



Cause di incidentalità stradale: fattori inevitabili o prevedibili?



LA RESPONSABILITÀ ATTRIBUIBILE AD OGNI ELEMENTO CHE COMPONE IL GRUPPO DI "ATTORI" CHE SI INFLUENZANO DURANTE L'ATTIVITÀ DI GUIDA (UOMO, VEICOLO E AMBIENTE STRADALE) NEL CONDIZIONARE L'INNESCARSÌ DI EVENTI INCIDENTALI

Un'intersezione complessa e caratterizzata da elevata densità veicolare (causa esogena)

Raffaella Basile*

Natalia Distefano**

Salvatore Leonardi***

Una questione spesso dibattuta da quanti si occupano di sicurezza stradale è quella relativa alla preponderanza del ruolo che ciascuno degli elementi componenti la triade di "attori" che interagiscono durante l'attività di guida - uomo, veicolo e ambiente stradale - assume nel condizionare l'innescarsi di eventi incidentali.

Spesso il fattore umano viene indicato come predominante: i dati ISTAT relativi al 2013 imputano al fattore umano circa il 95% dei sinistri stradali in Italia (il non rispetto delle regole di precedenza, la guida distratta e la velocità troppo elevata sono indicate come cause principali degli incidenti).

La presunta e schiacciante predominanza del fattore umano, tuttavia, non deve servire da pretesto per giudicare ineluttabile il ve-

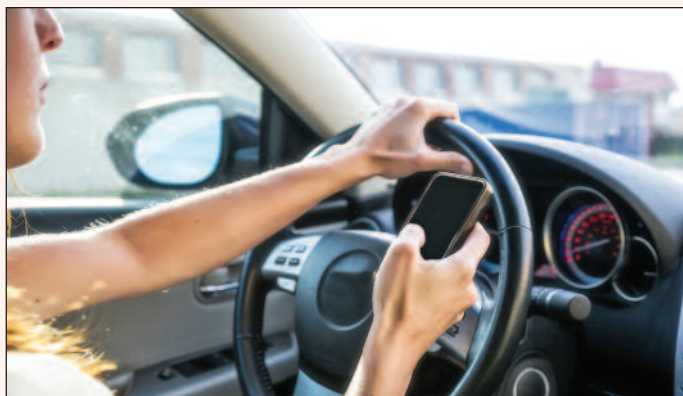
rificarsi della gran parte dei sinistri stradali. La genesi di qualunque fenomeno incidentale, infatti, dev'essere ricercata nella complessa interazione tra le due seguenti tipologie di fattori:

- ◆ fattori endogeni (intimamente legati al guidatore): aspetti comportamentali indotti nel conducente sia da fattori interiori (distrazione causata da stato emotivo, fatica, pensieri), che da condizioni fisiche, fisiologiche o psicologiche derivanti dall'assunzione di sostanze come alcol o droghe (stato alterato del conducente);
- ◆ fattori esogeni (esterni alla sfera emotiva del conducente): aspetti relativi all'ambiente stradale (ad esempio, visibilità limitata a causa di una particolare configurazione geometrica dell'infrastruttura), alle condizioni di traffico (la densità veicolare e la velocità possono influenzare la condotta di guida) e al veicolo (malfunzionamenti causati da problemi meccanici, elettromeccanici, ecc.).

I malfunzionamenti del sistema di guida

L'interazione tra i fattori esogeni ed endogeni, manifestandosi in un ambito in cui il fattore umano costituisce l'elemento maggiormente variabile sia per la numerosità degli utenti, che con riferimento all'imponderabilità dei "prototipi" umani protagonisti dell'attività di guida (differenti per età, esperienza, cultura, condizioni fisiche e psicologiche, ecc.) può provocare veri e propri malfunzionamenti (guasti) alle funzioni che il conducente attiva, consapevolmente o inconsapevolmente, durante la guida. Tali funzioni sono quelle di seguito elencate:

- ◆ percezione: è la funzione attraverso cui il guidatore prende coscienza degli elementi componenti lo scenario stradale che



1. Un esempio di distrazione alla guida per effetto dell'utilizzo del telefono per parlare o scrivere messaggi (causa endogena)



egli osserva dal parabrezza e dagli specchietti (veicoli in opposizione, segnali stradali, ostacoli, ecc.). La mancanza di percezione, una percezione tardiva oppure errata, rappresentano quei guasti che possono degenerare in incidenti;

