

Association  
Mondiale de la Route



World  
Road Association

ASSOCIAZIONE MONDIALE DELLA STRADA - AIPCR  
COMITATO NAZIONALE ITALIANO

## **XXVI CONVEGNO NAZIONALE STRADALE**

**Roma 27 - 30 Ottobre 2010**



**Comitato Tecnico C1**  
**Infrastrutture Stradali più sicure**

**INFRASTRUTTURE STRADALI PIÙ SICURE**  
**FASE I: I CRITERI**

**Quaderni AIPCR**



Proceedings e report

66



Association  
Mondiale de la Route



World  
Road Association

ASSOCIAZIONE MONDIALE DELLA STRADA – AIPCR  
COMITATO NAZIONALE ITALIANO

**XXVI CONVEGNO NAZIONALE STRADALE**

**COMITATO TECNICO C1**

**INFRASTRUTTURE STRADALI PIÙ SICURE**

**INFRASTRUTTURE STRADALI**

**PIÙ SICURE**

**FASE 1: I CRITERI**

28 Ottobre 2010

Infrastrutture stradali più sicure : fase 1 : i criteri  
: XXVI Convegno nazionale stradale. – Firenze :  
Firenze University Press, 2010.  
(Proceedings e report ; 66)

<http://digital.casalini.it/9788864531441>

ISBN 978-88-6453-144-1 online

ISBN 978-88-6453-141-0 print



Dipartimento di Ingegneria Civile  
e Ambientale

Con il contributo anche di Regione Emilia Romagna

© 2010 Firenze University Press

Università degli Studi di Firenze  
Firenze University Press  
Borgo Albizi, 28, 50122 Firenze, Italy  
<http://www.fupress.com/>

*Printed in Italy*

## COMPOSIZIONE DEL COMITATO

PRESIDENTE:	<b>Prof. Ing. Lorenzo DOMENICHINI</b>	Università di Firenze
SEGRETARI:	<b>Ing. Francesco LUCCI</b> <b>Ing. Filippo MARTINELLI</b>	SPEA Ingegneria Europea SpA Comune di Firenze
MEMBRI:	<b>Ing. Lorenzo BARTOLINI</b> <b>Avv. Anna BOTTI</b> <b>Prof. Ing. Ciro CALIENDO</b> <b>Ing. Alessandro CALVI</b> <b>Ing. Maria Teresa CAROSELLA</b> <b>Prof. Ing. Pasquale COLONNA</b> <b>Prof. Ing. Giulio DONDI</b> <b>Ing. Bruno DONNO</b> <b>Ing. Gianfranco FUSANI</b> <b>Ing. Antonino GALATÀ</b> <b>Arch. Amedeo GAMBINO</b> <b>Ing. Daniele GAUDIO</b> <b>Ing. Eugenio GONZATO</b> <b>Ing. Massimo GRIMALDI</b> <b>Ing. Marco IERPI</b> <b>Ing. Andrea MANFRON</b> <b>Ing. Luciano MARASCO</b> <b>Prof. Ing. Giulio MATERNINI</b> <b>Ing. Francesco MAZZIOTTA</b> <b>Ing. Giuseppe MISMETTI</b> <b>Ing. Franz M. MULLER</b> <b>Ing. Antonella NANETTI</b> <b>Prof. Ing. Mariano PERNETTI</b> <b>Ing. Roberto SERINO</b> <b>Ing. Enrica SAVOLDI</b> <b>Dott. Lino SETOLA</b> <b>Prof. Ing. Andrea SIMONE</b> <b>Ing. Marco TEBALDI</b> <b>Ing. Paolo VADI</b>	SPEA Ingegneria Europea SpA ANAS SpA Università di Salerno Università di Roma 3 Provincia di Firenze Politecnico di BARI Università di Bologna Regione Lombardia ANAS SpA SPEA Ingegneria Europea SpA Libero Professionista Provincia di Modena Autostrada BS PD SpA Provincia di Modena Regione Toscana AISCAT Ministero Infrastrutture e Trasporti Università di Brescia Ministero Infrastrutture e Trasporti Provincia di Milano Snoline SpA Regione Emilia Romagna II Università di Napoli Ministero Infrastrutture e Trasporti Provincia di Brescia ACAI Università di Bologna 3M Italia Provincia di Arezzo
ESPERTI:	<b>Prof. Ing. Francesca LA TORRE</b> <b>Ing. Guido BONIN</b>	Università di Firenze Libero Professionista

## Hanno partecipato alla redazione del Quaderno

Anna BOTTI	Cap. 2
Ciro CALIENDO	Cap. 4 (Coordinatore), Cap. 4
Alessandro CALVI	Cap. 3
Pasquale COLONNA	Cap. 3, 4
Lorenzo DOMENICHINI	Introduzione, Cap. 1 (Coordinatore), Cap. 2 (Coordinatore), Cap. 1,2, 3, 4
Bruno DONNO	Cap. 1, 2
Gianfranco FUSANI	Cap. 2
Amedeo GAMBINO	Cap. 3
Francesca LA TORRE	Cap. 1, 2
Francesco LUCCI	Cap. 3
Filippo MARTINELLI	Cap. 3
Monica MEOCCI	Cap. 3
Giuseppe MISMETTI	Cap. 2
Antonella NANETTI	Cap. 1, 2
Paolo VADI	Cap. 3 (Coordinatore), Cap. 3



# SOMMARIO

## CAPITOLO 1

<b>GLI SVILUPPI IN CAMPO NAZIONALE ED INTERNAZIONALE</b>	<b>7</b>
1.1 INTRODUZIONE .....	7
1.2 GLI OBIETTIVI 2010.....	8
1.2.1 Le politiche ed i risultati conseguiti in Europa.....	8
1.2.2 Le politiche adottate e gli obiettivi conseguiti in Italia.....	13
1.3 QUALI STRATEGIE PER IL FUTURO.....	17
1.3.1 La ridefinizione degli obiettivi a medio termine.....	17
1.3.2 Una aspirazione .....	19
1.3.3 La gestione della sicurezza .....	20
1.4 NUOVI STRUMENTI PER IL PROGETTO DELLA SICUREZZA DELLE INFRASTRUTTURE .....	21
1.4.1 Le “migliori pratiche” .....	21
1.4.2 Analisi dell’efficacia degli interventi di sicurezza .....	23
BIBLIOGRAFIA .....	26

## CAPITOLO 2

<b>LA DIRETTIVA EUROPEA 2008/96/CE</b>	<b>27</b>
2.1 INTRODUZIONE .....	27
2.2 I CONTENUTI DELLA DIRETTIVA.....	28
2.2.1 Gli obiettivi .....	28
2.2.2 Il campo d applicazione .....	29
2.2.3 Il ruolo dell’infrastruttura .....	30
2.2.4 L’articolato della Direttiva .....	31
2.3 I 4 PILASTRI DELLA DIRETTIVA.....	31
2.3.1 Considerazioni introduttive .....	31
2.3.2 La valutazione di impatto degli interventi stradali sulla sicurezza .....	33

## INFRASTRUTTURE STRADALI PIÙ SICURE. FASE I: I CRITERI

2.3.3	La verifica preventiva di sicurezza in fase di progettazione ( <i>Road Safety Audit</i> ) .....	33
2.3.4	La classificazione e gestione della sicurezza della rete stradale aperta al traffico.....	34
2.3.5	Le ispezioni di sicurezza .....	36
2.4	ORIENTAMENTI PER IL RECEPIMENTO DELLA DIRETTIVA .....	36
2.4.1	Le esperienze internazionali .....	36
2.4.2	I riflessi della Direttiva sull'iter progettuale e approvativo delle infrastrutture stradali .....	38
2.5	ASPETTI IMPORTANTI DA AFFRONTARE IN OCCASIONE DELL'EMANAZIONE DEL DECRETO DI RECEPIMENTO .....	41
2.6	LA FORMAZIONE .....	44
2.7	LA DISPONIBILITÀ DEI DATI.....	45
2.8	CONCLUSIONI.....	48
	BIBLIOGRAFIA .....	50
	ALLEGATO 2.1 .....	51
	La sicurezza stradale: alcune iniziative di Anas Spa.....	51
	ALLEGATO 2.2 .....	54
	Il rilievo dell'incidentalità stradale in provincia di Milano .....	54
	ALLEGATO 2.3 .....	59
	Questionario distribuito ai membri del comitato.....	59

### **CAPITOLO 3**

<b>IL FATTORE UMANO NELLA SICUREZZA STRADALE</b>	<b>61</b>	
3.1	INTRODUZIONE .....	61
3.1.1	Premessa: il paradosso della causa strada .....	61
3.1.2	Scopo del capitolo .....	64
3.1.3	Modelli di comportamento alla guida .....	65
3.1.4	Definizione di "Fattore Umano" .....	67
3.2	CONCETTI FONDAMENTALI DELLO STUDIO DEL FATTORE UMANO NELLA PROGETTAZIONE STRADALE .....	74
3.2.1	Indicazioni dal documento Road Safety Manual - AIPCR .....	74
3.2.2	Indicazioni dal documento Human Factors Guideline - AIPCR .....	76
3.2.3	Indicazioni dal documento Highway safety Manual – AASHTO .....	79
3.3	APPROFONDIMENTI .....	85
3.3.1	Lo studio dei Fattori Umani attraverso la simulazione di guida in realtà virtuale .....	85
3.3.2	Il Fattore Umano in galleria .....	89
3.4	CONCLUSIONI.....	93

## SOMMARIO

BIBLIOGRAFIA .....	95
<b>CAPITOLO 4</b>	
<b>LE ZONE DI TRANSIZIONE A PROTEZIONE DEI TRATTI URBANI APPARTENENTI ALLA VIABILITA' EXTRAURBANA</b>	
<b>EXTRAURBANA</b>	<b>99</b>
4.1 INTRODUZIONE .....	99
4.2 LA NECESSITÀ DELLE ZONE DI TRANSIZIONE.....	100
4.3 DEFINIZIONE E DELIMITAZIONE DI CENTRO ABITATO .....	101
4.4 CARATTERIZZAZIONE E LOCALIZZAZIONE DEI TRATTI DI TRANSIZIONE.....	102
4.5 ANALISI DELLA LETTERATURA .....	104
4.6 TIPOLOGIE DI INTERVENTI NELLE ZONE DI TRANSIZIONE.....	107
4.7 STRUMENTI DI ANALISI PER LA VALUTAZIONE DELL'EFFICACIA DEGLI INTERVENTI .....	111
4.8 CASE HISTORIES.....	112
4.9 SCELTA DEGLI INTERVENTI .....	115
4.10 MONITORAGGIO .....	117
4.11 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE.....	118
BIBLIOGRAFIA .....	119
ALLEGATO 4.1 .....	121
Intervento per il miglioramento della sicurezza della tratta in attraversamento al centro abitato di Ponte S. Marco lungo la SPBS 11 "Padana Superiore" – Provincia di Brescia .....	121
ALLEGATO 4.2 .....	122
Intervento per il miglioramento della sicurezza della tratta urbana da Brescia a Gardone Val Trompia lungo la SPBS345 "delle tre Valli" – Provincia di Brescia .....	122
ALLEGATO 4.3 .....	124
Interventi di messa in sicurezza della SPBS 572 "Desenzano – Salò" - Provincia di Brescia .....	124
ALLEGATO 4.4 .....	126
Interventi per il miglioramento della sicurezza lungo la SP 4 Galliera in attraversamento al centro abitato di Castel Maggiore - Provincia di Brescia .....	126
ALLEGATO 4.5 .....	129
Interventi per il miglioramento della sicurezza lungo l'itinerario che collega la cittadina di Spilamberto con il territorio bolognese, attraverso la SP 16 di castelnuovo di Rangone .....	129



## INTRODUZIONE

Il decennio che si conclude con l'anno 2010 ha rappresentato il momento della presa in carico da parte dei Responsabili del governo della cosa pubblica e degli Enti proprietari di Strade del problema sociale della "Sicurezza stradale".

Per quanto da tantissimo tempo le notizie tragiche legate all'incidentalità stradale occupino quotidianamente i giornali nazionali e locali, le plumbee statistiche nazionali ci sottolineano l'insostenibilità del fenomeno ed i microfoni di convegni, seminari e conferenze stampa richiamano costantemente la gravità della situazione delle nostre strade, il percorso che ha finalmente portato alla presa in carico del problema della sicurezza stradale è stato lungo, contrastato e pieno di incertezze. Nel tempo si è passati dalla percezione del problema alla comprensione che qualcosa andava fatto, alla consapevolezza che vi erano sistemi e strumenti efficaci per contrastare il fenomeno, al riconoscimento che la sicurezza stradale è una responsabilità condivisa tra tutti coloro che operano nel settore, dai politici, ai formatori, ai pianificatori, ai progettisti, ai costruttori, ai gestori e a chi mantiene in efficienza le strade e i veicoli, e non solo quindi dei guidatori sciagurati, al riconoscimento infine che la sicurezza stradale è un diritto, per la difesa del quale è giusto spendere le stesse energie che si profondono nella difesa degli altri diritti inalienabili dell'uomo.

Anche gli ingegneri che si interessano di infrastrutture e gli studiosi che approfondiscono le relazioni che intercorrono tra queste e gli incidenti che occorrono in modo non omogeneamente distribuito lungo la rete stradale debbono quindi farsi carico delle proprie responsabilità ed individuare i modi ed i sistemi per contribuire a ridurre l'incidentalità operando sulla costituzione e l'organizzazione della "strada" e sulle modalità di gestione e controllo del traffico. A questo aspetto del problema è dedicata l'attività del Comitato Tecnico C1 "Infrastrutture stradali più sicure" dell'AIPCR ed il presente Quaderno di cui il Comitato stesso ha curato la preparazione nel triennio 2007 – 2010, in vista del XXVI Convegno Nazionale stradale dell'AIPCR.

Il Quaderno è stato concepito come Prima Parte di un progetto più ampio che il Comitato C1 dell'AIPCR ha inteso promuovere ed approfondire attraverso il contributo dei suoi membri, la cui esperienza maturata nei diversi settori della disciplina, dalla progettazione alla gestione e manutenzione delle strade ed alla ricerca accademica, è risultata determinante all'impostazione e allo sviluppo del lavoro svolto.

Il Quaderno è intitolato "Infrastrutture Stradali più Sicure - Fase 1: I **Criteri**", nell'intenzione che ad esso ne possano seguire altri due, dedicati a: "Fase 2: **Le Migliori Pratiche**" e "Fase 3: **Le Verifiche di Efficacia**". È questo il mandato che il Comitato C1 ha inteso lasciare al chi vorrà dedicarsi nei prossimi anni a questi argomenti, così da seguire i progressi che concretamente si riuscirà a fare in Italia su questo argomento: definiti i principi e gli obiettivi, si realizzeranno opere per la loro messa in pratica, mettendo a buon frutto l'esperienza di chi è riuscito prima di noi a trovare la via del successo, e si verificherà poi, attraverso il monitoraggio delle prestazioni, la correttezza delle scelte fatte. È questo il processo virtuoso che potrà rendere le nostre strade "più sicure".

Il primo quaderno della serie è quindi dedicato alla definizione dei criteri con cui è possibile affrontare la sfida, tentando un bilancio delle attività svolte nel decennio appena trascorso, presentando le linee strategiche che potranno indirizzare le

## INFRASTRUTTURE STRADALI PIÙ SICURE. FASE I: I CRITERI

azioni future e richiamando i concetti e gli strumenti innovativi con i quali è possibile oggi incrementare l'efficacia delle azioni intraprese.

Il Quaderno è articolato in quattro capitoli.

Nel Cap. I, intitolato "**Gli sviluppi in campo nazionale ed internazionale**", vengono richiamate le principali tappe che hanno scandito nel periodo 2001–2010 il processo di definizione delle strategie e degli obiettivi per rendere più sicure le infrastrutture stradali e i piani che in Italia ed in Europa si stanno mettendo a punto per il decennio a venire. Vengono inoltre richiamati i nuovi strumenti normativi e di studio che potranno assistere l'operato dei tecnici impegnati in questa sfida.

Nel Cap. II, intitolato "**La Direttiva Europea 2008/96/CE**", vengono illustrati i principali contenuti e le principali novità che introduce la Direttiva approvata nel novembre 2008 dal Parlamento Europeo, riguardante la "Gestione della sicurezza delle infrastrutture stradali", e che dovrà essere recepita in Italia entro il novembre 2010. Si coglie l'occasione, a quest'ultimo proposito, per sottolineare quelli che il Comitato C1 considera essere gli aspetti principali che si auspica vengano affrontati e regolati in occasione del recepimento della Direttiva e si richiama l'attenzione sui due punti cardine sui quali è basato tutto il processo che la Direttiva ha inteso avviare, e cioè l'importanza della formazione dei tecnici che sono chiamati ad operare e della disponibilità dei dati necessari per impostare correttamente gli studi e le analisi di sicurezza che dovranno sempre più di frequente accompagnare le scelte, i progetti e gli interventi da effettuare.

