



# Le prestazioni di sicurezza della segnaletica stradale

*IL RUOLO DEI DISPOSITIVI SEGNALETICI, ORIZZONTALI E VERTICALI, INFLUENZANO LE SCELTE DI GUIDA E, IN GENERALE, IL COMPORTAMENTO COMPLESSIVO DELLE DIVERSE CATEGORIE DI UTENTI DELLA STRADA*

*- PRIMA PARTE -*

Natalia Distefano\*

Salvatore Leonardi\*\*

**T**ra le questioni attinenti alla sicurezza stradale, si continua spesso a dibattere in merito al ruolo svolto dai dispositivi segnaletici, sia orizzontali che verticali, nell'influenzare le scelte di guida e, in generale, il comportamento complessivo delle diverse categorie di utenti della strada.

In tale contesto, pertanto, diventa importante valutare sia le caratteristiche funzionali della segnaletica stradale (collocazione, dimensioni e forme dei segnali, colori delle scritte e dei pittogrammi, spessori delle strisce tracciate sulla pavimentazione, distanze di visualizzazione, ecc.), sia l'idoneità del piano segnaletico nella sua completezza. Tali valutazioni possono essere svolte, a livello tecnico, mediante lo strumento dell'analisi di sicurezza, che ha propriamente il compito di stimare le prestazioni in termini di sicurezza delle infrastrutture stradali.

Le analisi di sicurezza vengono istituzionalmente affidate a gruppi di esperti con competenze multidisciplinari (progettazione stradale, pianificazione del traffico, segnaletica, dispositivi di sicurezza, protezione delle utenze deboli, fattori umani, ecc.)



2. Gruppo segnaletico urbano con presenza di informazioni inutilmente sovrabbondanti



1. Un esempio di eccesso di informazioni provenienti dalla segnaletica verticale in un'area di svincolo

che, avvalendosi di apposite liste di controllo, devono individuare le criticità presenti nei tracciati stradali e le loro possibili implicazioni sulla generazione di fenomeni incidentali. Il risultato del processo di analisi di sicurezza espresso da tecnici esperti è indispensabile per stimare criticamente il livello di sicurezza di un tracciato; tuttavia è importante comprendere se le criticità individuate dal gruppo di analisi trovino effettivo riscontro in comportamenti potenzialmente pericolosi da parte degli utenti. A tale scopo, si ritiene necessario valutare la condotta di guida di utenti "comuni" al cospetto di diversi scenari segnaletici, sia semplici - nei quali cioè l'influenza sulla condotta di guida è dovuta a un singolo segnale - che complessi - quando cioè sono presenti più segnali stradali oppure il carico di informazioni sul conducente deriva dall'interazione tra segnaletica orizzontale e verticale. In tale ottica, il presente gruppo di ricerca si è posto come obiettivo finale quello di verificare il livello di correlazione esistente tra le



prestazioni di sicurezza della segnaletica presente in un determinato itinerario valutate mediante la procedura dell'analisi di sicurezza canonicamente eseguita da tecnici esperti con il supporto di apposite liste di controllo, e il reale comportamento di guida di conducenti "comuni" dedotto da osservazioni in situ. Le fasi dell'attività di ricerca condotta dagli Scriventi verranno descritte in due contributi successivi: in questa prima parte verrà esposto l'approccio metodologico impiegato per acquisire gli input derivanti dall'analisi della condotta di guida degli utenti, mentre nella seconda parte verranno presentati gli output dell'indagine sperimentale e i livelli di correlazione dedotti.

L'indagine sperimentale descritta nel presente contributo è stata organizzata mediante lo svolgimento di molteplici prove di guida su un tracciato giudicato interessante dal punto di vista degli elementi segnaletici in esso presenti e preventivamente assoggettato alla procedura di analisi di sicurezza effettuata con le tecniche tipiche della "Road Safety Inspection". Al fine di rendere quanto più attendibili i risultati dello studio, i test driver sono stati selezionati tra utenti con una certa esperienza di guida ma certamente non esperti di sicurezza stradale.

### L'analisi di sicurezza sulla segnaletica dell'itinerario oggetto di studio

L'itinerario oggetto d'indagine è un percorso extraurbano che, ai fini della caratterizzazione prestazionale della segnaletica stradale, è stato suddiviso in sei tronchi e quattro nodi (Figure 3 e 4), così come di seguito indicato:

- ◆ S.S. 121 (tronchi 1 e 6);
- ◆ strada secondaria (tronchi 2, 3, 4 e 5);
- ◆ svincolo (intersezione 1);
- ◆ incroci a T (intersezioni 2 e 4);
- ◆ rotonda (intersezione 3).