- ◆ valutazione: si riferisce a quei parametri che il conducente deve valutare per adeguare la propria condotta di guida all'ambiente stradale (distanza dal veicolo che precede, velocità degli altri veicoli, ecc.). Il malf funzionamento di questa funzione può portare a manovre pericolose o errate (ad esempio, quando si sottovaluta la velocità del flusso veicolare all'interno della quale ci si deve inserire e, conseguentemente, l'immissione avviene con rischio di tamponamento);
- ◆ interpretazione: riguarda la comprensione della situazione di guida, dopo che essa è stata percepita e valutata. Il fallimento di questa funzione può generare un comportamento di guida in contrasto con la situazione contingente. Ciò accade, ad esempio, quando l'utente di un veicolo a motore non riduce la velocità nella situazione in cui si accorge della presenza di un pedone sul marciapiede. L'improvvisa discesa del pedone dal marciapiede ed il riversarsi dello stesso sulla strada priva di strisce pedonali sconfessa l'interpretazione del conducente, col rischio di collisione veicolo-pedone;
- ◆ decisione: una volta che il guidatore ha percepito, valutato e interpretato la situazione di guida, deve decidere l'azione da compiere. Il guasto del processo di decisione può dar luogo a una delle seguenti anomalie: 1) una non-decisione; 2) una decisione tardiva; 3) una decisione errata;
- ◆ azione: immediatamente a valle del processo decisionale c'è l'azione del conducente che, però, può essere tardiva o errata. Il fallimento di questa funzione può anche essere causato dall'utilizzo improprio degli organi di guida (sterzo, pedale del freno, ecc.); ad esempio, il conducente che intende decelerare sbaglia a selezionare il pedale da pigiare (il pedale dell'acceleratore anziché quello del freno).

Le suddette funzioni si ripetono ciclicamente e sempre con la medesima successione cronologica durante l'attività di guida, non sono indipendenti tra loro e, nel momento in cui si manifesta il malf funzionamento di una, si verifica, in genere, il fallimento di quelle temporalmente successive. L'eventuale guasto occorrente ad una di esse, dunque, costituisce il momento decisivo che può innescare il fenomeno incidentale.

Le considerazioni svolte fino a questo punto hanno indotto il presente gruppo di ricerca a porsi come obiettivo quello di rivisitare le modalità di esecuzione dell'analisi di incidentalità disaggregata, introducendo nel classico iter metodologico quelle valutazioni mirate a consentire una razionale identificazione di tutti i fattori, endogeni ed esogeni, che possono "generare" quei guasti nell'attività di guida che, a loro volta, possono "degenerare" nei sinistri stradali. Lo scopo è quello di creare i presupposti affinché i fenomeni incidentali non vengano più considerati, come ancora oggi accade, eventi fatalmente causati dall'imperizia e dalle disattenzioni umane; a tal fine, l'approccio pro-

posto è stato fondato sull'assunto che l'errore umano non deve considerarsi come la causa dell'incidente, ma piuttosto come la conseguenza di guasti che si verificano nelle interazioni tra il guidatore e il suo ambiente, da ricercarsi all'interno delle cinque funzioni sopra definite.

Nuovo approccio al processo di identificazione delle cause: definizione della matrice dei guasti

La tecnica di analisi degli incidenti che si è ritenuta maggiormente adatta per il processo di "rivisitazione" che si è inteso intraprendere, è quella basata sugli scenari d'incidente. Com'è noto, essa culmina con l'individuazione di uno scenario critico per ciascun sito d'indagine.

Ogni scenario permette di "sezionare" cronologicamente il meccanismo d'incidente in più "situazioni":

- 1) situazione di guida (situazione normale, cioè senza imprevisti per il conducente);
- 2) situazione critica (quando un evento imprevisto genera una serie di sollecitazioni che superano la capacità di risposta del guidatore);
- 3) situazione di emergenza (copre lo spazio e il tempo tra la situazione precedente e quella finale);
- 4) fase finale (quella dell'incidente, ad esempio, per urto, collisione, ribaltamento, ecc.).