Nel Cap. III, intitolato "**Il Fattore Umano nella Sicurezza Stradale**", si presenta quella che può essere definita come la nuova disciplina che l'ingegnere stradale dovrà approfondire ed applicare nei progettare nuove infrastrutture o interventi di adeguamento di strade esistenti al fine incrementare le loro prestazioni in termini di sicurezza. Questa nuova disciplina prende le mosse dalla constatazione della presenza di un contributo del conducente nella successione di eventi che conducono ad un incidente derivante da una non corretta interazione con le caratteristiche della strada e dei suoi sistemi di controllo e mira a definire criteri oggettivi mediante i quali è possibile rendere coerenti le caratteristiche delle infrastrutture alle aspettative degli utenti alla guida. Coscienti che parte dei principi che sono alla base dello studio del Fattore Umano nella sicurezza delle infrastrutture sono da sempre implicitamente presenti in una corretta progettazione stradale, in questo capitolo si sono ritenuti meritevoli di approfondimento alcuni argomenti specifici quali: lo studio dei fattori umani attraverso la simulazione di guida in realtà virtuale e il fattore umano nel particolare ambiente stradale della galleria.

Nel Cap. IV, intitolato "**Le zone di transizione a protezione dei tratti urbani appartenenti alla viabilità extraurbana**", infine, viene approfondito un aspetto specifico della progettazione stradale, legato appunto all'attraversamento di tratti urbani da parte di strade extraurbane, che è spesso foriero di gravi incidenti. L'argomento, tra l'altro, rappresenta un ambito in cui la nuova disciplina dei Fattori Umani presentata nel Cap. III trova diretta applicazione. Viene presentato il problema, viene svolta una approfondita analisi della letteratura tecnica in argomento e vengono illustrati i criteri principali che possono condurre ad una corretta progettazione di queste zone di transizione. Al termine del capitolo vengono riportate alcune schede illustranti realizzazioni fatte in Italia, nelle quali sono stati appunto applicati i principi esposti nel capitolo.

# CAPITOLO 1

## GLI SVILUPPI IN CAMPO NAZIONALE ED INTERNAZIONALE

### 1.1 INTRODUZIONE

Il decennio che si conclude con l'anno 2010 ha rappresentato il momento della presa in carico da parte dei Responsabili del governo della cosa pubblica e degli Enti proprietari di Strade del problema sociale della "Sicurezza stradale".

Nell'ultimo decennio del secolo scorso è maturata la consapevolezza che il costo delle libertà offerte dal modo di trasporto stradale, in termini scelta dei tempi di spostamento, degli itinerari per giungere alla meta desiderata e delle modalità (traiettorie e velocità) di guida, aveva raggiunto livelli eccessivi, tali da rendere insostenibili le conseguenze negative generate. Il numero e la gravità degli incidenti stradali, unità di misura con cui si quantifica la "sicurezza" stradale, in tal modo negando al concetto la dignità di una definizione diretta, ha raggiunto valori così elevati da far prevedere, se non si fosse riusciti ad invertire la tendenza, che nel 2020 la strada avrebbe guadagnato il non invidiabile terzo posto tra tutte le cause di morte, comprese quelle legate alle malattie.

Occorreva fare qualcosa per cercare di arginare questa terribile piaga.

E qualcosa è stato fatto.

Nel decennio che si conclude sono state avviate politiche, strategie, campagne di informazione che hanno richiamato l'attenzione dei governanti, dei formatori, dei ricercatori, dei tecnici e di tutti coloro che hanno a che fare direttamente o indirettamente con il problema, sulla necessità di adoperarsi con urgenza ed in modo coordinato per cercare di migliorare la sicurezza sulle nostre strade.

Anche nel campo del progetto, costruzione e gestione delle infrastrutture stradali si è iniziato a comprendere meglio i rapporti di causalità esistenti tra la conformazione, l'organizzazione e le attrezzature a corredo della sede stradale e gli errori di guida in cui possono incorrere i guidatori degli autoveicoli, che spesso degenerano in incidenti più o meno gravi. Si è in sostanza riconosciuto il ruolo che l'infrastruttura gioca nell'alterare il corretto funzionamento del sistema strada e si è incominciato ad operare per correggere le distorsioni esistenti.

A richiamare le principali tappe che hanno scandito questo lento, ma si spera inesorabile, processo virtuoso è dedicato il capitolo introduttivo del Quaderno predisposto dal Comitato Nazionale C1 dell'AIPCR in vista del XXIV Convegno Nazionale Stradale dell'AIPCR (Roma, 28-30 Ottobre 2010).

## 1.2 GLI OBIETTIVI 2010

### 1.2.1 Le politiche ed i risultati conseguiti in Europa

Sotto la sollecitazione della Comunicazione alla Commissione Europea n. 131 del 1997 "Promuovere la sicurezza stradale nell'EU: il programma 1997-2001", dal 2000 ad oggi sono stati emanati dall'Unione Europea molteplici documenti aventi lo scopo di aumentare la sensibilità degli Stati Membri verso il problema della sicurezza stradale e verso l'ottenimento di infrastrutture stradali più sicure (Figura 1.1).

Nel 2001 è stato pubblicato il Libro Bianco sui Trasporti [1] nel quale è stato lanciato l'ambizioso obiettivo di vedere ridotto a metà entro il 2010, attraverso una sinergica azione ad ampio spettro, il numero delle vittime causate dagli incidenti stradali.

Il 2010 rappresenta anche l'anno finale del 3° Programma di azione per la Sicurezza Stradale adottato dalla Commissione Europea il 2 giugno 2003, nel quale, nel recepire l'obiettivo posto nel 2001 dal Libro Bianco e nel proporre 62 azioni concrete nel campo della sicurezza dei veicoli, delle infrastrutture e degli utenti della strada, è stato sancito il principio secondo cui la sicurezza stradale è una "responsabilità condivisa". Con questo programma la Commissione Europea si era riproposta di mettere a punto una Direttiva quadro riguardante la sicurezza delle infrastrutture stradali per introdurre un sistema di gestione armonizzato, improntato a conseguire obiettivi omogenei di sicurezza sulle strade della rete transeuropea (TEN).

A metà percorso (nel 2006) è stato tracciato a livello europeo un quadro riepilogativo della situazione, cercando di individuare i punti critici che rischiavano (come in realtà sta avvenendo) di non consentire il raggiungimento degli obiettivi posti dal Libro Bianco nel 2001.

Giunti al termine del 2010 è in fase di definizione il nuovo documento comunitario riguardante il 4° Piano di Azione per la sicurezza stradale relativo al decennio 2011 – 2020. Per la formulazione di quest'ultimo è recente al pubblicazione delle linee d'indirizzo proposte dalla Commissione al Parlamento Europeo [2].

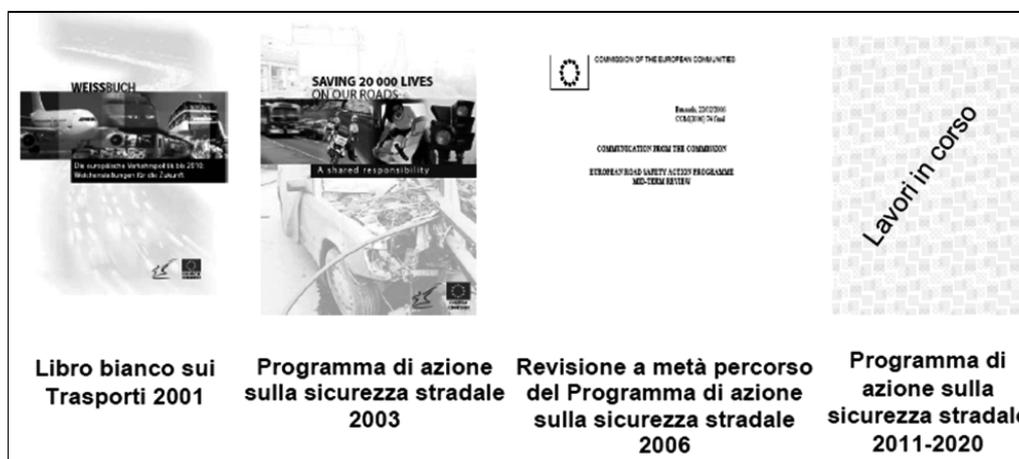


Figura 1.1: principali documenti emanati a livello europeo dal 2001 ad oggi

Nel 1995 nell'Unione Europea, comprendente 15 Stati Membri, erano stati registrati, come conseguenza di incidenti stradali, 45.000 morti e 1,5 milioni di feriti. Sebbene questi numeri siano superiori a quelli registrati nel 2009 nei 27 Stati Membri dell'Unione Europea allargata (34.500 vittime con però, purtroppo, ancora 1,5 milioni di feriti) significando perciò il conseguimento di un importante risultato di miglioramento della sicurezza stradale, ciò non di meno il numero delle vittime sulle strade resta altissimo.

Valutando l'evoluzione del fenomeno in un finestra temporale allargata, con riferimento al periodo 1965 – 2008, in Europa (Figura 1.2) e nel mondo (Figura 1.3), si può osservare che, pur a fronte di un continuo e costante incremento del numero

di autovetture circolanti sulla rete stradale europea, che ha portato a più che quadruplicarsi l'esposizione al rischio, il numero di decessi è andato riducendosi nel tempo. Pur con incertezze e con alterni successi ed insuccessi, dovuti alla natura intrinsecamente stocastica del fenomeno, ma in parte anche ad una impostazione tipicamente reattiva delle azioni intraprese nel tempo (si osserva il fenomeno aggravarsi e si interviene in conseguenza), in 40 anni si è osservata una riduzione delle vittime della strada variabile tra il 25% (USA + Canada) e il 50% (EU), un trend certamente positivo, ma troppo lento.

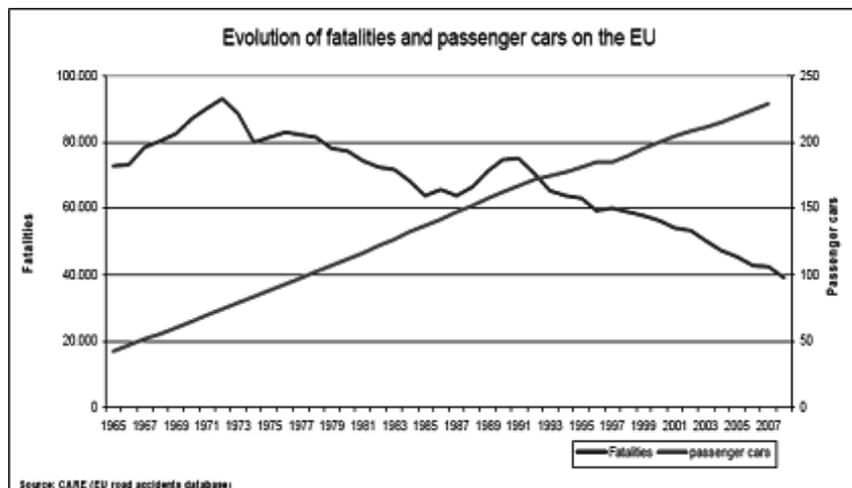


Figura 1.2: evoluzione nel periodo 1965 – 2008 dei decessi causati ogni anno dagli incidenti stradali nella EU [13]

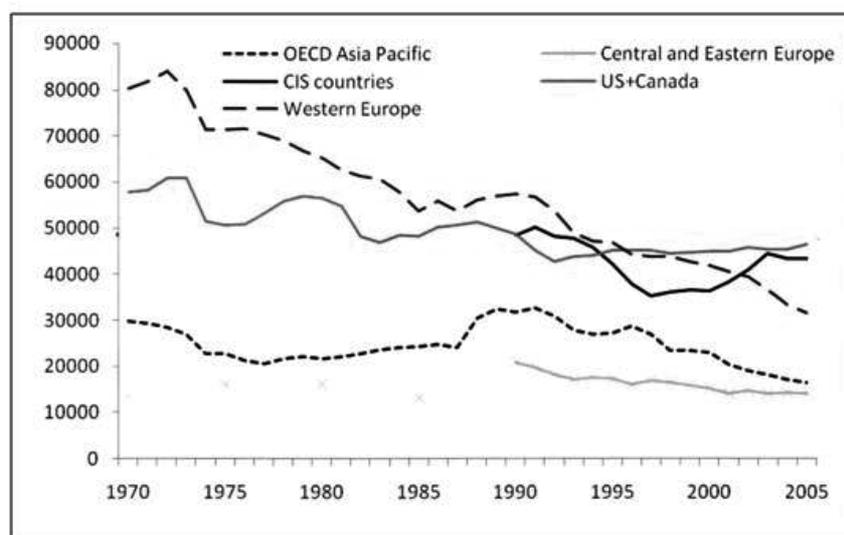


Figura 1.3: evoluzione nel periodo 1970 – 2005 dei decessi causati ogni anno dagli incidenti stradali nelle principali regioni OECD/ITF [8]

Il libro Bianco della EU del 2001 ha inteso imprimere al fenomeno una vigorosa accelerazione, i cui risultati sono già evidenti nel grafico di Figura 1.2, ove la pendenza della funzione che rappresenta la riduzione della gravità del fenomeno nel tempo si incrementa apprezzabilmente negli anni dopo il 2001.

Il diagramma di Figura 1.4, nell'evidenziare in dettaglio l'evoluzione nella EU nella finestra temporale 2001-2009, costituisce una sorta di consuntivo dell'efficacia delle iniziative intraprese dai diversi Paesi europei dal 2001 in poi, dando evidenza del fatto che, a meno dell'intervento di inattesi cambiamenti, nel 2010 non sarà possibile conseguire l'obiettivo individuato dal Libro Bianco della EU di ridurre a 27.000 le vittime complessive sulle strade.

## INFRASTRUTTURE STRADALI PIÙ SICURE. FASE I: I CRITERI

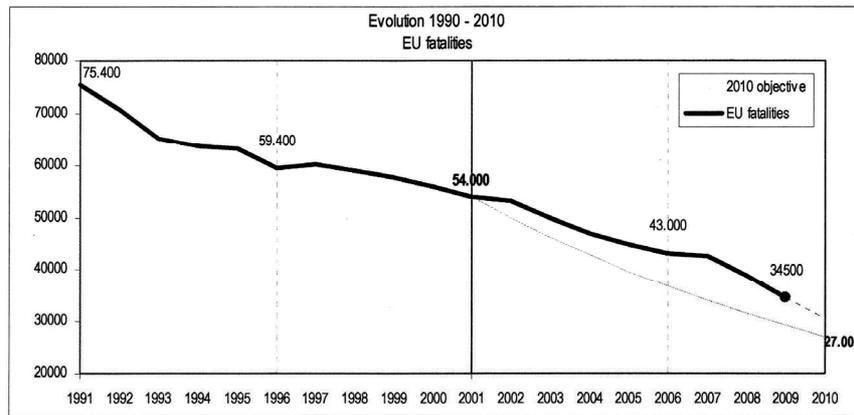


Figura 1.4: variazioni dei decessi lungo le strade dal 1990 ad oggi [2]

Il rateo di riduzione del numero annuo di vittime, pur incrementatosi rispetto agli anni precedenti, è risultato inferiore alle aspettative; le statistiche dell'European Transport Safety Council (ETSC) riportano un numero di vittime nel 2008 pari a 38.900 circa, contro le 31.500 che si sarebbero dovute avere secondo il Libro Bianco. In termini di decrescita percentuale rispetto al 2001, l'Europa allargata a 27 Stati Membri si è attestata nel 2008 su una riduzione del numero di morti del 28% circa e l'Europa a 15 al 34% (v. Figura 1.5). Se la tendenza non cambia, l'obiettivo del Libro Bianco del dimezzamento dei morti rispetto al livello registrato nel 2001 si allontana nel tempo, rispetto al 2010, di 6 anni per l'Europa a 27 e di 2-3 anni per l'Europa a 15.