La scelta del percorso è stata effettuata in modo da definire un "campo-prove" caratterizzato da elementi (tronchi e nodi) dotati di realizzazioni segnaletiche sia ottimali che scadenti. Per l'espletamento della procedura di analisi di sicurezza dello stato della segnaletica sono state utilizzate apposite liste di controllo realizzate dagli scriventi nell'ambito di precedenti studi di settore.



3. Tronchi e nodi dell'itinerario stradale di studio (Direttrice principale: S.S. 121)

Tali check list mettono in conto tutti i requisiti funzionali utili a caratterizzare l'efficacia della segnaletica orizzontale, verticale e complementare.

Il gruppo d'analisi, costituito dagli autori del presente contributo, ha così effettuato la "Road Safety Inspection" di ogni elemento del tracciato in esame formulando, al termine della stessa, i giudizi indicati nella Figura 5.

L'esito dell'analisi di sicurezza rivela come la segnaletica, sia orizzontale che verticale, dei tronchi della direttrice principale (tronchi 1 e 6) presenti caratteristiche prestazionali soddisfacenti, sia dal punto di vista delle modalità di installazione e della coerenza complessiva del piano di segnalamento, che da quello delle condizioni fisiche dei singoli segnali.

Risultati diametralmente opposti si riscontrano invece nei tronchi della strada secondaria (tronchi da 2 a 5), dove sia la segnaletica orizzontale che quella verticale presentano deficienze di vario tipo: sussistenza di segnaletica antecedente non rimossa, caratteristiche di retroriflessione non adeguate, limiti di velocità non coerenti con la geometria del tracciato, ecc..

Riguardo alle quattro intersezioni oggetto di analisi, si manifestano complessivamente aspetti di inadeguatezza riconducibili



4. Tronchi e nodi dell'itinerario stradale di studio (direttrice secondaria)



Lista di controllo per la segnaletica		Tronchi						Intersezioni				
		1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	
<b>Segnaletica orizzontale</b>												
1	La segnaletica orizzontale costituisce una guida ottica idonea e sicura per gli utenti?	Si	No	No	No	No	Si	No	No	No	No	No
2	La segnaletica orizzontale suddivide opportunamente le zone della piattaforma stradale?	Si	No	No	No	No	Si	No	No	No	No	No
3	La segnaletica orizzontale è chiaramente visibile di giorno, di notte e in condizioni atmosferiche avverse?	Si	No	No	No	No	Si	No	No	No	No	No
4	Le caratteristiche di retroriflessione sono adeguate e costanti lungo tutto il tracciato?	Si	No	No	No	No	Si	No	No	No	No	No
5	La segnaletica orizzontale è coerente lungo il tracciato?	Si	No	No	No	No	Si	No	No	No	No	No
6	E' presente vecchia segnaletica non più coerente con il tracciato?	No	No	Si	No	No	No	No	No	No	No	Si
7	Sono presenti assottigliamenti dello spessore della segnaletica orizzontale tali da rendere visibile la pavimentazione?	No	Si	Si	Si	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si
8	Si rileva l'asportazione totale o parziale della segnaletica dalla superficie stradale?	No	Si	Si	Si	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si
9	Il valore del Coefficiente di luminanza del prodotto segnaletico asciutto è tale da garantire un'opportuna visibilità in condizioni di illuminazione diffusa (visibilità diurna)?	Si	No	No	No	No	Si	No	No	No	No	No
10	Il valore del Coefficiente di luminanza retroriflessa del prodotto segnaletico è tale da garantire un'opportuna visibilità in condizioni di illuminazione con i proiettori dei veicoli (visibilità notturna)?	Si	No	No	No	No	Si	No	No	No	No	No
11	La segnaletica orizzontale presenta una resistenza al derapaggio tale da garantire condizioni di marcia sicure?	Si	No	No	No	No	Si	No	No	No	No	No
12	E' garantito un rapporto di contrasto opportuno tra il fattore di luminanza del segnale orizzontale e quello della pavimentazione?	Si	No	No	No	No	Si	No	No	No	No	No
13	La segnaletica orizzontale è disomogenea lungo il tracciato?	No	Si	Si	Si	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si
14	La striscia di mezzera è inadeguata in riferimento alla possibilità di effettuare un sorpasso?	No		Si		Si	No					
15	Le strisce di margine sono visibili?	Si	No	No	No	No	Si	No	No	No	No	No
16	Le strisce di corsia sono visibili?	Si	No	No	No	No	Si		No	No	No	No
17	Le frecce direzionali sono poste correttamente?											
18	Le frecce direzionali hanno forma e dimensioni corrette?											
19	La striscia trasversale è visibile?								No	No	No	No
20	La striscia trasversale è ubicata nella posizione corretta?								Si	No	Si	Si