Le fasi (situazioni) sopra elencate, pur essendo temporalmente e logicamente interconnesse tra loro, possono essere analizzate indipendentemente le une dalle altre. Ogni scenario potrà così essere assoggettato ad un processo di screening al termine del quale si individueranno le cause che lo originano, con riferimento alle implicazioni sui malf funzionamenti delle funzioni di guida (percezione, valutazione, interpretazione, decisione, azione). Si otterrà, come output finale, la cosiddetta "matrice dei guasti", strutturata secondo lo schema riportato in Figura 2.

| Scenario critico | Malfunzionamenti del sistema di guida | Fattori contributori | Cause scatenanti |
|------------------|---------------------------------------|----------------------|------------------|
| | Percezione | Fattore 1 | Causa 1 |
| | | Fattore 2 | Causa 2 |
| | | - | - |
| | Valutazione | Fattore 1 | Causa 1 |
| | | Fattore 2 | Causa 2 |
| | | - | - |
| | Interpretazione | Fattore 1 | Causa 1 |
| | | Fattore 2 | Causa 2 |
| | | - | - |
| Decisione | Fattore 1 | Causa 1 | |
| | Fattore 2 | Causa 2 | |
| | - | - | |
| Azione | Fattore 1 | Causa 1 | |
| | Fattore 2 | Causa 2 | |
| | - | - | |

2. Lo schema di matrice dei guasti associata ad uno scenario critico



Per tale processo di screening si richiede il razionale impiego delle tre fonti seguenti:

- 1) studi di settore presenti in letteratura;
- 2) database degli incidenti stradali;
- 3) esperienza degli analisti.

Le cause d'incidente, riportate nelle ultime due colonne della matrice dei guasti, sono state convenzionalmente organizzate su due livelli (classi):

- ◆ fattori contributori: sono i macro-fattori che provocano il guasto delle funzioni di guida; ad esempio: "mancanza di visibilità" (crea un guasto nel meccanismo di percezione); "eccesso di velocità" (genera un malfunzionamento nella valutazione); "non rispetto della segnaletica" (provoca un guasto nel meccanismo di decisione);
- ◆ cause scatenanti: sono i micro-fattori che danno luogo ai fattori contributori; ad esempio: presenza di ostacoli, geometria complessa dell'intersezione, ubicazione in curva dell'intersezione" (causano "mancanza di visibilità"), distrazione del conducente, inesperienza di guida (generano "eccesso di velocità"), distrazione del conducente, segnaletica degradata, violazione delle regole (danno luogo al "non rispetto della segnaletica").



3. Un esempio di segnaletica sovrabbondante e in pessimo stato (causa esogena)

Un discorso a sé merita la "distrazione" che, nell'ambito del processo di screening, potrà figurare sia come "fattore contributore", sia come "causa scatenante".

Alla distrazione è spesso attribuita una connotazione di assoluta dipendenza dal fattore umano ma, in realtà, l'origine della distrazione alla guida deve ricercarsi sia nella condizione del conducente, che nell'ambito di un complesso processo percettivo influenzato da fattori esterni.

Esistono fondamentalmente quattro tipi di distrazione: visiva, acustica, motoria e cognitiva. Il traffico, le condizioni della strada, la velocità e la posizione del veicolo sono percepiti a livello visivo, il rumore del traffico a livello acustico. Le decisioni in-

| Cause di distrazione | |
|--|---|
| Interne | Esterne |
| Telefonare con o senza vivavoce | Musica e messaggi vocali provenienti dal navigatore satellitare |
| Scrivere o leggere SMS o e-mail | Passeggeri |
| Regolare il GPS, la radio e altri apparecchi | Animali domestici, insetti che svolazzano |
| Mangiare e bere | Oggetti all'interno del veicolo |
| Fumare | Cartelloni pubblicitari |
| Truccarsi | Insegne dei negozi |
| Togliersi la giacca o il pullover | Segnaletica verticale sovrabbondante |
| Distrazione interiore (pensieri, emozioni, stress, ecc.) | Persone e/o oggetti all'esterno del veicolo |

4. Le principali cause di distrazione per il conducente di un veicolo

traprese per manovrare il veicolo impegnano il conducente a livello cognitivo, mentre il trasferimento di tali decisioni è eseguito a livello motorio. Le distrazioni possono insorgere in tutti questi quattro livelli. La maggior parte degli automobilisti è cosciente della distrazione visiva, motoria e acustica, tuttavia spesso sottovaluta la distrazione cognitiva.

