente citate (HCM, Green Book, Report 383) forniscono valori dell'intervallo critico differenziati in funzione del tipo di manovra (Tabella 5).

Dall'analisi della Tabella 5, inoltre, si può notare come i risultati dell'indagine sperimentale illustrata nel presente contributo siano coerenti con i valori del gap proposti dalle suddette norme straniere (è particolarmente evidente l'analogia con i valori forniti dal Report 383 dell'NCHRP).

Norme tecniche internazionali	Valori dell'intervallo critico		
	Svolta a destra	Svolta a sinistra	Attraversamento
HCM	6,2 secondi	7,1 secondi	6,5 secondi
Report 383	7,5 secondi	7,5 secondi	6,5 secondi
Green Book	6,5 secondi	7,5 secondi	6,5 secondi

Tabella 5 - I valori dell'intervallo critico in base alle Norme tecniche internazionali

## Conclusioni

Con il presente contributo, l'Autore ha voluto esaminare in dettaglio le problematiche legate alle prestazioni comportamentali dei guidatori anziani derivanti dalle ridotte attitudini psico-fisiche tipiche dell'età avanzata. A seguito dell'indagine sperimentale, mirata alla stima degli intervalli di accettazione agli incroci regolati dal segnale di arresto da parte di un campione di test-driver suddiviso in due fasce d'età, è emersa la necessità di diversificare i parametri per la verifica delle distanze di visibilità in relazione alle possibili manovre eseguibili (attraversamento e svolte). Ciò è in linea con le principali normative internazionali. Anche i valori del gap ricavati sperimentalmente, inoltre, non sono significativamente differenti da quelli riscontrabili nelle documentazioni tecniche analizzate (HCM, Report 383, Green Book). Per contro, la Normativa italiana, oltre a non considerare le diverse difficoltà operative associate alle manovre alle intersezioni, utilizza un approccio per le verifiche di visibilità che, a giudizio dello scrivente, risulta alquanto slegato dall'effettivo modus operandi degli utenti (anziani compresi). E' pertanto auspicabile, nel contesto dell'indispensabile attività di revisione delle norme tecniche nel settore stradale, porre particolare attenzione a quei parametri progettuali direttamente e indirettamente connessi a variabili dipendenti dal fattore umano. In tale ottica, non si potrà prescindere dal mettere in conto le esigenze di una categoria di utenti, quale è quella costituita dagli anziani, destinata a divenire sempre più presente in Italia così come nel resto d'Europa e del mondo.

\* *Ricercatore e Docente di Infrastrutture Viarie Urbane e Metropolitane presso il Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale della Università degli Studi di Catania*

## BIBLIOGRAFIA

- [1]. S. Canale, N. Distefano, S. Leonardi - "Progettare la sicurezza stradale. Criteri e verifiche di sicurezza per la progettazione e l'adeguamento degli elementi delle infrastrutture viarie: intersezioni, tronchi, sovrastrutture, gallerie, opere idrauliche, barriere di sicurezza, illuminazione, segnaletica ed interventi di traffic calming", EPC Libri, Maggio 2009.
- [2]. S. Canale, N. Distefano, S. Leonardi, G. Pappalardo - "Progettare le intersezioni. Tecniche per la progettazione e la verifica delle intersezioni stradali in ambito urbano ed extraurbano secondo il D.M. 19.04.2006", EPC Libri, Ottobre 2006.
- [3]. S. Canale, S. Leonardi, G. Pappalardo - "Safety in rural intersections: experimental research for the evaluation of sight distance for stop-controlled intersection", Atti del II Convegno Internazionale SIV (New technologies and modeling tools for roads. Applications to design and management), Firenze, 27/29 Ottobre 2004.
- [4]. D.M. 19.04.2006, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali", G.U. 170 del 24.07.2006.
- [5]. F.H.W.A - "Guidelines and recommendations to accommodate older drivers and pedestrians", Publication n. FHWA-RD-01-051, May 2001.
- [6]. A.A.S.H.T.O - "A policy on geometric design of highway and street 2001 (Green Book)", Fifth Edition. Ed. Copyright, 2004.
- [7]. AA.VV. "Highway Capacity Manual (HCM)", Ed. Transportation Research Board, 2000.
- [8]. N.C.H.R.P. "Report 383: Intersection sight distance", National Academy Press, Washington, 1996.