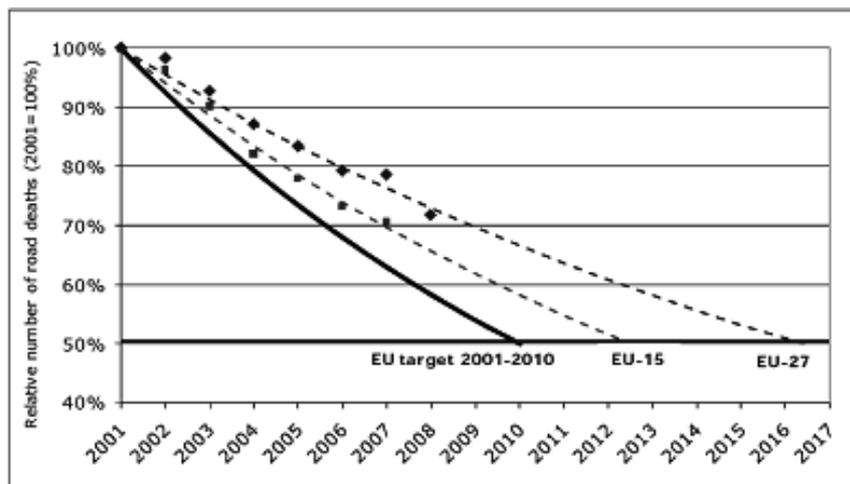


Figura 1.5: target per il futuro e previsioni [7]

Ciò che, in aggiunta, la Figura 1.5 esprime è che i risultati raggiunti sono caratterizzati da una dispersione notevole. Le medie fatte considerando solo i 15 Stati Membri iniziali della EU differiscono considerevolmente dalle medie fatte considerando tutti e 27 gli Stati Membri attuali. Ciò vuol dire che esistono notevoli differenze nel livello di sicurezza delle strade nelle diverse Nazioni. Disaggregando per Nazione i risultati ottenuti in termini di riduzione percentuale del numero di vittime rispetto ai livelli del 2001 (v. Figura 1.6), si ha che, a fronte del dato medio europeo del 28%, alcuni Paesi (virtuosi) hanno superato la soglia del 40% (Lussemburgo, Francia, Portogallo, Spagna e Lettonia) raggiungendo quasi già nel 2008, nel caso del Lussemburgo, l'obiettivo del 50% fissato dalla EU, mentre altri si sono fermati al di sotto della soglia del 10% (Danimarca, Norvegia, Malta, Slovacchia, Polonia, Bulgaria, Romania). Da osservare che in Bulgaria e, soprattutto, in Romania il fenomeno dell'incidentalità si è aggravato rispetto ai livelli del 2001, facendo registrare nel 2008 un incremento piuttosto che una diminuzione dal numero di vittime. I risultati si mantengono nella loro sostanza invariati se si fa riferimento alla variazione occorsa nel periodo 2001-2008 all'indicatore "vittime per milione di abitanti" (v. Figura 1.7 e Figura 1.8). Esistono quindi realtà molto diverse all'interno dell'Europa; le modalità di approccio e le esperienze operative dei Paesi più

## GLI SVILUPPI IN CAMPO NAZIONALE ED INTERNAZIONALE

virtuosi potrebbero costituire un interessante punto di riferimento per quelli che invece si trovano ancora in una fase di torpore, se non altro per maturare la convinzione che “si può fare di più”.

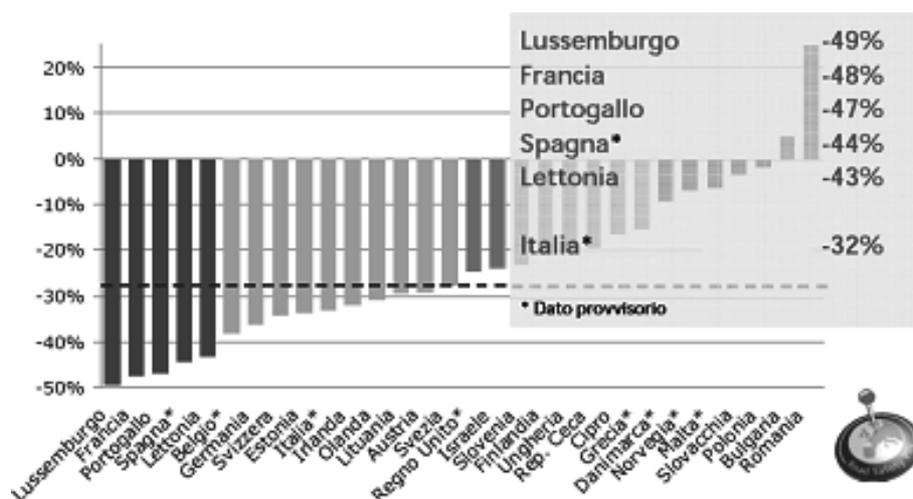


Figura 1.6: riduzione del numero di vittime 2001-2008 (%) [7]

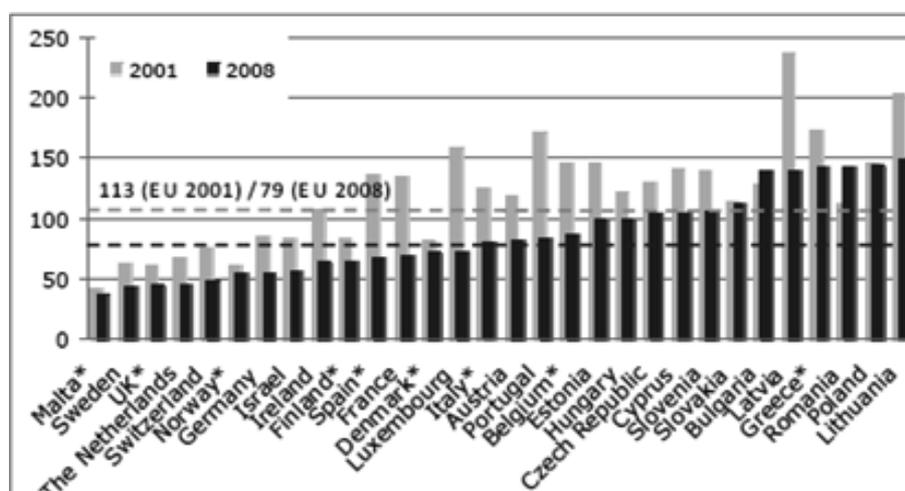


Figura 1.7: morti su strada per milione di abitanti: confronto 2001-2008 [7]

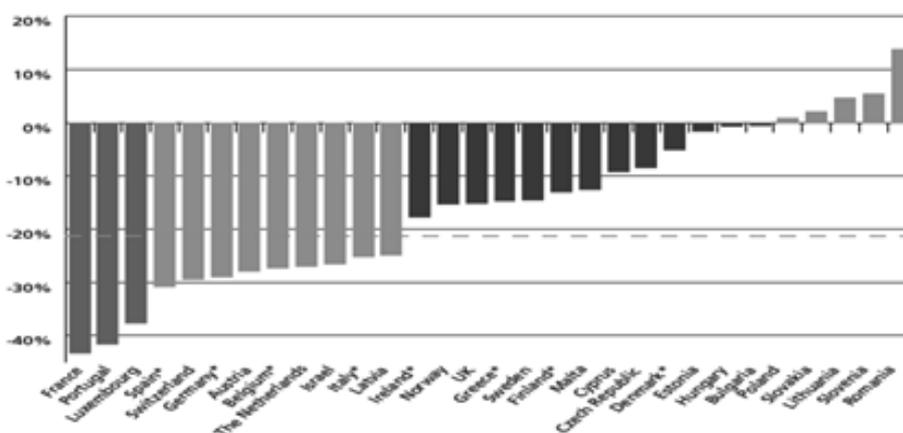


Figura 1.8: variazioni del numero di vittime per milioni di abitanti rispetto all'anno 2001, aggiornata al 2008 [7]

Nel panorama tracciato è possibile operare una distinzione tra i livelli di sicurezza che caratterizzano la rete autostradale rispetto al resto della rete. Nel suo complesso, la rete TERN (per la massima parte costituita da infrastrutture autostradali) è

## INFRASTRUTTURE STRADALI PIÙ SICURE. FASE I: I CRITERI

la più sicura: assorbendo circa ¼ dei km percorsi annualmente, contribuisce solo per l'8% alla pesante statistica EU delle vittime su strada, valore che, tuttavia, non consente di alzare la guardia, corrispondendo comunque a 3200 vittime/anno.

Anche nel settore della viabilità autostradale si osserva comunque una grande dispersione di risultati tra i diversi Paesi europei. Figura 1.9 evidenzia che la rete autostradale più insicura presenta un rischio ben 6 volte superiore di quella più sicura. In termini di vittime per miliardo di veicoli-km, la classifica dei Paesi europei, per quanto riguarda la rete autostradale, è rappresentata dalla Figura 1.10: rispetto alla media europea di circa  $2,7 \times 10^{-9}$  vittime/veic-km, ci sono paesi (Svizzera, Danimarca, Olanda, Inghilterra) che fanno registrare un valore inferiore a  $2,0 \times 10^{-9}$  vittime/veic-km, ed altri (Slovenia, Ungheria) che hanno il triste primato di  $8,0 \times 10^{-9}$  vittime/veic-km.

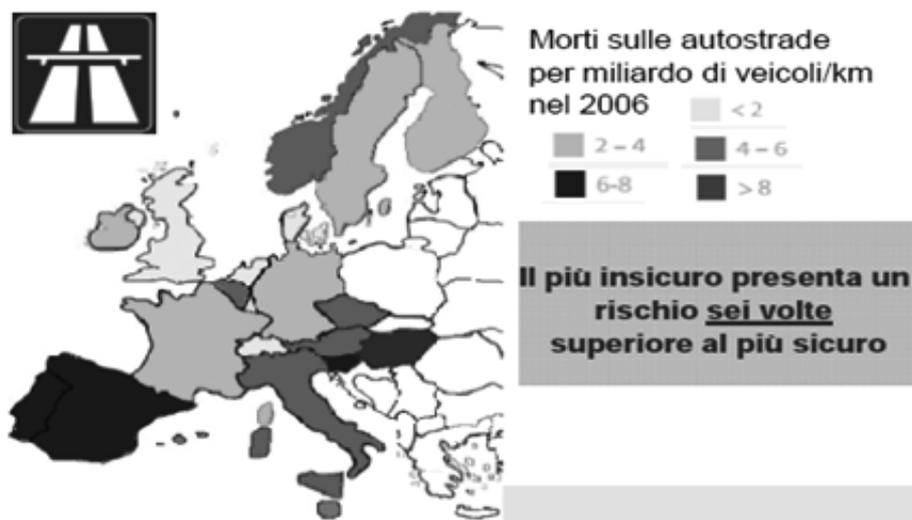


Figura 1.9: morti sulle autostrade europee [7]

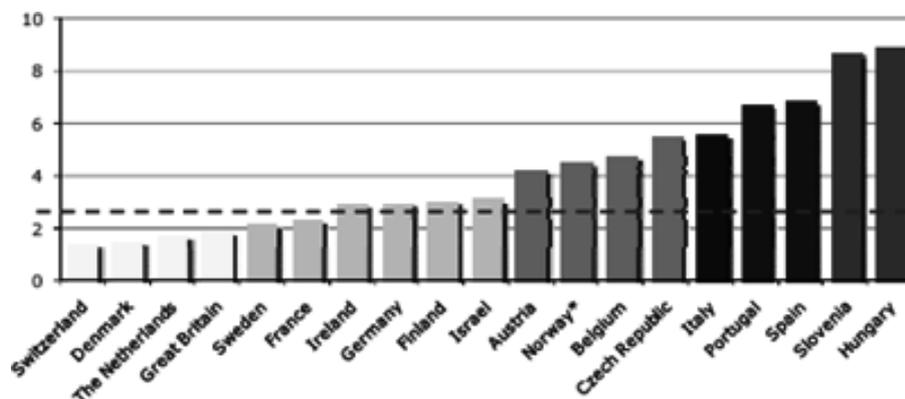


Figura 1.10: morti in autostrada per mld veic-km [7]

Alla soglia dello scadere del decennio, quindi, si può certamente dire che in Europa si è riusciti ad ottenere importanti risultati positivi, ma non si è raggiunto l'ambizioso obiettivo posto nel 2001. Alcune nazioni hanno ottenuto risultati molto vicini a questa soglia, ma altre sono ancora molto distanti. La disanima effettuata comunque apre un orizzonte di speranza: quando gli sforzi e gli impegni destinati alla sicurezza stradale sono ben coordinati, profusi con costanza e indirizzati nella giusta direzione, possono essere caratterizzati da elevati livelli di efficacia nel ridurre la piaga delle morti sulla strada.

## 1.2.2 Le politiche adottate e gli obiettivi conseguiti in Italia

Lo strumento con cui in Italia si è inteso affrontare il problema dell'incidentalità e del miglioramento della sicurezza stradale è rappresentato dal Piano Nazionale della Sicurezza Stradale (PNSS) i cui indirizzi generali e linee guida sono stati predisposti dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (MIT) con il Decreto Interministeriale del 29.03.2000, nel rispetto della Comunicazione alla Commissione Europea n. 131 del 1997 e dell'Art. 32 della L.144 del 17.05.1999 [3]. Con un anticipo di un anno rispetto al Libro Bianco della EU, le linee guida del PNSS hanno individuato come obiettivo strategico una "riduzione del numero di morti e feriti gravi per incidenti stradali del 40% entro il 2010".

Con la delibera del C.I.P.E. n. 100 del 29.11.2002 è stato poi approvato il programma di attuazione per il biennio 2002-2003 nel cui primo Programma Annuale (2002) è stato stabilito che "la gestione del programma avviene a livello regionale, in coerenza con principi e parametri concordati tra Governo, Regioni, Province e Comuni".

I Piani di Attuazione varati nel 2002 e nel 2003 hanno efficacemente incentivato la presa di coscienza del problema da parte degli Enti proprietari di strade ed hanno sollecitato iniziative mirate ad avviare un processo di gestione di questa emergenza. Numerosi sono stati i Progetti Pilota avviati o i progetti di intervento proposti dagli Enti locali ed approvati a livello regionale.

Dopo le iniziative stimulate dai primi due programmi di attuazione del PNSS, però, il tema della sicurezza stradale ha dovuto cedere il passo ad altre esigenze nazionali ritenute maggiormente prioritarie ed il PNSS non ha trovato più spazio nelle Leggi Finanziarie degli anni successivi. Si è dovuto attendere la legge 296/06 (Finanziaria 2007) per trovare nuovi incentivi diretti al finanziamento delle attività connesse all'attuazione, alla valutazione di efficacia ed all'aggiornamento del PNSS, avviando il 3°, 4° e 5° programma di attuazione per gli anni 2007, 2008 e 2009. In realtà, al 2010 tali finanziamenti non sono diventati ancora operativi.

Nell'aprile del 2007, la Consulta Nazionale sulla Sicurezza Stradale, con la collaborazione con il Ministero dei Trasporti, Cnel e Regioni, ha redatto il "Libro Bianco – Stato di attuazione della sicurezza stradale, attuazione del piano Nazionale, prime valutazioni di efficacia" – Bilancio Generale. È un importante documento che descrive gli atti di pianificazione e programmazione, gli interventi attivati o realizzati, i tempi di attuazione, i contenuti ed i campi di intervento dei progetti finanziati e attivati e la quota dei progetti completati. Non mancano i riferimenti alle principali problematiche di sicurezza in Italia su un arco di tempo di otto anni.

Come sopra precisato, con il primo programma annuale di attuazione del 2002 è stato definito il concetto secondo cui il ruolo del Ministero delle Infrastrutture e Trasporti è quello di svolgere funzioni di indirizzo, programmazione generale, coordinamento, e verifica generale, complementari alle funzioni di regolamentazione, di programmazione operativa e di impulso, mentre è compito delle Regioni e delle Province autonome, in relazione al rapporto di sussidiarietà esistente tra i livelli di governo, la programmazione degli interventi sul territorio, attivando i finanziamenti assegnati; le Regioni in particolare hanno il compito di monitorare l'attuazione degli stessi e confrontare i risultati della loro efficacia al fine di individuare le "buone pratiche", ovvero quelle soluzioni che effettivamente sono in grado di risolvere i problemi che affliggono la sicurezza stradale. Per lo sviluppo di questa attività, nel secondo programma di attuazione del PNSS del 2003 è stata individuata una linea di azione da gestire direttamente a livello nazionale dal Governo, in accordo con i Governi regionali, le Province e i Comuni, comprendente tra l'altro, la creazione di Centri di Monitoraggio e governo Regionali della Sicurezza Stradale (CMRSS), raccordati con i centri di monitoraggio provinciali e comunali, aventi lo scopo di rafforzare il ruolo di coordinamento e di monitoraggio delle Regioni. Numerose e validissime iniziative sono state avviate in proposito, ma i finanziamenti per permettere l'attuazione dei CMRSS non sono ad oggi ancora pienamente disponibili.