Nella Figura 4 sono riportate le cause principali di distrazione suddivise in "interne" quando sono originate dal conducente stesso ed "esterne" quando nascono a seguito di stimoli associati ad elementi esterni al conducente.

L'approccio metodologico proposto si completerà poi con la "verifica di corrispondenza", cioè con il confronto tra le cause scatenanti indicate nella matrice dei guasti tipica dello scenario critico e quelle realmente riscontrate nel sito in esame.

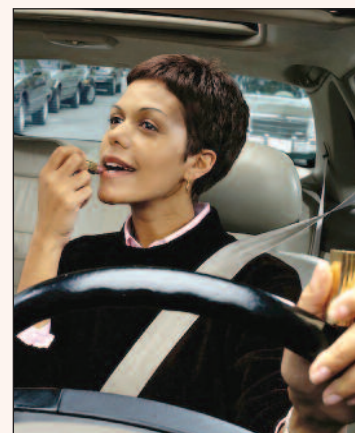
Tale verifica si effettuerà su due fronti:

- ◆ sopralluoghi in situ, al fine di verificare la sussistenza di cause di tipo esogeno;
- ◆ analisi di dettaglio dei report incidentali attinenti a tutti gli incidenti riconducibili allo scenario critico, allo scopo di comprendere se, tra le cause scatenanti, ce ne siano anche di attribuibili a fattori esclusivamente endogeni.

Il riscontro di eventuali corrispondenze servirà per l'individuazione delle azioni migliorative da mettere in atto nel sito d'indagine per migliorarne le prestazioni di sicurezza.

L'applicazione dell'approccio proposto

Per meglio comprendere le modalità applicative dell'analisi di incidentalità rivisitata sulla base dell'approccio proposto, si esporrà sinteticamente un caso studio. Il sito analizzato è un'intersezione lineare a tre rami inclinata a destra (Figura 6), situata lungo la S.S. 114 nel territorio di Acicastello (CT).



5. La distrazione causata dal truccarsi alla guida (causa endogena)



A seguito dell'analisi di-saggregata, è risultato che lo scenario critico è quello riportato in Figura 7 (si veda "Strade & Autostrade" n° 112). Il processo di screening dello scenario in funzione dei possibili malfunzionamenti delle cinque funzioni (percezione, valutazione, interpretazione, decisione, azione), ha portato gli scriventi a porsi le seguenti domande:

- ◆ Cosa doveva percepire il conducente del veicolo A? Perché il conducente del veicolo A non ha percepito il veicolo B?
- ◆ Cosa doveva valutare il conducente del veicolo A prima di effettuare la manovra? Perché il conducente del veicolo A ha sbagliato a valutare il tempo a sua disposizione per effettuare la svolta a sinistra?
- ◆ Il conducente del veicolo A non ha interpretato bene la manovra che il veicolo B intende compiere? Perché?
- ◆ Il conducente del veicolo A non ha deciso nel modo e nei tempi corretti di effettuare la manovra di svolta? Perché?
- ◆ Il veicolo A non ha compiuto correttamente la manovra di svolta? Perché?

Le risposte a tali domande, caratteristiche dello specifico scenario identificato dalla sigla "X-01", hanno reso possibile la costruzione della matrice dei guasti relativa allo scenario risultato critico per l'intersezione in oggetto (Figura 8).

La "verifica di corrispondenza" ha permesso poi di ricavare la griglia riportata in Figura 9.

Nel caso in esame sussistono tre decisive cause scatenanti (sia endogene, come l'inesperienza del conducente e la distrazione dovuta all'uso del telefonino, che esogene, come l'eccessiva pendenza longitudinale del ramo secondario) che pregiudicano pesantemente la prima funzione di guida in ordine crono-