## 5. Le liste di controllo e risultato delle analisi di sicurezza

li alla scarsa visibilità della segnaletica orizzontale (sia sulle rampe dello svincolo che sulle canalizzazioni delle intersezioni a raso), nonché alle non corrette informazioni dei segnali verticali (ad esempio, i cartelli di indicazione sono talvolta assenti e, in altri casi, mascherati da numerosi segnali commerciali). Nella Figura 6, sono rappresentate alcune delle anomalie che caratterizzano la segnaletica orizzontale e verticale presente lungo il tracciato oggetto di studio.

## I test di valutazione del comportamento di guida degli utenti

Per la stima dell'influenza della segnaletica stradale sulla condotta di guida dei conducenti, si è organizzata una campagna di prove di guida lungo il tracciato prescelto.

L'iter procedurale della suddetta campagna d'indagine è stato articolato nel modo seguente:

- ◆ selezione dei test driver;
- ◆ predisposizione del test di guida;
- ◆ prove su strada;
- ◆ elaborazione dei risultati dei test.



6. Esempi di criticità sussistenti nella segnaletica stradale presente lungo il tracciato in esame



Lista di controllo per la segnaletica		Tronchi						Intersezioni			
		1	2	3	4	5	6	1	2	3	4
<b>Segnaletica verticale</b>											
21	I segnali verticali sono coerenti con il contesto stradale?	Si	No	No	No	Si	Si	No	No	No	No
22	I segnali verticali danno indicazioni errate che possono creare confusione agli utenti?	No	No	Si	No	No	No	No	No	No	No
23	I segnali verticali presentano forme, dim., colori e simboli coerenti con le aree di impiego?	Si	Si	No	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si
24	I segnali verticali sono localizzati correttamente?	Si	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
25	I segnali verticali sono installati in maniera corretta (altezza, distanza laterale, inclinazione)?	Si	Si	No	Si	Si	Si	No	No	No	Si
26	I segnali verticali sono installati in maniera uniforme lungo tutto il percorso (altezza, formato, caratteristiche di rifrangenza)?	Si	No	No	Si	No	Si	No	No	No	No
27	Sono presenti elementi che possono limitare la visibilità dei segnali verticali?	No	Si	No	No	No	No	No	Si	Si	Si
28	La segnaletica verticale risulta leggibile in tutte le condizioni atmosferiche?	Si	No	No	Si	Si	Si	Si	No	No	No
29	Per ogni segnale è garantito l'adeguato spazio di avvistamento?	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No	No	Si	No
30	I limiti di velocità imposti sono congruenti con le condizioni geometriche o di traffico?	Si	Si	No	Si	No	Si	No	No	Si	No
31	I cartelloni pubblicitari sono posizionati in maniera corretta e tale da non offuscare la visibilità dei segnali verticali?	Si	Si	Si	No		Si		No		
32	Il valore del Coefficiente di retroriflessione del segnale è tale da garantire un'opportuna visibilità in condizioni di illuminazione con i proiettori dei veicoli (visibilità notturna)?	Si	No	No	Si	No	Si	No	No	No	No
33	La segnaletica verticale presenta caratteristiche fotometriche costanti lungo tutto il tracciato?	Si	No	No	Si	No	Si	No	No	No	No
34	Il piano di segnalamento è coerente con le altre infrastrutture?	Si	Si	No	No	No	Si	No	No	No	No
35	I segnali verticali risultano essere insufficienti o ridondanti?	No	Si	Si	Si	No	No	Si	Si	Si	Si
36	I segnali verticali riguardanti il sorpasso sono omogenei?	Si					Si				
37	La segnaletica di pericolo, prescrizione e di indicazione è adeguata in riferimento alla possibilità di sorpasso?	Si					Si	No			
38	Le segnaletiche di pericolo, prescrizione e di indicazione sono sufficientemente visibili?	Si	No	No	Si	Si	Si	No	No	No	No
39	Le segnaletiche di pericolo, prescrizione e di indicazione sono adeguatamente leggibili?	Si	No	No	Si	Si	Si	No	No	No	No
40	I limiti di velocità sono adeguati rispetto alla velocità di progetto?	Si	Si	No	Si	No	Si	Si	No	Si	No
41	I limiti di velocità sono posizionati correttamente?	Si	Si	Si	Si	No	Si	Si	No	Si	No
<b>Segnaletica complementare</b>											
42	Sono presenti, dove necessario, i delineatori normali di margine?										
43	I delineatori normali di margine sono posizionati in maniera corretta?										
44	Sono presenti, dove necessario, i delineatori speciali di margine?	Si					Si				Si
45	I delineatori speciali di margine sono posizionati in maniera corretta?	Si					Si				Si
46	Sono presenti dispositivi di delineazione luminosa in corrispondenza di punti critici o anomalie stradali?										
47	La visibilità notturna dei delineatori è adeguata?	Si					Si				Si