Tra i principi che sono stati introdotti dal PNSS nel documento del 2000 [3], tre hanno rilevanza particolare:

## INFRASTRUTTURE STRADALI PIÙ SICURE. FASE I: I CRITERI

- Il primo principio riguarda la sistematicità dell'azione di contrasto ai fattori di rischio. L'elevato tasso di morti e feriti per incidenti stradali in Italia è infatti determinato in misura prevalente da condizioni "ordinarie" che riguardano la maggioranza dei cittadini, i lavoratori, gli spostamenti abituali.
- Il secondo è costituito dal forte richiamo alla predisposizione di strumenti attuativi basati sulla concertazione, sul partenariato e sull'incentivazione. Tali strumenti mirano a creare una rete di interventi tra loro coordinati e convergenti, che tengano conto della influenza esercitata dalle condizioni infrastrutturali, urbanistiche e ambientali sui livelli di sicurezza stradale.
- Il terzo, infine, riguarda la necessità di favorire lo sviluppo di una nuova cultura della sicurezza stradale per i singoli cittadini, i tecnici e i decisori.

In relazione ai criteri sopra indicati – e ad altri che per brevità sono stati omessi – il PNSS ha individuato sette linee di azione:

- I. Misure di indirizzo, coordinamento e incentivazione riguardanti progetti e interventi per migliorare la sicurezza stradale da parte dei Governi regionali, delle Amministrazioni locali, degli Enti gestori delle strade e dei servizi di trasporto, delle imprese.
- II. Costruzione di una cultura della sicurezza stradale attraverso un'azione di informazione ed educazione dei cittadini e di sensibilizzazione e formazione dei tecnici e dei decisori.
- III. Rafforzamento dell'azione di prevenzione, controllo e repressione, sia a livello centrale che a livello locale, prevedendo a tale fine un più stretto coordinamento tra le forze di polizia, l'evoluzione dei modelli operativi, una maggiore diffusione di nuove tecnologie.
- IV. Rafforzamento dell'azione sanitaria, sia per quanto riguarda le misure preventive e di controllo, sia per quanto riguarda la natura e la tempestività del primo e del pronto soccorso.
- V. Miglioramento delle regole e dei controlli su veicoli, conducenti e servizi di trasporto sia attraverso accordi mirati a migliorare la sicurezza dei veicoli, sia attraverso il rafforzamento delle abilità di guida dei conducenti, sia attraverso un più capillare ed efficace controllo di veicoli e conducenti.
- VI. Miglioramento della organizzazione del traffico e della rete infrastrutturale tramite la predisposizione di nuovi strumenti di pianificazione del traffico, il miglioramento dei livelli di sicurezza della rete stradale, l'incentivazione di "Progetti per il miglioramento della sicurezza stradale". In questo quadro assume particolare rilievo l'azione mirata a creare condizioni di maggior equilibrio tra qualità urbana, condizioni ambientali, sicurezza dei pedoni, condizioni di vivibilità della città ed esigenze della circolazione dei veicoli.
- VII. Sviluppo dell'informazione agli utenti e delle campagne di sensibilizzazione.

Il richiamo ai principi fondatori del PNSS evidenzia con chiarezza che l'approccio voluto dal legislatore è stato correttamente di tipo sistemico e che l'impostazione data è stata recepita con prontezza dagli Enti territoriali. Dispiace molto osservare però che la pressione iniziale operata a livello di Governo sul tema si è esaurita molto presto, rischiando di far percepire l'impostazione tracciata dai documenti programmatici iniziali come puramente teorica, non in grado di generare reali effetti benefici, anche perché non supportata in fase di attuazione dai promessi finanziamenti. Inoltre, le complesse e farraginose modalità di erogazione dei finanziamenti hanno disincentivato molti enti locali; in alcuni casi l'erogazione dei fondi non è avvenuta nei tempi previsti e così molte opere infrastrutturali non sono state realizzate.

Il richiamato principio di sussidiarietà è stato soppiantato, in molte realtà locali, da iniziative autogestite ed autofinanziate, meritevoli ma pericolosamente scoordinate e potenzialmente inefficaci. Anche iniziative importanti per le potenziali prospettive di miglioramento della sicurezza quali la patente a punti, introdotta in Italia con D.L. del 30.06.2003, art. 126-bis

del C.d.S. (ufficialmente in vigore con la G. U. del 12.08.2003), e sulla quale tanto si è detto a livello giornalistico, sono risultate iniziative pericolosamente isolate. Sebbene si sia da più parti osservato che il provvedimento ha portato un consistente beneficio iniziale in termini di riduzione dell'incidentalità, seri studi sull'efficacia che esso ha avuto e sulla permanenza nel tempo dei suoi effetti non sembra siano stati svolti. Sembra che la cosa sia stata metabolizzata, ma in senso opposto a quello che sarebbe auspicabile: il potenziale di deterrenza si è esaurito, forse anche perché la pena non sembra essere certa.

Nel suo insieme, la condizione dell'Italia, quale risulta dalle statistiche europee richiamate nel capitolo precedente, appare complessivamente buona. Dall'osservazione dei grafici relativi all'andamento della mortalità su strada (v. Figura 1.6, Figura 1.7 e Figura 1.8), si può osservare che l'Italia si colloca in una posizione migliore rispetto alla media comunitaria sia in termini di numero di vittime sulla strada, con una riduzione del numero di vittime nel periodo 2001 – 2008 del 32%, sia in termini di numero di morti per milione di abitanti, con una variazione in meno del 24% circa rispetto al 2001.

Il rapporto sull'Italia della World Health Organization (WHO) [4] riporta, basandosi sui dati ACI/ISTAT, una progressiva flessione tra il 2000 e il 2006 della mortalità su strada (Figura 1.11). In termini assoluti, la stessa fonte Aci-Istat fornisce, per il 2008, un numero complessivo di 218.963 incidenti che hanno causato il decesso di 4.731 persone e il ferimento di altre 310.739. Rispetto al 2007, le strade in Italia si sono rivelate tendenzialmente più sicure ma con un preoccupante peggioramento della gravità degli incidenti: il numero degli incidenti è calato del 5,2%, quello dei feriti del 4,6%, mentre il numero dei morti ha manifestato una tendenza al peggioramento, facendo registrare un -7,8%.

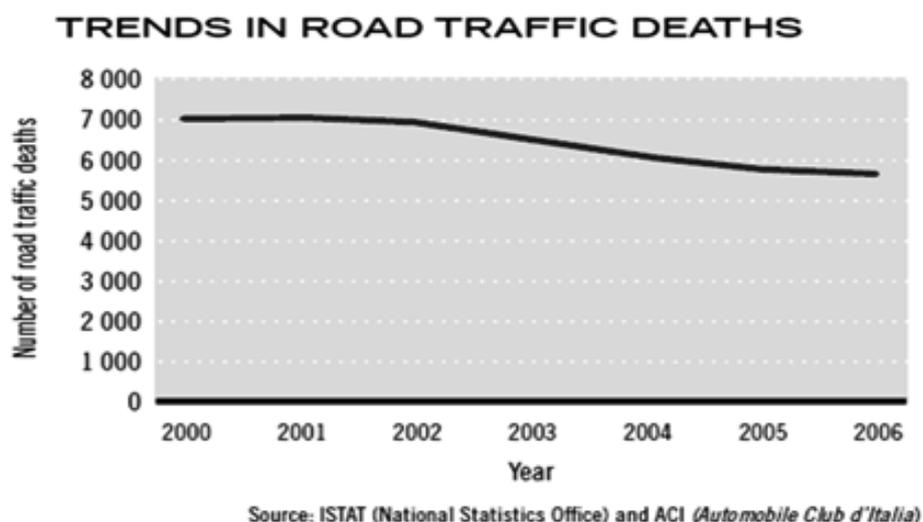


Figura 1.11: trend dei decessi su strada in Italia (anni 2000-2006) [4]

Sempre dalla fonte WHO [4] si apprende che la ripartizione in Italia delle vittime tra le varie categorie di utenti (v. Figura 1.12) porta a riconoscere che il 49% delle vittime è costituito dagli utenti dei veicoli a 4 ruote, siano essi guidatori o passeggeri, e che la restante parte è rappresentata per il 26% dagli utenti dei veicoli a 2 ruote e per il 19% dalle utenze deboli (pedoni e ciclisti).

Per quanto riguarda la rete autostradale, come riscontrato a livello europeo, anche in Italia le infrastrutture autostradali rappresentano il tipo di strada più sicura (Figura 1.13). Rispetto però al tasso di mortalità medio europeo ( $2,7 \times 10^{-9}$  vittime/veic.km), la rete autostradale italiana nel suo complesso ha fatto registrare, nel 2007, un tasso pari a  $5,4 \times 10^{-9}$  vittime/veic.km.

Sotto questo aspetto, l'introduzione a partire dal 2007 del sistema Tutor [6] sulla rete gestita dalla Società Autostrade per l'Italia (al presente il sistema è operativo su 2.200 km di autostrade) ha consentito di ottenere un consistente miglioramento

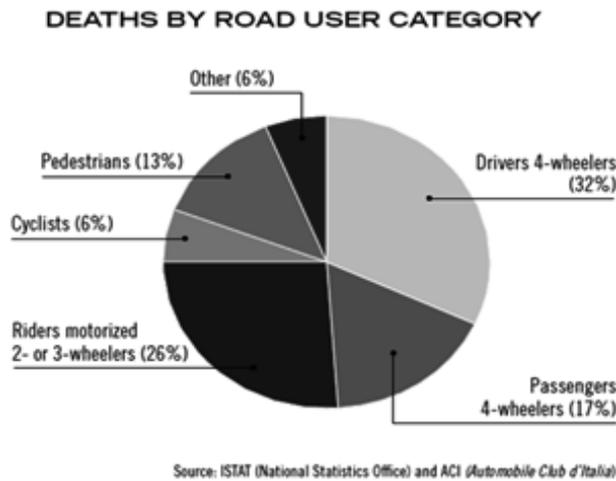


Figura 1.12: ripartizione dei decessi tra le diverse categorie di utenti della strada [4]

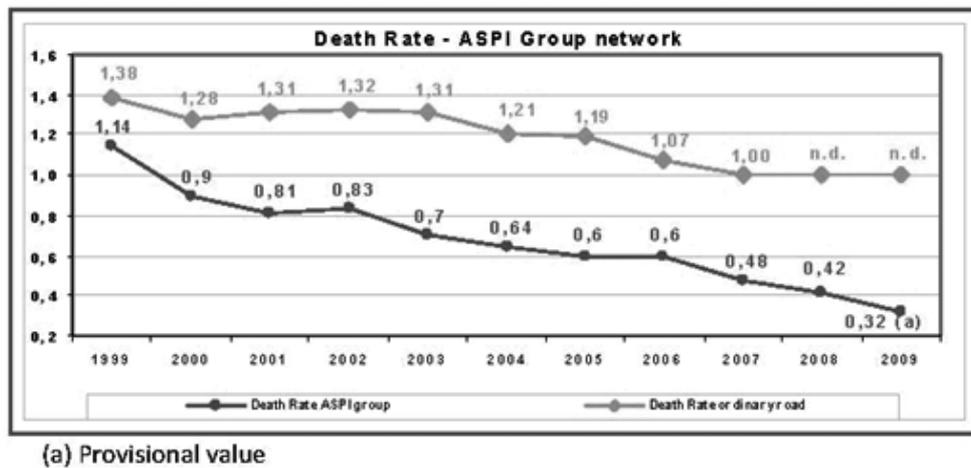


Figura 1.13: andamento del tasso di mortalità in Italia sulla rete stradale ordinaria e sulla rete autostradale del gruppo Autostrade per l'Italia [5]

della situazione che potrebbe giustificare i valori tendenzialmente più bassi negli ultimi anni evidenziati dalla Figura 1.13 rispetto alla media nazionale sopra richiamata. Da dati della società Autostrade per l'Italia si è registrata, nei primi 12 mesi di funzionamento, una significativa riduzione della velocità media (-15%) e delle velocità di picco (-25%). In termini di incidentalità, dopo la sua installazione sui primi 460 km, il Tutor ha portato una riduzione del tasso di incidentalità del 19% e del tasso di mortalità del 51% [5].

In conclusione, con ogni probabilità, anche in Italia l'obiettivo europeo di ridurre della metà le vittime della strada entro il 2010 non verrà raggiunto, così come non lo sarà neppure l'obiettivo posto dal PNSS. Pur tuttavia, nell'ultimo decennio, il numero delle vittime di incidenti e di vittime della strada si è consistentemente ridotto, anche se non quanto era nelle aspettative. Ciò dimostra che le politiche e gli interventi effettuati, anche se episodici e forse non coordinati a livello sistemico, secondo le direttive del PNSS, sono risultati efficaci. Con un migliore coordinamento nazionale delle varie iniziative, con una continua sensibilizzazione di tutti gli attori che operano per la sicurezza stradale e con un più attento monitoraggio dell'efficacia degli interventi posti in atto, per giungere ad individuare le "buone pratiche" secondo gli auspici del PNSS, è assai probabile che nel prossimo futuro potremmo conseguire risultati migliori.

## 1.3 QUALI STRATEGIE PER IL FUTURO

### 1.3.1 La ridefinizione degli obiettivi a medio termine

In vista dell'avvio del 4° Programma europeo di attività per la sicurezza stradale (4th Road Safety Action Programme) l'ETSC nel 2008 ha pubblicato un rapporto finalizzato a tracciare le possibili linee di indirizzo per la politica europea dei prossimi anni nel campo della sicurezza stradale [7] sulla scorta delle quali, oltre che di una inchiesta pubblica durata 6 mesi (Luglio – Dicembre 2009), la Commissione Europea ha redatto nel Luglio 2010, le sue proposte al Parlamento Europeo [2].

Facendo tesoro dei successi e degli insuccessi del passato decennio, la Commissione ha proposto di riconfermare quale obiettivo per il 2020 una riduzione del 50% delle vittime della strada rispetto al 2010.

Una corrispondente attenzione ai “feriti gravi”, proposta dall'ETSC nella considerazione che, per ogni vittima della strada, ci sono 4 feriti con inabilità permanenti, 10 feriti gravi e 40 feriti non gravi [7] e che questo pesante fardello di infelicità provoca danni sociali insostenibili al pari della perdita della vita, non è stata considerata dalla Commissione, per il momento, suscettibile di essere introdotta tra gli obiettivi al 2020. Ciò soprattutto a causa del fatto che non esiste, al momento, una comune definizione nei diversi Paesi membri di cosa si deve intendere per ferito grave o lieve. La Commissione, però, non desidera abbandonare la questione sulla quale, tra l'altro, nell'inchiesta pubblica svolta, si è concentrata l'attenzione di una gran parte degli intervistati, ed anzi, si ripropone di sviluppare gli elementi per una strategia globale di intervento per la riduzione dei feriti sulle strade e per l'efficienza delle azioni di primo intervento (obiettivo strategico n° 6), rinviando l'inserimento di questi ulteriori obiettivi per il 2020 al momento in cui saranno disponibili sufficienti sviluppi in questo campo.

Un'ulteriore proposta dell'ETSC, anche questa però non considerata dalla Commissione suscettibile di essere esplicitamente introdotta tra gli obiettivi al 2020, è stata quella di una riduzione del 60% delle conseguenze mortali degli incidenti a carico di bambini di età compresa tra 0 e 14 anni. La proposta prendeva spunto dai successi già conseguiti in Gran Bretagna tra il 2000 e il 2010, ove si è riusciti a ridurre il numero di bambini vittime della strada del 50%. La questione è stata però inclusa dalla Commissione europea tra gli obiettivi strategici, il 7° dei quali è appunto dedicato alle utenze deboli della strada (guidatori dei veicoli motorizzati a due ruote, pedoni, ciclisti oltre che persone anziane, bambini, giovani e persone disabili).

Le misure prioritarie individuate dalla Commissione europea quali strategie di azione per raggiungere i nuovi obiettivi di sicurezza proposti sono sintetizzate nei seguenti 7 punti:

Obiettivo 1. Miglioramento dell'educazione e dell'istruzione alla guida degli utenti. La Commissione intende agire, in cooperazione con gli Stati Membri, secondo opportunità, per lo sviluppo di una strategia comune di educazione e formazione alla guida, includendo un periodo pre-patente di tirocinio e requisiti comuni minimi per la formazione degli istruttori di guida.