| Codice | Situazione di guida | Situazione critica | Situazione di emergenza | Situazione finale | Schema |
|---|---|--|--|---------------------------------------|--------|
| Gruppo X: incidenti in corrispondenza di intersezioni asimmetriche a raso a tre rami | | | | | |
| X-01 | <ul style="list-style-type: none"> • Il conducente del veicolo A, fermo alla linea di STOP, intende immettersi sul ramo principale tramite una svolta a sinistra in genere in condizioni di scarsa visibilità. • Il conducente del veicolo B, sta percorrendo una strada con diritto di precedenza. • Prevalentemente in intersezioni asimmetriche a sinistra. | Il conducente del veicolo A: <ul style="list-style-type: none"> - non si accorge che sta sopraggiungendo il veicolo B; - si posizione al di là della linea di arresto; - non valuta correttamente la posizione del veicolo B; - non è rispettoso delle regole di precedenza. | Il conducente del veicolo A: <ul style="list-style-type: none"> - esegue la manovra di svolta; - comincia la manovra di svolta e la interrompe tardivamente. Il conducente del veicolo B: <ul style="list-style-type: none"> - non reagisce; - tenta una manovra di emergenza. | Il veicolo A urta contro il veicolo B | |

7. Lo scenario critico per l'intersezione analizzata

logico, provocando il simultaneo guasto delle funzioni successive e il verificarsi degli incidenti. La griglia di corrispondenza, pertanto, ingloba soltanto le informazioni associate al malfunzionamento del meccanismo di percezione.

Per la risoluzione dei problemi di percezione, si propone di semaforizzare l'intersezione in modo da traslare temporalmente le due manovre in conflitto ed eliminare il punto di conflitto di attraversamento. La regolazione semaforica potrebbe inoltre servire da "conforto" per quegli utenti che si avvicinano al nodo in maniera incerta per effetto della scarsa esperienza di guida. La promozione di campagne di sensibilizzazione, infine, potrebbe scongiurare i fenomeni di distrazione dovuti all'improprio uso del telefonino alla guida.

Conclusioni

L'attribuzione del termine "incidente" al sinistro stradale ha fatto maturare l'idea, nell'opinione pubblica, che gli incidenti stradali siano sempre imputabili a fattori imprevedibili e imponderabili quali il destino o la fatalità.

C'è poi la convinzione che il destino infausto sia spesso "aiutato" da comportamenti inopinati dei conducenti quali la guida distratta o l'eccesso di velocità. Solo in casi eclatanti si ha la percezione che l'ambiente stradale possa essere la causa predominante degli incidenti. Inoltre non si ha quasi mai la sensazione che l'ambiente stradale possa influire sul comportamento dei conducenti inducendoli a commettere errori o a compiere manovre pericolose.



6. L'intersezione oggetto di indagine

La metodologia proposta, nel tentativo di sconfiggere le "credenze" sopra esposte, ha inteso donare alla già rigorosa tecnica dell'analisi d'incidentalità quelle connotazioni scientifiche e al contempo filosofiche, utili a ricondurre la ricerca delle cause d'incidentalità sul binario della razionalità attraverso un processo logico basato sulla ricerca dei fattori (esogeni ed endogeni) che possono provocare malfunzionamenti del meccanismo di guida, parcellizzato nelle sue componenti fondamentali (funzioni di guida).



Incidentalità stradale

Lo strumento tramite il quale si ritiene di aver raggiunto l'obiettivo prefissato è la "matrice dei guasti" che, correlata agli scenari d'incidente, costituisce l'elemento innovativo per l'i-

dentificazione delle cause dei sinistri stradali secondo un'ottica che mette in primo piano i condizionamenti sulla condotta di guida indotti da fattori interni ed esterni al guidatore.

| X-01 | Malfunzionamenti del sistema di guida | Fattori contributivi | Cause scatenanti | |
|---|--|---|--|--|
| | | | In verde = cause esogene | |
| | | | In blu = cause endogene | |
| | | | In rosso = cause associate a distrazione (Figura 2) | |
| Percezione | Mancanza di visibilità | | • Inclinazione del ramo secondario | |
| | | | • Presenza di ostacoli | |
| | | | • Pendenza longitudinale | |
| | | | • Intersezione in prossimità di una curva | |
| Valutazione | Tipologia di conducente | | • Anziano | |
| | | | • Inesperto | |
| | Carenza di illuminazione | | • Condizioni atmosferiche (forte pioggia, nebbia) | |
| | | | • Mancanza o malfunzionamento impianto di illuminazione artificiale | |
| Interpretazione | Posizionamento errato del veicolo in conflitto | | • Conformazione plano-altimetrica del ramo da cui proviene il veicolo in conflitto | |
| | | | • Inesperienza di guida del conducente del veicolo in conflitto | |
| | Eccessiva velocità del veicolo in conflitto | | • Inesperienza di guida del conducente del veicolo in conflitto | |
| | | | • Distrazione del conducente del veicolo in conflitto | |
| Azionamento errato degli indicatori di direzione da parte del conducente del veicolo in conflitto | | • Inesperienza di guida del conducente del veicolo in conflitto | | |
| | | • Distrazione del conducente del veicolo in conflitto | | |
| Decisione | Non rispetto della segnaletica | | • Segnaletica non adeguata (assente, obsoleta, sovrabbondante) | |
| | | | • Segnaletica assente o degradata | |
| | Ritardata | | • Distrazione | |
| | | | • Infrazione volontaria | |
| Azione | Ritardo nel compiere la manovra | | • Tipologia di conducente (anziano o inesperto) | |
| | | | • Distrazione | |
| | | | • Velocità ridotta | |
| | | | • Eccessivo perditempo nell'iniziare la manovra | |
| | | | • Utilizzo di un rapporto di cambio non adeguato | |