## La selezione dei test driver

Per la selezione dei guidatori si è proceduto con la somministrazione di un questionario, realizzato ad hoc, contenente informazioni relative alla "storia di guida" del potenziale driver (tipo di patente, anno di conseguimento del titolo di viaggio, numero di incidenti negli ultimi tre anni, ecc.), nonché quesiti mirati all'accertamento della conoscenza del Codice della Strada, in generale, e della segnaletica orizzontale e verticale, in particolare. Sono stati scartati quei conducenti che avevano dichiarato un numero di incidenti superiore ad uno nel triennio di riferimento o che avevano risposto erroneamente a più del 30% dei quesiti relativi alla segnaletica stradale.

Il campione selezionato, complessivamente formato da 38 test-driver, era costituito per il 35% da donne e per il 65% da uomini. La maggioranza (45%) dei test driver era in possesso della patente da più di cinque anni e meno di dieci.

## La predisposizione del test di guida

Al fine di valutare il comportamento di guida dei conducenti, si è strutturato il test di guida secondo due distinte modalità operative. La prima modalità riguarda l'acquisizione di informazioni istantanee mediante apposita scheda di rilievo, la seconda modalità prevede l'analisi a posteriori di riprese video effettuate mediante una videocamera appositamente installata nell'a-



bitacolo del veicolo, in grado di inquadrare simultaneamente il tracciato visualizzato dal conducente, il tachimetro e lo specchietto retrovisore.

La scheda di rilievo sopra citata è stata organizzata in due differenti sezioni: la prima sezione preposta ad essere compilata dagli analisti durante le prove su strada, e la seconda sezione contenente i quesiti da sottoporre ai test driver durante e alla fine dei test di guida. Tali quesiti sono fondamentalmente mirati ad “interrogare” i driver in merito a questioni relative alla segnaletica stradale presente lungo il tracciato (informazioni fornite, condizioni dei segnali, presenza/assenza della segnaletica, ecc.).

La telecamera all'interno del veicolo ha il compito di integrare, mediante l'analisi successiva delle riprese video, le osservazioni “in diretta” del comportamento dei guidatori al cospetto della segnaletica. In particolare, mediante i filmati acquisiti è stato possibile stimare:

- ◆ la posizione occupata da ciascun veicolo nella sezione stradale, lungo tutto l'itinerario;
- ◆ la variazione di velocità in corrispondenza dei diversi elementi del tracciato;
- ◆ i movimenti del bulbo oculare, riflessi sullo specchietto retrovisore, in corrispondenza dei momenti in cui i cartelli stradali facevano la loro comparsa sul quadro prospettico visualizzato dal conducente.

### Le prove su strada

Si è previsto che ognuno dei test driver selezionati utilizzasse il proprio veicolo per effettuare la prova di guida. In tal modo si sono voluti evitare condizionamenti legati alla non conoscenza della vettura che avrebbero potuto distrarre dalla guida (ad esempio, la posizione del sedile o dello specchietto retrovisore, l'utilizzo del cambio e della frizione, ecc.).