Obiettivo 2. Rafforzamento delle azioni per far rispettare le regole della strada. La Commissione si impegnerà, insieme al Parlamento Europeo ed al Consiglio, per la costituzione di un sistema di scambio transnazionale di informazioni nel campo della sicurezza stradale e per la definizione di una strategia comune per incentivare l'osservanza delle regole, comprendente:

1. la possibilità di introdurre limitatori di velocità nei veicoli commerciali e leggeri e dell'obbligo di montare, in certi casi, dispositivi di blocco del veicolo in caso di uso eccessivo di sostanze alcoliche;
2. la definizione di piani nazionali di implementazione.

Obiettivo 3. Infrastrutture stradali più sicure. La Commissione:

## INFRASTRUTTURE STRADALI PIÙ SICURE. FASE I: I CRITERI

1. farà in modo di assicurare che i finanziamenti Europei siano assegnati solo per la realizzazione di infrastrutture rispondenti alle Direttive europee sulla sicurezza delle strade e delle gallerie;
2. promuoverà l'applicazione dei pertinenti principi sulla gestione della sicurezza delle infrastrutture stradali alla rete stradale secondaria degli Stati Membri, attraverso, in particolare, lo scambio delle migliori pratiche.

Obiettivo 4. Veicoli più sicuri. La Commissione:

1. svilupperà proposte per incoraggiare il progresso dei sistemi di sicurezza attiva e passiva dei veicoli, soprattutto nel campo dei veicoli motorizzati a due ruote e dei veicoli elettrici;
2. proporrà misure per la progressiva introduzione e armonizzazione di prove ed ispezioni su strada per l'accertamento della idoneità dei veicoli in termini di sicurezza;
3. effettuerà approfondimenti per valutare l'impatto e i benefici dei sistemi co-operativi di guida al fine di individuare le applicazioni più efficaci e raccomandare le corrispondenti azioni per il loro sviluppo sincronizzato.

Obiettivo 5. promozione dell'impiego delle moderne tecnologie per migliorare la sicurezza stradale. Nel contesto dell'applicazione dell'ITS Action Plan e della proposta di Direttiva ITS, la Commissione coopererà con gli Stati Membri in vista di:

1. valutare la fattibilità di attrezzare i veicoli anche esistenti, sia commerciali che privati, con ADAS (Advances Driver Assistance Systems);
2. accelerare l'inserimento nei veicoli del servizio pan-europeo di chiamate d'emergenza denominato e-Call.

Obiettivo 6. migliorare i servizi di emergenza e di pronto soccorso. In collaborazione con gli Stati Membri e con gli altri attori coinvolti nella sicurezza stradale, la Commissione metterà a punto una azione globale strategica per la riduzione dei feriti e per il pronto soccorso.

Obiettivo 7: proteggere le utenze deboli:

- a. La Commissione presenterà proposte appropriate in ordine al:
  1. Monitoraggio e ulteriore sviluppo di standard tecnici per la protezione delle utenze deboli;
  2. Inserire i veicoli motorizzati a due ruote nelle revisioni dei veicoli;
  3. Migliorare la sicurezza dei ciclisti e delle altre utenze deboli, incoraggiando l'adozione di adeguate infrastrutture;
- b. Gli Stati Membri, dal canto loro, dovranno sviluppare l'informazione, la comunicazione ed il dialogo tra gli utenti della strada e con le Autorità competenti. La Commissione fornirà il suo contributo in questo sforzo.

Come ogni ambizioso programma, che tra l'altro necessita di tempi lunghi per attuarsi, il raggiungimento dei nuovi obiettivi proposti necessita, a giudizio dell'ETSC, di una comune motivazione strategica, di una *vision* condivisa, che mobiliti tutte le energie disponibili, sintetizzabile nella frase: **“la sicurezza stradale è un diritto ed una responsabilità per tutti”**. La “sicurezza” è stata inserita tra i diritti fondamentali dell'umanità in occasione della Conferenza mondiale di Delhi del 2000 e deve coesistere in modo sinergico con l'altro diritto inalienabile rappresentato dal diritto alla mobilità. Perché questo binomio possa coesistere occorre che tutti gli operatori ed i portatori di interessi accettino ed accolgano come loro individuale responsabilità la sicurezza stradale. Solo così il trasporto stradale riuscirà a raggiungere un livello di sicurezza paragonabile a quello che caratterizza le altre nostre attività quotidiane.

### 1.3.2 Una aspirazione

I sogni e gli ideali sono i motori del nostro agire quotidiano. Non importa quanto lontano possa sembrare il loro raggiungimento. Questa verità è stata riconosciuta dall'OECD (Organization for Economic Cooperation and Development) come valida anche nel campo della sicurezza stradale [8], se è vero che i Paesi che si sono posti obiettivi quantitativi per il miglioramento della sicurezza stradale hanno sperimentato risultati migliori di quelli in cui tali obiettivi non sono stati posti con precisione e determinazione.

Definire obiettivi intermedi ambiziosi, concretamente raggiungibili nel medio termine ed individuati sulla base dell'esperienza è certamente importante ed è la strada seguita, per esempio, dai programmi di azione europei di cui si è trattato nel punto precedente; ma non basta: occorre avere anche una visione strategica a più ampio respiro, all'interno della quale sia possibile concentrare tutte le energie necessarie per avere successo nell'azione.

L'aspirazione non può essere che quella di eliminare, nel lungo termine, il drammatico tributo di morti e di feriti gravi derivante dall'uso del sistema di trasporto stradale, ideale sintetizzato con le due parole "**Toward zero**".

È questo il più alto obiettivo a cui si possa mirare, nella convinzione che qualsiasi trauma derivante dal sistema del trasporto stradale è inaccettabile. Accogliere e coltivare questa aspirazione strategica può consentire di modificare il sentire comune, secondo il quale gli incidenti stradali che producono morti e feriti sono inevitabili; introdurre e sostenere vivo questo ideale potrà incentivare azioni responsabili delle Istituzioni e della società e potrà cambiare i termini con cui vengono decisi gli interventi sulla rete.

"*Toward zero*" è l'obiettivo proposto dal Gruppo di Studio Internazionale di esperti di sicurezza stradale istituito sotto l'egida del Joint Transport Research Center dell'International Transport Forum dell'OECD al termine di 3 anni di lavoro, illustrato nel documento "*Toward zero: Ambitious Road Safety Target and the Safe System Approach*" [8]. Obiettivo ripreso ed inserito formalmente nelle politiche nazionali olandesi e svedesi per la sicurezza stradale con i documenti "*Sustainable Safety*" [9] e "*Vision Zero*" [10] rispettivamente e proposto quale obiettivo strategico per il periodo 2008-2020 dalla Western Australia con il documento "*Toward zero: getting there together*" [11].

L'aspirazione di azzerare le vittime ed i feriti gravi sulle strade richiederà lo sviluppo di innovativi e più efficaci strumenti rispetto a quelli attualmente utilizzabili basati sulle "buone pratiche". Alcuni di questi strumenti risiedono nelle innovazioni, nei sistemi di guida dei veicoli e nell'introduzione pervasiva delle moderne tecnologie dell'informazione e della comunicazione.

Il rapporto dell'OECD [8] sostiene che ulteriori miglioramenti nel campo della sicurezza stradale potranno essere conseguiti in tutti i Paesi, indipendentemente dall'attuale livello di prestazioni della loro rete stradale, attraverso l'implementazione degli otto punti di seguito richiamati:

1. miglioramento delle procedure di acquisizione e di analisi dei dati a supporto dei programmi di miglioramento della sicurezza (aumentare la conoscenza del fenomeno e dell'efficacia delle azioni intraprese);
2. definizione di robusti obiettivi a breve-medio termine, basati sullo sviluppo di una strategia d'azione condivisa;
3. definizione di obiettivi ambiziosi a lungo termine, costruiti sull'innovazione;
4. adozione di un approccio di sicurezza di sistema. Questo approccio considera in modo integrato l'insieme degli elementi costituenti il sistema "strada" e mira ad assicurare che i livelli di energia con cui avvengono gli incidenti, in relazione alle velocità relative dei veicoli, rimangano al di sotto di quelli che possono causare gravi o fatali conseguenze (30 km/h per urti tra veicoli e pedoni non protetti, 50 km/h per scontri fronto-laterali, 70 km/h per scontri frontali, v. Figura 1.14)

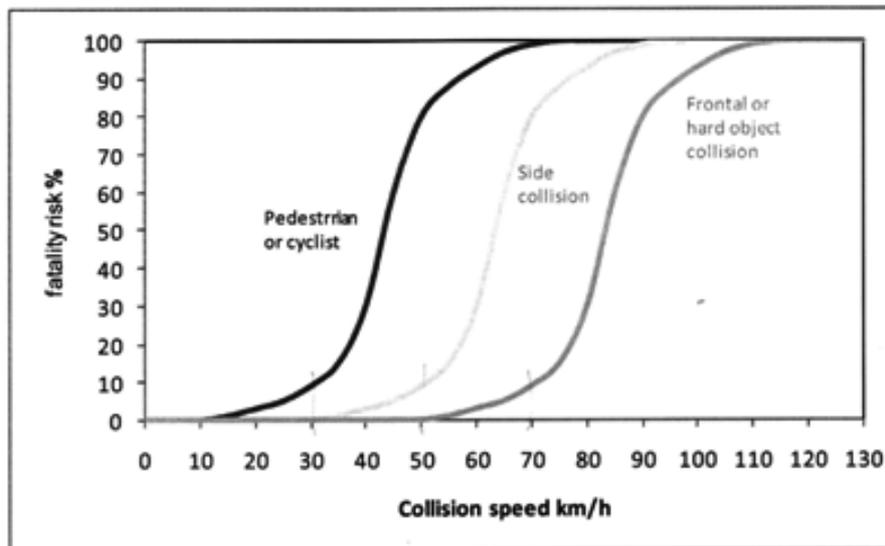


Figura 1.14: rischio di morte in caso di incidente [8]

5. miglioramento delle funzioni istituzionali cardine per la gestione del sistema;
6. sostenere la ricerca e lo sviluppo attraverso il trasferimento delle conoscenze;
7. assicurare adeguati finanziamenti per programmi di sicurezza efficaci;
8. governare la sfida, costruendo il consenso ed assicurando il sostegno a livello politico.

### 1.3.3 La gestione della sicurezza

Più volte, nei documenti di indirizzo strategico citati nei punti precedenti, viene sottolineato che, per raggiungere buoni risultati e rendere efficaci gli interventi e gli investimenti effettuati per migliorare la sicurezza stradale occorre “gestire” il problema. Non bastano, per quanto possano apparire efficaci, interventi isolati nel tempo e nello spazio (si fa riferimento, per esempio, all’introduzione in Italia della patente a punti o di sistemi di controllo delle velocità tipo Tutor, che hanno dimostrato la loro potenziale efficacia, ma che rimangono momenti isolati: vincere una battaglia non vuol dire aver vinto una guerra).

Occorre costruire un processo coordinato ed integrato, che segua l’evolversi del problema, partendo da una solida e corretta impostazione, che faccia della sicurezza una standardo, che affronti il problema in tutti i suoi aspetti, così da coinvolgere nel processo tutti i potenziali contributi, che sottoponga a monitoraggio le azioni ed i risultati conseguiti e che faccia tesoro di questi ultimi per incentivare un ritorno di conoscenza in grado di innescare una reazione esponenziale.

Con riferimento al terzo pilastro su cui è basata la sicurezza, rappresentato dalle infrastrutture stradali, la Commissione Europea ha approvato nel 2008 la Direttiva 2008/96/CE sulla “Gestione della sicurezza nelle infrastrutture stradali”, che mira ad impostare il problema proprio nel senso sopra detto, precisando i modi con cui è necessario tener conto della sicurezza stradale in tutto il processo di realizzazione dell’opera, partendo dal momento della pianificazione, a quello della progettazione ed infine al quello dell’esercizio e manutenzione della strada. Data la sua importanza, a questo argomento è dedicato il 2° capitolo di questo Quaderno AIPCR.

Un altro documento che opera nella stessa direzione è la bozza di norma ISO 39001 “Road Traffic Safety (RTS) management system”. Questa norma si pone come uno standard internazionale che mira ad istituire una sorta di “certificazione di qualità” degli Enti, Organizzazioni e Aziende che operano nel campo della sicurezza stradale. Lo standard

ISO si propone di definire il tipo di gestione di cui questi Enti si dovrebbero dotare perché la loro azione nel campo della RTS sia efficace.

Il sistema di gestione proposto è applicabile ad una vasta gamma di istituzioni e organizzazioni, sia pubbliche che private, che operano nel campo della sicurezza stradale. Questo implica per ciascuna azienda l'assunzione di responsabilità nei confronti:

- della progettazione, costruzione, gestione e manutenzione di una infrastruttura stradale concepita in modo tale da ridurre il rischio per chi la usa;
- di un mezzo sicuro o di parti di esso;
- di un sistema di trasporto pubblico o privato di persone o merci;
- dell'azione stessa del trasporto di merci e di persone;
- nei confronti del personale dipendente delle aziende che operano nel settore del trasporto e della mobilità.

Lo standard ISO potrà essere utilizzato anche da istituzioni pubbliche o private, compresi i *certification bodies*, per valutare l'idoneità e la capacità di una organizzazione terza a rispettare i requisiti definiti dal Committente, dallo Statuto o dai Regolamenti nel campo della sicurezza del trasporto stradale.

I vantaggi a cui può portare l'adozione di un sistema di gestione del tipo di quello proposto dallo Standard ISO sono:

- assistenza nella realizzazione degli obiettivi individuati;
- miglioramento degli interventi e della loro pianificazione;
- riduzione del contenzioso;
- miglioramento nella gestione del personale mirato al raggiungimento della massima efficienza;
- miglioramento continuo della sicurezza per tutti gli utenti della strada.

## **1.4 NUOVI STRUMENTI PER IL PROGETTO DELLA SICUREZZA DELLE INFRASTRUTTURE**

### **1.4.1 Le “migliori pratiche”**

Agire sulle infrastrutture stradali costituisce una delle modalità più efficaci per migliorare la sicurezza stradale nel breve termine.

Una volta individuati i tratti critici della rete, ove si registra un elevato numero di incidenti in rapporto al traffico, ed aver accertato, mediante appropriate analisi di sicurezza, la presenza nella costituzione fisica dell'ambiente stradale di fattori di rischio correlabili alla tipologia prevalente degli incidenti registrati, l'adozione di interventi appropriati che rimuovano i fattori di rischio rappresenta il modo più efficace per ottenere un sollievo immediato della situazione.

Per ciascuna situazione infrastrutturale esistono però molteplici possibilità di intervento, ciascuna caratterizzata da un proprio costo di realizzazione e da uno specifico livello di efficacia nella capacità di ridurre il numero di incidenti. Occorre quindi individuare ed adottare l'intervento più promettente in termine di costo-efficacia.

## INFRASTRUTTURE STRADALI PIÙ SICURE. FASE I: I CRITERI

Un recente studio è stato al proposito pubblicato dal CEDR (Conference of European Directors of Roads), il cui obiettivo era quello di identificare le “migliori pratiche” atte ad assicurare l’efficacia economica degli investimenti infrastrutturali per il miglioramento della sicurezza stradale [13].

Attraverso una approfondita analisi delle informazioni e dei dati disponibili in letteratura, dei risultati di progetti di ricerca nazionali o internazionali (ROSEBUD, PROMISING, VESIPO etc) e delle risposte acquisite attraverso il lancio di due specifici questionari a livello europeo, il Gruppo di Studio 07 (Road Safety) del CEDR ha costituito una banca dati di tutti i diversi interventi che vengono adottati nei Paesi europei al fine di migliorare la sicurezza. Gli stessi sono stati poi ordinati in ragione del loro costo di realizzazione e dei loro effetti sulla sicurezza e conseguentemente classificati in quattro categorie in funzione del valore alto o basso assunto da queste due grandezze. Gli interventi presi in considerazione sono riferiti a tutti i tipi di infrastrutture (autostrade, strade extraurbane secondarie, intersezioni e strade urbane) e sono differenziati tra interventi “strutturali” (per esempio, miglioramento dell’andamento planimetrico del tracciato) e interventi “non strutturali”, riferiti alle modalità di gestione dell’infrastruttura (ad esempio, controllo del traffico) Pur con i limiti e le approssimazioni insite in un simile sforzo di semplificazione, lo studio del CEDR ha consentito di documentare il fatto che esistono tipi di intervento caratterizzati da un basso costo e da un alto potenziale di sicurezza ai quali è opportuno dare priorità nella definizione delle scelte; esistono altresì tipi di investimento che, pur caratterizzati da elevati costi, hanno anche importanti effetti sulla sicurezza e che ugualmente, quindi, costituiscono soluzioni considerabili in relazione alle caratteristiche specifiche di ciascuna realtà. Gli interventi rientranti in queste due categorie costituiscono quelle che sono state definite le “migliori pratiche”.