8. La matrice dei guasti relativa allo scenario critico per l'intersezione oggetto di studio

| X-01 | Malfunzionamenti del sistema di guida | Fattori contributivi | Cause scatenanti | | Corrispondenza con difetti esistenti |
|--------------------------|---------------------------------------|---|---|---|--------------------------------------|
| | | | In verde = cause esogene | | |
| | | | In blu = cause endogene | | |
| | | | In rosso = cause associate a distrazione (Figura 2) | | |
| Percezione | Mancanza di visibilità | | • Inclinazione del ramo secondario | | X |
| | | | • Presenza di ostacoli | | |
| | | | • Pendenza longitudinale | | |
| | | | • Intersezione in prossimità di una curva | | |
| Tipologia di conducente | | • Anziano | | X | |
| | | • Inesperto | | | |
| Carenza di illuminazione | | • Condizioni atmosferiche (forte pioggia, nebbia) | | | |
| | | • Mancanza o malfunzionamento impianto di illuminazione artificiale | | | |
| Distrazione | | • Utilizzo del telefonino da parte del conducente | | X | |

9. La griglia di corrispondenza relativa al caso-studio considerato



10. Un esempio di cartellone pubblicitario fonte di distrazione e di cattiva percezione della regolazione semaforica (causa esogena)

L'auspicio è che, in tempi brevi, si possa pervenire a metodologie d'indagine basate sull'assunto che l'uomo può essere causa degli incidenti stradali, non perché è innatamente portato a esserlo, ma perché il processo di guida che egli mette in atto può venire "guastato" da una concomitanza di fattori, molti dei quali devono essere ricercati nell'ambiente stradale in cui egli si trova ad agire. ■

* Ingegnere Civile delle Acque e dei Trasporti e Libera Professionista
 ** Assegnista di Ricerca del Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura (DICAR) dell'Università degli Studi di Catania
 *** Professore Associato del Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura (DICAR) dell'Università degli Studi di Catania

BIBLIOGRAFIA

- [1]. R. Basile, N. Distefano, S. Leonardi - "Scenari d'incidente per le intersezioni asimmetriche", *"Strade & Autostrade"*, n° 112 Luglio/Agosto 2015.
- [2]. N. Distefano - "Proposta di strumenti a supporto dell'analisi disaggregata degli incidenti: elaborazione di un elenco di scenari e nuova definizione dello scenario critico", *Atti del XXVI Convegno Nazionale Stradale dell'A.I.P.C.R. Roma, 27/30 Ottobre 2010.*
- [3]. 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.*
- [4]. D. Fleury, T. Brenac - "Prototypical scenarios, a means for describing traffic accident phenomena in road safety research and diagnostic studies", *Proceedings of the ICTCT 97 Conference, Lund, Sweden, 1997.*
- [5]. A. Molinero, H. Evdorides, C. Naing, A. Kirk, J. Tecl, J.M. Barrios, M.C. Simon, V. Phan, T. Hermitte - "Accident causation and pre-accidental driving situations", *Project n. 027763 - TRACE, Giugno 2008.*
- [6]. A.A.V.V. - "Distrazione al volante dovuta ai dispositivi di infotainment: un rischio sottovalutato", *Association Suisse d'Assurances, Zurigo, Maggio 2014.*