Ogni veicolo, dunque, all'inizio della prova di guida è stato attrezzato con la telecamera descritta in precedenza. Ciascun test driver, durante la prova, è stato sempre affiancato da un analista esperto, seduto nel sedile posteriore ed operativamente preposto alla compilazione della scheda di rilievo. Ciascun test di guida è stato interrotto in più fasi, in modo da poter interrogare il driver sulle specifiche questioni riportate nella scheda di rilievo.

### L'elaborazione dei risultati dei test

I dati acquisiti dalla compilazione delle 38 schede di rilievo e dalle riprese video sono stati elaborati e trattati statisticamente in modo da caratterizzare il comportamento dei test driver in merito agli aspetti di sicurezza associati a ciascuno dei quesiti somministrati durante la prova di guida.

L'aggregazione dei risultati ha permesso così di individuare il comportamento prevalente del campione di driver selezionato al cospetto della segnaletica presente lungo il tracciato.

### Conclusioni

Le competenze degli esperti di sicurezza stradale sono e saranno sempre un insostituibile bagaglio al quale attingere per comprendere, in primo luogo, le criticità presenti a vario livello lungo i tracciati stradali e per predisporre, in secondo luogo, un programma organico di strategie e di interventi mirato a ridurre il rischio di incidente sulle strade.

Lo spirito critico di chi, come gli Autori del presente contributo, si occupa da tempo delle questioni di sicurezza stradale e che più volte si è cimentato nell'espletamento delle procedure di Road Safety Audit, Road Safety Review e Road Safety Inspection, ha spinto verso la ricerca di un riscontro tra il giudizio di sicurezza formulato dagli esperti e la condotta di guida realmente adottata dagli utenti della strada a seguito degli input di sicurezza provenienti dagli elementi che compongono, con varia funzionalità e ruolo, i tracciati stradali sia urbani che extraurbani. Nell'ambito della presente ricerca, si sono voluti specificatamente analizzare gli input provenienti dalla segnaletica stradale la quale, sia per ciò che concerne i cartelli disposti verticalmente, sia per quel che riguarda i segnali tracciati sulla superficie stradale, hanno un ruolo determinante nel condizionare il comportamento di guida.

A tal fine si è analizzata una porzione di rete stradale caratterizzata dalla presenza di dispositivi segnaletici la cui efficacia era spesso inficiata da anomalie di varia natura (proprietà retroriflettenti degradate, vetustà avanzata, condizioni di installazione improprie, ecc.).

Le implicazioni sul livello di sicurezza offerto agli utenti dal suddetto tracciato sono state dedotte mediante l'applicazione della tecnica di Road Safety Inspection. Nel presente contributo, inoltre, si sono descritte le fasi componenti l'indagine sperimentale condotta sul campo da una serie di guidatori appositamente scelti per diventare oggetto delle osservazioni finalizzate al monitoraggio della loro condotta di guida.

Nella seconda e ultima parte della ricerca, che sarà pubblicata sul fascicolo n° 110 della Rivista, gli Autori illustreranno i risultati dell'indagine sperimentale e si pronunceranno sul grado di correlazione effettivamente riscontrato tra il giudizio di sicurezza, espresso dagli Esperti, e quello dedotto dal comportamento di guida adottato dai test driver al cospetto della segnaletica. ■

\* *Assegnista di Ricerca di Strade, Ferrovie e Aeroporti del DICAR dell'Università degli Studi di Catania*

\*\* *Professore associato di Strade, Ferrovie e Aeroporti del DICAR dell'Università degli Studi di Catania*

### BIBLIOGRAFIA

- [1]. A.A.V.V. - “*Criteri per una corretta segnaletica stradale*”, a cura di Giulio Materini e Silvia Foini, Egaf Edizioni, Ottobre 2007.
- [2]. 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.
- [3]. T. Horberry, J. Anderson, M. A. Regan - “*The possible safety benefits of enhanced road markings: a driving simulator evaluation*”, Accident Research Centre, Monash University, Victoria 3800, Australia, Transportation Research Part F 9, 2006.
- [4]. C. J. G. Van Driel, R. J. Davidse, M. F. A. M. Van Maarseveen - “*The effects of an edgeline on speed and lateral position: a meta - analysis*”, Accident Analysis and Prevention 36, 2004.
- [5]. Regione Piemonte - “*Linee guida per la sicurezza stradale. La rete stradale extraurbana e periurbana*”, “*Appendice C. Segnaletica e sicurezza stradale*”, ALL-NEA Editrice, 2009.