Viceversa, esistono interventi che nella classificazione del CEDR ricadono nelle due categorie caratterizzate da un basso potenziale di sicurezza, indipendentemente dal fatto che abbiano un costo di realizzazione basso o alto, e che quindi non dovrebbero rientrare, a meno di situazioni particolari, nel novero delle soluzioni da assumere a riferimento.

Tra tutti i tipi di investimento individuati, il CEDR ha identificato 5 specifiche aree di intervento caratterizzate, in base ai risultati dallo studio svolto, dalle maggiori potenzialità in termini di costo efficacia e alle quali ha dedicato una attenta analisi di dettaglio. Le cinque aree individuate sono:

1. organizzazione dei margini laterali (fasce di sicurezza, dispositivi di ritenuta);
2. sistemi di controllo e gestione delle velocità operative;
3. organizzazione delle intersezioni (rotatorie, ridefinizione geometrica, sfalsamento, canalizzazione delle correnti di traffico);
4. controllo del traffico nelle intersezioni (segnaletica, semafori)
5. interventi di traffic calming.

L’analisi di dettaglio svolta ha consentito di assegnare a ciascun tipo di intervento il valore del rapporto benefici/costi riportato in Tabella 1.1. Solo i risultati statisticamente significativi sono stati considerati in questa analisi, al fine di minimizzare il livello di incertezza delle conclusioni.

Rinviando alla pubblicazione originale [13] per una attenta disamina dei risultati ottenuti e del loro significato, si vuole in questa sede sottolineare il fatto che risultati del tipo di quelli esposti in Tabella 1.1 possono avere un grosso significato in una analisi di tipo comparativo, nella quale vengono confrontate diverse possibili soluzioni di intervento per scegliere quella più idonea a risolvere un determinato problema; possono però anche indurre in errore, facendo ritenere che interventi caratterizzati da più alti valori del rapporto benefici-costi offrano un maggior contributo alla sicurezza. Tale errore è da evitare.

Tabella 1.1: costo-efficacia degli investimenti stradali più promettenti

Aree di intervento	Intervento	Rapporto beneficio/costo	
		Min	Max
Organizzazione dei margini laterali	Fasce di sicurezza	< 1:1	n/a
	Riduzione pendenze	< 1:1	n/a
	Dispositivi di ritenuta	8,7:1	32:1
Sistemi di controllo e di gestione della velocità	Imposizione di limiti di velocità	> 1:1	n/a
	Riduzione dei limiti di velocità	2:1	3:1
Organizzazione delle intersezioni	Rotatorie	2:1	3:1
	Riprogettazione dell'intersezione	3:1	3:1
	Canalizzazione dei flussi	< 1:1	2,5:1
Controllo del traffico nelle intersezioni	Imposizione di STOP	< 1:1	8:1
	Introduzione di semafori	< 1:1	8:1
	Miglioramento dei cicli semaforici	< 1:1	8,6:1
Interventi di traffic calming	Intervento di traffic calming su area vasta	2:1	4:1

Nell'esaminare quale sia la soluzione migliore per risolvere un problema di sicurezza occorre infatti valutare congiuntamente sia l'efficacia economica dei diversi possibili interventi (scopo appunto perseguito dallo studio svolto dal CEDR) sia la capacità di ciascuno di essi di ridurre il numero di incidenti. Per valutare questo secondo aspetto occorre far uso di strumenti (modelli previsionali) che consentano di stimare l'efficacia degli interventi.

#### 1.4.2 Analisi dell'efficacia degli interventi di sicurezza

Nel giugno 2010 è giunta a compimento, negli USA, una importante iniziativa dell'AASHTO che ha impegnato per oltre un decennio i maggiori esperti mondiali di sicurezza stradale, finalizzata a sviluppare l'Highway Safety Manual (HSM) [14].

L'HSM costituisce uno strumento tecnico, basato su dati scientifici, che consente di sviluppare analisi quantitative di sicurezza da affiancare agli indicatori prestazionali (qualità della circolazione, impatto ambientale, costo di costruzione e manutenzione) usualmente utilizzati negli studi di pianificazione e di progettazione delle infrastrutture stradali. L'HSM propone una metodologia mediante la quale è possibile valutare l'entità di cui la frequenza e la gravità degli incidenti vengono modificate dagli interventi effettuati. Con questa metodologia i cambiamenti attesi nella frequenza incidentale prodotti dalle diverse alternative progettuali possono essere confrontati con i benefici funzionali ed ambientali che le stesse offrono e con i rispettivi costi di realizzazione. Ciò consente di introdurre nel processo decisionale che porta alle scelte progettuali la consapevolezza degli effetti che le soluzioni alternative allo studio hanno sulla sicurezza.

L'efficacia potenziale in termini di sicurezza di un intervento può essere valutata utilizzando modelli previsionali di incidentalità che consentono di stimare il numero di incidenti che una data configurazione progettuale può produrre.

La scelta operata dalla Task Force dell'AASHTO che ha sviluppato l'HSM a riguardo dei modelli previsionali da adottare, è caduta su un'espressione del tipo:

$$N = SPF \times (CMF1 \times CMF2 \times \dots \times CMFn) \times C$$

ove:

N = frequenza incidentale attesa;

## INFRASTRUTTURE STRADALI PIÙ SICURE. FASE I: I CRITERI

- SPF = Safety Performance Function, modello regressivo che consente di stimare la frequenza incidentale in funzione di una serie di variabili che caratterizzano una situazione infrastrutturale base assunta a riferimento;
- CMFx = Crash modification Factor (fattore di modifica della frequenza incidentale) che consente di tener conto degli effetti sull'incidentalità che può avere una modifica del valore del parametro x che caratterizza l'infrastruttura in esame rispetto alla situazione base;
- C = fattore di calibrazione locale, che consente di calibrare le valutazioni prodotte dal modello previsionale (sviluppato con riferimento a realtà infrastrutturali che con ogni probabilità sono diverse dalla condizione in esame) sulla specifica realtà locale in esame.

Le caratteristiche "base" dell'infrastrutture assunte a riferimento per lo sviluppo delle SPF per infrastrutture extraurbane secondarie sono, ad esempio, le seguenti.

Tabella 1.2: caratteristiche dell'infrastruttura "base" extraurbana secondaria presa a riferimento per la valutazione delle SPF

Intersezioni	Asse principale
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Angolo di 90° (0° skew)</li> <li>• Assenza di corsie specializzate per la svolta a sinistra</li> <li>• Assenza di corsie specializzate per la svolta a destra</li> <li>• Assenza di illuminazione</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Larghezza corsie 3,6 m</li> <li>• Larghezza banchine 1,8 m</li> <li>• Rating di pericolosità degli ostacoli laterali: 3</li> <li>• 5 accessi laterali per miglio</li> <li>• Andamento planimetrico: rettilineo in piano (pendenza 0%)</li> <li>• Assenza di rumble strips al centro</li> <li>• Assenza di corsia di sorpasso</li> <li>• Assenza di corsie specializzate per le svolte a sinistra nei due sensi</li> <li>• Assenza di illuminazione</li> <li>• Assenza di sistemi automatici di sanzionamento degli eccessi di velocità</li> </ul>

Due esempi di SPF proposti dall'HSM rispettivamente per una strada extraurbana secondaria (rural two lane) e per una intersezione a raso a 4 braccia su una strada extraurbana a più corsie per senso di marcia senza spartitraffico (un tipo di infrastruttura non prevista dal nostro Codice della Strada) possono essere utili per comprendere l'impostazione del metodo:

$$N = AADT \times L \times (365 \times 10^{-6}) \times e^{-0,312}$$

$$N = e [a + b \ln (AADT_{maj}) + c \ln (AADT_{min})]$$

Ove oltre ai termini già noti:

AADT = traffico giornaliero medio annuo;

L = sviluppo della sezione omogenea considerata;

AADT<sub>maj</sub> = TGM sulla principale;

AADT<sub>min</sub> = TGM sulla secondaria

a, b, c = coefficienti variabili per tipo di intersezione e severità di incidenti considerati

La prima edizione pubblicata dell'HSM comprende le SPF riferite ai tipi di strada e di intersezione riportate Tabella 1.3. Le SPF riferite a infrastrutture autostradali e a svincoli sono in corso di sviluppo a cura dell'AASHTO e saranno incluse nella seconda edizione del manuale

Tabella 1.3: SPF incluse nell'edizione 2010 dell'HSM [14]

HSM Chapter/ Facility Type	Undivided Roadway Segments	Divided Roadway Segments	Intersections			
			Stop Control on Minor Leg(s)		Signalized	
			3-Leg	4-Leg	3-Leg	4-Leg
10 - Rural Two-Lane Two-Way Roads	✓	-	✓	✓	-	✓
11 - Rural Multilane Highways	✓	✓	✓	✓	-	✓
12 - Urban and Suburban Arterials	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Un esempio, infine, di CMF riferito agli effetti sulla frequenza incidentale della larghezza della banchina in destra, al variare del volume di traffico, è riportato in Figura 1.15

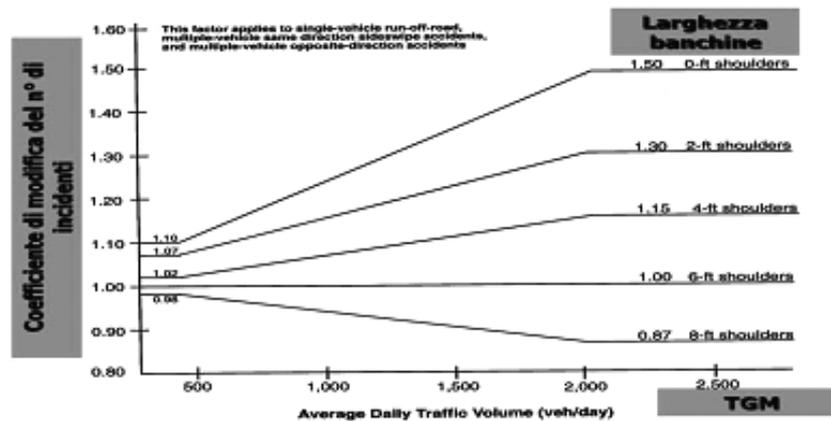


Figura 1.15: valori del CMF relativo alla larghezza del margine laterale in destra [14]

La larghezza della banchina dell'infrastruttura base di riferimento (v. Tabella 1.2) è pari a 6 ft (1,80 m) e per questa il valore del CMF è pari a 1,00. Qualora la soluzione progettuale in esame preveda una banchina più stretta, pari, per esempio, a 60 cm, l'incremento di incidentalità che potenzialmente la situazione potrà produrre rispetto a quella base di riferimento, nel caso, per esempio, di una strada impegnata da un valore del TGM pari a 2000 veic/g, è, secondo l'HSM, pari al 30% (CMF=1,30).

Nel sottolineare la grande utilità che un metodo di valutazione dell'efficacia degli interventi del tipo di quello proposto dall'AHSM può avere per aiutare a "costruire" nei progettisti una maggiore sensibilità verso gli aspetti progettuali riguardanti la sicurezza stradale e per far maturare in loro la consapevolezza che ogni scelta progettuale può avere un risvolto positivo o negativo sulla frequenza degli incidenti che potranno affliggere il tratto stradale in progetto, occorre altresì sottolineare che per una corretta utilizzazione in Italia delle procedure e dei parametri proposti dall'HSM occorre porre particolare attenzione alla valutazione del parametro di calibrazione "C" che compare nell'espressione generale che fornisce la frequenza incidentale attesa.

La valutazione dei coefficienti "C" richiede un'attività preliminare all'applicazione dei modelli dell'HSM verso la quale si auspica sia dedicata, da parte dei gestori delle strade e dell'Autorità di governo centrale, una specifica attenzione.

Solo in questo modo il metodo HSM, con tutte le sue potenzialità, potrà diventare, come si auspica, un efficace strumento di lavoro anche in Italia.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] Commissione delle Comunità Europee, *LIBRO BIANCO: la politica europea dei trasporti fino al 2010: il momento delle scelte* Documento, COM(2001) 370 definitivo del 12.9.2001.
- [2] European Commission, *Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions – Towards a European road safety area: policy orientations on road safety 2011-2020*, COM (2010) 389 final, 20.07.2010
- [3] Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, *Indirizzi generali e linee guida di attuazione del Piano Nazionale della Sicurezza – Nota di sintesi*, 2000
- [4] World Health Organization, *Global Status Report on Road Safety, Time for Action*, 2009
- [5] Rigacci, R., *The Safety Tutor Project: Reduction of Speed means less fatalities*, ETSC Conference *Future Directions in Speed Management*, Bruxelles, 23.2.2010
- [6] Autostrade Spa, Sistema TUTOR, – [www.autostrade.it](http://www.autostrade.it) – 24.06.2010.
- [7] ETSC, *Road Safety as a right and responsibility for all*, a blue print for the EVIS 4th Road Safety Action Programme, 2010 – 2020, Brussels, 2008.
- [8] OECD – ITF, *Toward Zero: Ambitious Road Safety Targets and the Safe System Approach*”, ISBN 978-92-821-0195-7, 2008
- [9] NL Wegman, F. e Aart, L., *Sustainable Safety - Advancing Sustainable Safety: National Road Safety Exploration for the Years 2005-2020*, Swov, 2005
- [10] Whitelegg, J., Haq, G., *Vision Zero: Adopting a target of Zero for Roads Traffic Fatalities and Serious Injuries*, SEI, 2006
- [11] Ministero for Roads Safety, Western Australia, *Toward Zero: getting there together*, Marzo 2009
- [12] Wranborg, P., *A new Approach to a Safe and Sustainable Road Structure and Street Design for Urban Areas*, Proc. Road Safety on Four Continents Conference, Warsaw, 2005
- [13] CEDR, *Best Practices for Cost-Effective Road Safety Infrastructure Investments*, April 2008, [www.cedr.eu](http://www.cedr.eu) Publications 2008.
- [14] AASHTO, *HSM – Highway Safety Manual*, 2010
- [15] Avenoso, A., *La posizione dell'ETSC sulla Direttiva 2008/96/CE sulla gestione della sicurezza delle infrastrutture Stradali*, Workshop *La Direttiva 2008/96/CE*, AIPCR C1, Parlamentino del Consiglio Superiore dei LL.PP., 9 Luglio 2009
- [16] Francesconi, S., *Direttiva 2008/96/CE: dall'ideazione all'adozione*, Workshop *La Direttiva 2008/96/CE*, AIPCR c1, Parlamentino del Consiglio Superiore dei LL.PP., 9 Luglio 2009

## CAPITOLO 2

### LA DIRETTIVA EUROPEA 2008/96/CE

#### 2.1 INTRODUZIONE

Nel terzo programma di azione del 2003 la Commissione europea si era impegnata a proporre una Direttiva quadro riguardante la sicurezza delle infrastrutture stradali per introdurre un sistema di gestione armonizzato dei punti pericolosi e di audit di sicurezza. La Commissione aveva a disposizione 3 opzioni:

- limitarsi ad incentivare lo scambio delle migliori pratiche tra gli Stati Membri;
- sviluppare una normativa quadro vincolante sulla gestione della sicurezza delle infrastrutture, lasciando gli Stati membri liberi di decidere i dettagli dell'applicazione;
- armonizzare la legislazione ed introdurre pratiche comuni per tutti gli Stati membri.

Nell'Ottobre 2006 la Commissione ha privilegiato la seconda opzione, pubblicando una proposta di Direttiva che ha iniziato un lungo e travagliato iter approvativo conclusosi il 26 Febbraio 2008 con l'approvazione della Direttiva 2008/96/CE che, rispetto al testo iniziale, veniva indebolita dall'aver reso non vincolanti i 4 annessi e dall'averne limitato l'applicazione alla sola rete TERN.

Entro il 19 dicembre del 2010 la Direttiva deve essere recepita dagli Stati Membri ed entro la stessa data le Amministrazioni che gestiscono strade debbono avviare l'applicazione.

Per garantire una corretta ed omogenea applicazione della Direttiva, infine, gli Stati membri hanno a disposizione un ulteriore periodo di 1 anno, fino al 19 dicembre 2011, per eventualmente emanare Linee Guida che coadiuvino nel loro lavoro tutti coloro che sono chiamati ad introdurre ed applicare la Direttiva. L'adozione delle Linee Guida dovrà essere comunicata alla Commissione europea che ne curerà la diffusione rendendole disponibili in un sito web pubblico.

Lo scopo finale è quello di diffondere le prassi seguite all'interno dei diversi Paesi membri, innescando un processo di continuo aggiornamento che consenta di giungere a riconoscere quelle procedure che saranno state validate mediante solide analisi costi/benefici come "best practices" internazionalmente accettate.

Al fine di richiamare l'attenzione in Italia sull'argomento, il Comitato C1 dell'AIPCR ha organizzato nel Luglio 2009 un Workshop tenutosi nella sala del Parlamentino del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici ed articolato in due Sessioni: la prima dedicata a presentare e discutere gli aspetti normativi, procedurali, di responsabilità e formativi che la Direttiva solleva, e la seconda dedicata all'approfondimento degli aspetti tecnici riguardanti i 4 pilastri su cui la Direttiva è fondata (l'Analisi di impatto sulla sicurezza stradale, le verifiche di sicurezza in fase di progettazione, la classificazione e gestione della sicurezza delle strade in esercizio e le ispezioni di sicurezza).

Nel corso del 2010 il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici ha organizzato una serie di Forum di discussione dedicati all'approfondimento delle problematiche principali riguardanti il recepimento della Direttiva, primo fra tutti il campo a cui estendere l'applicazione della norma.

Data l'importanza dell'argomento, il presente capitolo del Quaderno 2010 del Comitato C1 dell'AIPCR è dedicato a richiamare i principali elementi e temi di discussione aperti dalla Direttiva 2008/96/CE in vista del suo recepimento, integrandone la presentazione con considerazioni scaturite nel corso delle numerose occasioni di dibattito avute durante le riunioni del Comitato C1 e del Workshop tenutosi nel Luglio 2009.



Figura 2.1: locandina del Workshop “La Direttiva 2008/96/CE – Gestione della sicurezza delle infrastrutture stradali”, organizzato dal Comitato C1 dell’AIPCR il 9 luglio 2009

## 2.2 I CONTENUTI DELLA DIRETTIVA

### 2.2.1 Gli obiettivi

L'obiettivo che la Commissione ha inteso conseguire con l'emanazione della Direttiva 2008/96/CE sulla “Gestione della sicurezza nelle infrastrutture stradali” è stato principalmente quello di contribuire a raggiungere un comune elevato livello di sicurezza nelle strade appartenenti alla rete TERN in tutti gli Stati Membri, facendo sì che la sicurezza stradale sia integrata in tutte le attività di pianificazione, progettazione, costruzione ed esercizio delle infrastrutture stradali.

Con la Direttiva in questione la sicurezza stradale viene considerata al pari degli altri criteri utilizzati nella valutazione e scelta degli investimenti in infrastrutture stradali, tradizionalmente riferiti alla tutela dell'ambiente, alla funzionalità del deflusso veicolare, al contenimento del consumo di territorio e, principalmente, ai costi di realizzazione dell'opera, dando alla sicurezza stradale l'importanza e la dignità che compete ad un problema sociale. Per ottenere ciò, occorre creare una “consapevolezza della sicurezza” nel processo decisionale, riconoscendo ed accettando che l'infrastruttura possa giocare un ruolo importante nell'elevare il livello della sicurezza stradale.

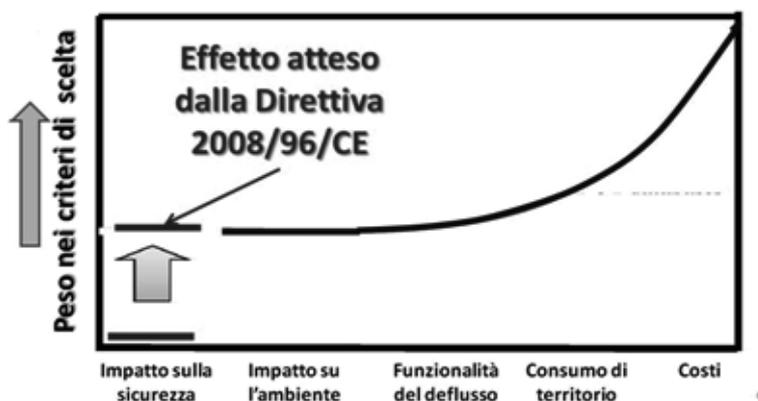


Figura 2.2: introduzione della sicurezza stradale tra i criteri di scelta degli investimenti stradali

L'enunciazione del principio è accompagnata, nella Direttiva, dall'individuazione degli strumenti mediante i quali gli Enti Proprietari e Gestori delle strade possono incrementare la sicurezza, facilitare i processi decisionali, massimizzare i benefici per gli utenti e rendere più efficace l'impiego delle limitate risorse disponibili per la costruzione e la manutenzione delle strade.

Come detto nell'introduzione, la Direttiva non impone agli Stati membri un'armonizzazione dei metodi e delle procedure mediante le quali raggiungere l'obiettivo comune posto. Ciascuno Stato membro che già applica tali procedure può mantenerle, a patto che siano coerenti con i principi fissati dalla Direttiva. Per quei Paesi, invece, che ancora non dispongono di procedure allo scopo, la Direttiva richiede entro il 2011 l'emanazione di Linee guida o Raccomandazioni.

## 2.2.2 Il campo d applicazione

L'applicazione della Direttiva è cogente per tutte le strade che fanno parte della rete TERN, indifferentemente se in fase di progetto, di costruzione o in esercizio, ed è consigliata, quale codice di buona pratica, per tutte le infrastrutture nazionali non comprese nella rete stradale di interesse europeo che siano state costruite parzialmente o totalmente con finanziamenti della Comunità.

L'estensione della rete TERN in Italia è indicata nella Tabella 2.1 e schematicamente rappresentate in Figura 2.3 ed assomma complessivamente a circa 8100 km. Essa è formata prevalentemente da infrastrutture autostradali e strade extraurbane principali, con solo il 20% circa di infrastrutture di categoria inferiore (extraurbane secondarie). Le previsioni al 2020 indicano un leggero incremento dell'estensione della rete (+ 6% circa), con un progressivo upgrade della viabilità secondaria verso quella primaria o principale.

Tabella 2.1: sviluppo della rete stradale TEN in Italia, distinta per categoria di strada (km)

	Anno 2005	Anno 2020
<b>Totale</b>	<b>8111.46</b>	<b>8599.87</b>
<b>Autostrade</b>	<b>5977.96</b>	<b>7091.67</b>
<b>Strade principali</b>	<b>444.90</b>	<b>912.60</b>
<b>Strade secondarie</b>	<b>1688.60</b>	<b>595.60</b>
Fonte: <a href="http://ec.europa.eu/transport/infrastructure/networks_eu/road_en.htm">http://ec.europa.eu/transport/infrastructure/networks_eu/road_en.htm</a>		



Figura 2.3: la rete TEN in Italia

### 2.2.3 Il ruolo dell'infrastruttura

Nella comunicazione del 2 giugno 2003 «Programma di azione europeo per la sicurezza stradale - Dimezzare il numero di vittime della strada nell'Unione europea entro il 2010: una responsabilità condivisa», la Commissione europea ha individuato nell'infrastruttura stradale il terzo pilastro della politica di sicurezza stradale, il cui miglioramento potrebbe potenzialmente apportare un considerevole contributo alla realizzazione dell'obiettivo comunitario di riduzione degli incidenti<sup>1</sup>.

I margini di miglioramento sono evidenti ed importanti: l'incapacità delle "vecchie" strade di assorbire il traffico in continua crescita, la presenza anche su infrastrutture di nuova realizzazione di tratti in cui si vanno concentrando gli incidenti, la presenza di segnali, segnaletica, cartelli e caratteristiche stradali eterogenee ed incoerenti anche all'interno di uno stesso itinerario.

La Commissione, quindi, con l'emanazione della Direttiva 2008/96/CE ha inteso affrontare il problema nella sua globalità, richiamando l'attenzione di tutti sulla necessità di costruire un modo comune di affrontare il problema, sistematico e coerente, che consideri il miglioramento della sicurezza delle infrastrutture stradali come un obiettivo realmente raggiungibile, anche tenuto conto della scarsità dei budget a disposizione.

<sup>1</sup> Statistiche ufficiali richiamate nella letteratura tecnica in tema di sicurezza stradale (si veda ad esempio [1]) ed in documenti pubblicati dall'Associazione Mondiale della Strada [15] e dall'AASHTO americana [0] da sono concordi nell'attribuire alla strada la responsabilità diretta o indiretta di circa il 30 ÷ 35 % degli incidenti.

In quest'ultimo senso sembra rilevante sottolineare che la Direttiva europea non richiede la formulazione di piani di intervento per il miglioramento della sicurezza delle infrastrutture stradali, che necessiterebbero di ingenti programmi di investimento inattuabili nella maggior parte delle situazioni, ma incentiva piuttosto la messa a punto di criteri e procedure mediante le quali si possa fare un miglior uso, sotto lo specifico profilo della sicurezza stradale, dei finanziamenti per la realizzazione di nuove infrastrutture o per l'adeguamento delle infrastrutture esistenti inseriti da ciascuna Nazione nelle proprie leggi finanziarie.

In sostanza: spendere meglio i soldi disponibili.

## 2.2.4 L'articolato della Direttiva

La Direttiva è strutturata in 16 articoli e 4 allegati.

I 16 articoli comprendono, dopo la precisazione dell'ambito di applicazione ed alcune definizioni terminologiche:

- la presentazione dei 4 pilastri su cui si fonda una gestione delle infrastrutture stradali attenta alle problematiche riguardanti la sicurezza stradale;
- il richiamo sulla necessità di una corretta gestione dei dati e delle informazioni necessarie per lo sviluppo di una politica attenta alla sicurezza stradale e sulla necessità di supportare i tecnici con idonei strumenti di riferimento (linee guida) per la standardizzazione delle procedure di analisi;
- le procedure di formazione e continuo aggiornamento dei tecnici incaricati delle analisi di sicurezza;
- le procedure per incentivare lo scambio di informazioni a livello europeo sulle migliori prassi e per un continuo miglioramento tecnico delle capacità di intervento.

I 4 allegati informativi della Direttiva riguardano:

Allegato I: la procedura di valutazione d'impatto sulla sicurezza stradale per i progetti di nuove infrastrutture;

Allegato II: le procedure di controllo della sicurezza stradale per i progetti di nuove infrastrutture;

Allegato III: la classificazione dei tratti stradali ad elevata concentrazione di incidenti e la classificazione della sicurezza della rete;

Allegato IV: le informazioni che devono figurare nei rapporti di incidente.

## 2.3 I 4 PILASTRI DELLA DIRETTIVA

### 2.3.1 Considerazioni introduttive

La Direttiva 2008/96/CE comprende un pacchetto coerente di misure, che investono in modo sistematico l'intero processo di formulazione e di realizzazione dei programmi di costruzione di nuove infrastrutture stradali o di adeguamento di quelle esistenti, e che si articola attraverso quattro strumenti operativi, denominati i "4 pilastri" della Direttiva:

1. valutazione di impatto sulla sicurezza;
2. verifiche di sicurezza in fase di progettazione (*Safety Audits*);
3. gestione della sicurezza della rete infrastrutturale ed individuazione delle "sezioni ad alta concentrazione di incidenti" e la definizione delle priorità di intervento;

## INFRASTRUTTURE STRADALI PIÙ SICURE. FASE I: I CRITERI

4. esecuzione sistematica e periodica di ispezioni per l'individuazione delle esigenze di manutenzione della rete sotto il profilo della sicurezza stradale.

Come schematicamente richiamato nella Figura 2.4, la valutazione di impatto sulla sicurezza stradale si incardina nella prima fase di pianificazione degli interventi o nella fase di definizione preliminare delle loro caratteristiche mentre le verifiche di sicurezza in fase di progettazione (*Safety Audit*) seguono l'intero sviluppo della fase di definizione progettuale dell'intervento. Le due attività di classificazione della rete stradale in termini di sicurezza e di definizione dei cosiddetti "tratti o punti neri" della rete nonché di ispezione di sicurezza si riferiscono invece alla gestione delle strade esistenti in esercizio.



Figura 2.4: livelli di gestionali a cui operano i 4 pilastri della Direttiva

Nell'incontro dei High Level Expert Group sulla "Sicurezza delle infrastrutture", organizzato a Vienna dalla Presidenza austriaca, è stato fatto un censimento del grado di diffusione presso gli Stati membri dei quattro strumenti operativi prescelti dalla Direttiva per la gestione della sicurezza stradale, ottenendo i risultati riportati nella Tabella 2.2. Si nota che, tra i 4 strumenti, il meno diffuso è il primo, cioè la procedura di valutazione dell'impatto di un intervento infrastrutturale sulla sicurezza stradale. Questo vale anche per l'Italia, ove gli strumenti di verifica dei progetti stradali sotto il punto di vista della sicurezza, di classificazione dei tratti ad elevata concentrazione di incidenti e di ispezione delle strade sotto il profilo della sicurezza sono dati per noti, sebbene, nella realtà, la loro applicazione non sia altrettanto diffusa o, se lo è, è su base non sistematica.

Tabella 2.2: stati membri presso i quali i 4 pilastri della Direttiva sono già noti ed utilizzati [2]

Valutazione dell'impatto sulla sicurezza stradale	AT	BE	CY	CZ	DE
	DK	EE	EL	ES	FT
	FR	HU	IE	IT	LT
	LU	LV	MT	NL	PL
	PT	SE	SI	SK	UK
Verifica di sicurezza in fase di progettazione	AT	BE	CY	CZ	DE
	DK	EE	EL	ES	FT
	FR	HU	IE	IT	LT
	LU	LV	MT	NL	PL
	PT	SE	SI	SK	UK
Classificazione della sicurezza della rete + classificazione dei tratti stradali ad elevata concentrazione di incidenti	AT	BE	CY	CZ	DE
	DK	EE	EL	ES	FT
	FR	HU	IE	IT	LT
	LU	LV	MT	NL	PL
	PT	SE	SI	SK	UK
Ispezioni di sicurezza della rete stradale	AT	BE	CY	CZ	DE
	DK	EE	EL	ES	FT
	FR	HU	IE	IT	LT
	LU	LV	MT	NL	PL
	PT	SE	SI	SK	UK

### 2.3.2 La valutazione di impatto degli interventi stradali sulla sicurezza

La Direttiva introduce la procedura di Valutazione di Impatto sulla Sicurezza (VIS) (o, con termine anglosassone, *Road Safety Impact Assessment* – RSIA) nell'art. 3, ne precisa i contenuti nell'Allegato I e definisce la VIS come una “*analisi comparativa strategica dell'impatto di una nuova strada o di una modifica sostanziale della rete esistente sul livello di sicurezza della rete stradale*”. Il comma 3 dell'art. 3 precisa, inoltre, che “*La valutazione di impatto sulla sicurezza stradale espone le considerazioni in materia di sicurezza stradale che contribuiscono alla scelta della soluzione proposta. Fornisce inoltre tutte le informazioni necessarie all'analisi costi/benefici delle diverse opzioni valutate*”.

Una valutazione di impatto deve quindi dimostrare le implicazioni che il nuovo progetto ha sulla sicurezza della rete stradale all'interno della quale l'intervento si inserisce.

La Direttiva non precisa se la valutazione di impatto debba essere di tipo qualitativo o quantitativo.

La valutazione potrà essere quindi impostata su una analisi multi-criteria, che si esprime in maniera qualitativa anche se su dati oggettivi, oppure su una analisi quantitativa di tipo costi – benefici, nella quale, accanto ai costi di costruzione, di manutenzione ed ambientali ed ai benefici riguardanti la qualità della circolazione, la riduzione dei consumi energetici e la riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub>, spesso già al presente considerati, è possibile considerare anche i benefici legati al miglioramento della sicurezza. Quest'ultima impostazione è resa possibile dall'odierna disponibilità di algoritmi previsionali che consentono di valutare quantitativamente gli effetti attesi degli interventi in termini di riduzione dell'incidentalità (si veda, al proposito, ad esempio, il paragrafo 1.4 del Cap. 1).

La VIS assume una rilevanza particolare nella fase iniziale di studio di fattibilità, di scelta del corridoio e di progettazione preliminare dell'intervento e costituisce un documento di riferimento importante a corredo della documentazione di progetto, a cui sarà opportuno far riferimento durante le fasi successive di approfondimento progettuale.

Non esistono esperienze specifiche in Italia a questo riguardo. Sull'argomento però esiste una nutrita letteratura tecnica che potrà essere assunta a riferimento nella redazione delle Linee Guida per l'impostazione di una VIS [4], [5], [6], [14].

È naturale, infine, che agli addetti ai lavori, nell'esaminare i contenuti delle Direttiva Europea inerenti la valutazione di impatto sulla sicurezza, si presenti subito un parallelo: nel 1985 l'allora Comunità Europea promulgò la prima Direttiva sulla Valutazione di Impatto Ambientale (VIA) e fu quella l'occasione di una profonda e radicale revisione dell'approccio ai progetti di infrastrutture. Da allora non è più possibile prescindere dall'analisi delle componenti ambientali e neanche dalla faticosa, seppur preziosa, fase di concertazione delle scelte. Si auspica che lo stesso processo possa oggi caratterizzare l'introduzione della VIS nel quadro normativo per la realizzazione degli interventi infrastrutturali stradali.

### 2.3.3 La verifica preventiva di sicurezza in fase di progettazione (*Road Safety Audit*)

La Direttiva introduce la procedura di Verifica di Sicurezza di un progetto stradale nell'art. 4, ne precisa i contenuti nell'Allegato II e definisce la procedura come un “*controllo di sicurezza accurato, indipendente, sistematico e tecnico delle caratteristiche di un progetto di costruzione di una infrastruttura stradale nelle diverse fasi, dalla pianificazione al funzionamento iniziale*”. La procedura è anche definita, con terminologia anglosassone, con il termine di *Road Safety Audit* (RSA).

La Direttiva precisa, nell'art. 4, che tutti i progetti infrastrutturali devono essere soggetti alla procedura da parte di un “*controllore qualificato*” (o da un team di controllori, anche denominato *Team di Audit*) “*titolare di un certificato di idoneità professionale*” (ai sensi dell'art. 9, comma 3), designato tra coloro che, in possesso dei requisiti richiesti, non sono coinvolti, “*durante il periodo di realizzazione del controllo*”, né nella progettazione né nel “*funzionamento del progetto di infrastruttura interessato*” (art. 9, comma 4.c).

A proposito di quest'ultima precisazione, in seno al Comitato si è ampiamente dibattuto sul concetto di terzietà del controllore designato espresso dal sopra richiamato art. 9.4.c<sup>2</sup>, sul quale il decreto di riferimento dovrà certamente esprimersi con chiarezza. D'altra parte, a livello internazionale viene considerato indispensabile che la valutazione di sicurezza di un progetto debba essere sviluppata da soggetti appartenenti ad organismi non coinvolti nel processo *“di ideazione del progetto di infrastruttura nelle fasi degli studi preliminari, della progettazione particolareggiata, nella fase di ultimazione e nella prima fase di funzionamento”* (art. 4, comma 3 della Direttiva).

Il compito dei Controllori è quello di definire, in una apposita relazione di controllo da redigere per ciascuna fase progettuale, *“gli aspetti della progettazione che possano rivelarsi critici per la sicurezza”*. Qualora la progettazione non venga emendata per recepire le raccomandazioni dei Controllori, l'*“Organo Competente”<sup>3</sup> è tenuto a giustificare tale scelta in un allegato alla relazione* (redatta dal *Team di Audit* n.d.r.).

La procedura di Verifica di Sicurezza dei progetti stradali è stata introdotta in Italia dalla Circolare n° 3699/2001 del Ministero delle Infrastrutture *“Linee guida per le analisi di sicurezza delle strade”* [7]. Questa risponde perfettamente a quanto prescritto dalla Direttiva.

Nonostante l'emanazione della cit. Circolare del MIT, la procedura RSA in Italia, a parte rare eccezioni, non è entrata tra le attività di controllo della qualità tecnica dei progetti messe in atto dalle Amministrazioni appaltanti, anche se, a parere di chi scrive, avrebbe dovuto esserlo, a giudicare da quanto di sbagliato, sotto l'aspetto della sicurezza stradale, si continua a fare nel progetto di nuove realizzazioni, soprattutto di quelle di piccole dimensioni (si veda ad esempio il progetto di una singola rotatoria) o in quello di interventi di adeguamento di strade esistenti, spesso effettuati proprio per migliorare la sicurezza, aspirazione poi frustrata dall'evidenza dei fatti (ad esempio la rettifica di una curva ma raccordata al tracciato prima e dopo l'intervento).

### **2.3.4 La classificazione e gestione della sicurezza della rete stradale aperta al traffico**

La classificazione e gestione della sicurezza della rete stradale in esercizio (procedura denominata anche col termine anglosassone di *Road Safety Management – RSM*) è introdotta nell'art. 5 della Direttiva, viene precisata nei suoi contenuti nell'Allegato III e comprende la *“classificazione dei tratti ad elevata concentrazione di incidenti”* (i cosiddetti *“tratti o punti neri”* della rete) e la *“classificazione della sicurezza della rete aperta al traffico”*. Queste due attività sono definite, nell'art. 3 della Direttiva, come segue:

- *“classificazione dei tratti ad elevata concentrazione di incidenti: metodologia per individuare, analizzare e classificare i tratti della rete stradale aperti al traffico da oltre 3 anni e in cui è stato registrato un numero considerevole di incidenti mortali in proporzione al flusso di traffico”*;
- *“classificazione della sicurezza della rete: metodologia per individuare, analizzare e classificare le sezioni della rete stradale esistente in funzione del loro potenziale di miglioramento della sicurezza e di risparmio dei costi connessi agli incidenti”*.

Entrambe le classificazioni devono essere aggiornate con cadenza triennale.

---

<sup>2</sup> Concetto peraltro contenuto anche nella Circolare MIT n° 3699/2001 del Ministero delle Infrastrutture *“Linee guida per le analisi di sicurezza delle strade”* [7].

<sup>3</sup> È definito *“Organo Competente”* *“Qualsiasi organismo pubblico, a livello nazionale, regionale o locale, che partecipa, in funzione delle proprie competenze, all'attuazione della Direttiva”*.

I tratti che, in base ad entrambe le classificazioni, risultano maggiormente critici, “devono essere valutati da gruppi di esperti mediante visite in loco” al fine di definire gli interventi di miglioramento necessari, scelti sulla base di una analisi costi – benefici, e vanno segnalati “con mezzi adeguati”<sup>4</sup>.

Numerose sono le procedure ed i criteri utilizzati in Italia per individuare e classificare i “tratti neri” della rete, facenti ricorso alcuni al numero complessivo di incidenti gravi (con vittime o feriti gravi) avvenuti in un anno, altri alla densità incidentale (numero di incidenti annui di diversa gravità per km di sviluppo stradale), altri infine al tasso di incidentalità (numero di incidenti annui di diversa gravità per km di sviluppo stradale in relazione al flusso di traffico che impegna lo stesso tratto). È quest’ultimo l’indicatore che la Direttiva suggerisce di adottare nella definizione dell’art. 2, con riferimento agli incidenti mortali<sup>5</sup>. Quasi tutti gli Enti proprietari o gestori di strade hanno già provveduto a definire la loro scala di pericolosità dei tratti stradali di loro competenza e a programmare gli interventi di manutenzione necessari. Non sono disponibili, però, valori unitari a livello regionale o nazionale per l’identificazione delle soglie di pericolosità a cui far riferimento per gerarchizzare in ordine di priorità di intervento i diversi tratti della rete. Uno studio comparativo dei criteri di giudizio adottati dai diversi Enti gestori in proposito sarebbe oltremodo auspicabile per uniformare i criteri di valutazione.

La classificazione invece della rete in funzione del suo “potenziale di sicurezza”, proposta dalla Direttiva quale secondo criterio per la gestione della sicurezza delle strade in esercizio, non è ancora utilizzata, in termini generali, in Italia, sebbene vi siano studi e valutazioni svolte in proposito [11]. L’elemento di giudizio aggiuntivo offerto da questa seconda modalità di classificazione, che, come ovvio, ha sempre la numerosità degli incidenti quale principale elemento di discriminazione, sembra essere quello della sostenibilità economica degli interventi in relazione ai benefici prodotti in termini di riduzione dell’incidentalità e della cross-correlazione delle priorità di intervento tra categorie differenti di reti stradali, in un’ottica generale di ottimizzazione dell’allocazione delle scarse risorse disponibili. Il riferimento al risparmio dei costi connessi agli incidenti sembra infatti voler indicare un criterio di confronto tra le priorità di intervento definite da Enti diversi e per categorie di strade diverse gestite anche da uno stesso Ente, così da poter avere riferimenti per privilegiare, nella scelta dell’assegnazione delle risorse, l’ambito urbano piuttosto che quello autostradale o quello relativo alle strade extraurbane locali, per esempio, in relazione oltre che al numero di incidenti potenzialmente evitati anche all’impegno economico dei relativi investimenti necessari per ottenere il beneficio atteso.

È importante infine osservare che, dopo aver gerarchizzato la rete in relazione alla pericolosità o al potenziale di sicurezza dei diversi tratti in cui la stessa può essere suddivisa, la scelta dell’intervento da effettuare nei siti prioritari è subordinata allo sviluppo di una attività in loco da parte di un gruppo di esperti qualificati. Trattasi in sostanza dello svolgimento dell’attività di verifica preventiva di sicurezza di strade esistenti in esercizio prevista dalla Circolare del MIT n° 3699 [7] (spesso denominata col termine anglosassone di “*Road Safety Review - RSR*”) con l’unica differenza che la Circolare del MIT non prevede che, nell’ambito dell’attività di *Review*, sia sviluppata anche una attività di analisi di incidentalità, cosa questa invece prevista dalla Direttiva. La Circolare del MIT dovrà pertanto essere aggiornata in tal senso.

Differentemente dall’attività di *Road Safety Audit* (eseguita in fase di progettazione), le attività di *Road Safety Review* hanno incontrato un grosso seguito in Italia e numerose esperienze sono state acquisite in proposito dal 2001 a oggi. Giova ricordare, per esempio, l’esperienza in corso in Regione Toscana, nell’ambito del progetto SIRSS gestito dalla Provincia di Arezzo [13], mirata a diffondere questa prassi presso i tecnici delle 10 Province toscane attraverso l’effettuazione di una

---

<sup>4</sup> Per informare gli utenti del livello di sicurezza relativo dei diversi tratti della rete viene, ad esempio, proposto di utilizzare le “Risk Rating Maps” pubblicate da EURORAP [9].

<sup>5</sup> Il primo punto dell’Allegato III precisa che “l’individuazione dei tratti stradali ad elevata concentrazione di incidenti tiene conto **perlomeno** del numero di incidenti mortali nel corso degli anni precedenti per unità di distanza in rapporto al volume di traffico e, nel caso di incroci e svincoli, per punto di intersezione.

serie di RSR da parte di dipendenti stessi delle Provincie, ma operanti ciascuno su tratti di rete non gestiti dalla provincia di propria appartenenza, così da garantire il concetto di terzietà insito nella procedura.

### **2.3.5 Le ispezioni di sicurezza**

La Direttiva introduce le ispezioni di sicurezza (o *Road Safety Inspection* – RSI) nell'art. 6 e definisce la procedura come “la verifica ordinaria periodica delle caratteristiche e dei difetti che esigono un intervento di manutenzione per ragioni di sicurezza”, sia con riferimento alla rete nel suo complesso, sia con riferimento alle zone ove sono presenti cantieri di manutenzione.

Secondo quanto precisato nel comma 3 dell'art. 6, le ispezioni periodiche sono realizzate “dall'organo competente”, cioè direttamente dai tecnici degli Enti gestori. Non viene fatto ricorso, quindi, per questa attività, a personale terzo, dotato di certificato di idoneità, come richiesto invece per l'esecuzione dei RSA (2° pilastro) e RSR (3° pilastro).

Differentemente da quanto fatto per gli altri 3 pilastri della Direttiva, per le ispezioni di sicurezza la Direttiva non precisa in un allegato i contenuti o i criteri in base ai quali svolgere l'attività di ispezione, né la frequenza con cui tali attività vanno svolte. Rinvia la definizione di questi elementi alle Linee Guida che ciascuno Stato membro dovrà predisporre.

Da alcune esperienze svolte nell'ambito del progetto SIRSS [8], non sembra risultare immediata la distinzione che occorre fare tra l'attività di vigilanza e controllo dello stato della rete, che già ciascun Ente svolge come parte dei propri compiti istituzionali, e l'attività di “ispezione di sicurezza” da svolgere con lo specifico obiettivo “di individuare le caratteristiche di sicurezza e di prevenire gli incidenti”, richiesta dalla Direttiva.

Occorre valutare in particolare se integrare quest'ultima nella precedente o se è meglio mantenerla distinta visto che:

- la frequenza di effettuazione è diversa (l'attività di vigilanza è giornaliera; l'attività di ispezione di sicurezza potrebbe essere svolta con frequenza semestrale o annuale);
- gli obiettivi sono diversi (l'attività di vigilanza ha lo scopo di rimuovere prontamente eventuali ostacoli o difetti presenti lungo la rete mediante interventi di manutenzione ordinaria; l'attività di ispezione potrebbe avere finalità di programmazione degli interventi di manutenzione anche straordinaria per la sicurezza);
- le ispezioni sono di due tipi: ispezioni periodiche della rete stradale e accertamenti in occasione di lavori stradali (o cantieri temporanei secondo la terminologia del Codice della Strada italiano).

## **2.4 ORIENTAMENTI PER IL RECEPIMENTO DELLA DIRETTIVA**

### **2.4.1 Le esperienze internazionali**

La Direttiva è stata ben accolta negli Stati Membri. Commenti positivi sono arrivati da numerose organizzazioni internazionali, aventi interessi spesso contrapposti: FIA, ACEA, FEMA, ASECAP, CEDR, ETSC, ERF, etc.

La Banca Europea per gli Investimenti (BEI) ha già previsto il rispetto della Direttiva tra le condizioni per l'ottenimento di prestiti per le infrastrutture stradali. La Direzione B della DG TREN inserirà la Direttiva tra le condizioni per ottenere fondi TEN-T. Lo stesso è previsto da DG REGIO, DG RELEX & DG DEV per i loro programmi di finanziamento infrastrutturale.

La DG TREN ha messo in programma l'organizzazione di Workshops sulla sicurezza delle strade nei quali discutere circa l'opportunità di estendere le procedure della Direttiva per altre strade (extraurbane).

Per quanto riguarda la predisposizione del recepimento della Direttiva 2008/96/CE e la predisposizione di tutti gli allegati tecnici necessari per la sua piena operatività, tutti i diversi Paesi Europei sono all'opera, ma al giugno 2010, nessun Paese ha ancora emanato l'atto formale di recepimento.

Nell'ambito delle attività del TG *Road Safety* del CEDR si è aperto un forum di discussione tra i diversi Paesi europei per individuare la criticità comuni e le modalità di risoluzione. Tra le prevalenti criticità sono emerse:

- il campo di applicazione della Direttiva (solo la rete trans-europea o una rete più estesa);
- la necessità di definire una procedura per il *Road Safety Impact Assessment*;
- la qualificazione degli auditors;
- la Road Safety Inspection come attività di ispezione ordinaria finalizzata al miglioramento della sicurezza stradale e la sua integrazione con le altre attività eseguite dagli Enti gestori.

Per quanto attiene al campo di applicazione della Direttiva, alcuni Paesi si stanno orientando verso l'applicazione alla sola rete TERN (Estonia, Germania, Irlanda, Slovenia, Gran Bretagna), altri stanno valutando la possibilità di estendere tutte le attività previste dalla Direttiva o solo alcune parti di esse anche alla rete delle strade primarie (Austria, Ungheria, Lussemburgo ed Olanda), altri, infine, hanno già stabilito che la Direttiva o parte di essa si applicherà anche alla rete primaria (Belgio Vallone, Francia, Islanda, Latvia, Lituania, Cipro) con alcune varianti nelle sue modalità di applicazione. Particolarmente interessante la soluzione adottata dall'Islanda che prevede l'applicazione dell'intera Direttiva alla rete TERN, l'applicazione dei RSIA e RSA sulle altre strade solo se l'importo lavori supera una data soglia e l'applicazione del RSM e RSI su tutte le strade nazionali.

Le messa a punto di procedure per i RSIA rappresenta uno dei punti di maggior criticità per l'implementazione della Direttiva in quanto un limitatissimo numero di Paesi (Germania e Gran Bretagna) è già dotato di una simile procedura nel proprio sistema di progettazione e controllo dei progetti ma con metodologie non congruenti, in genere, con il dettato della Direttiva. Ad oggi diversi Paesi hanno già predisposto una bozza di linee guida per i RSIA (Austria, Estonia, Germania, Islanda, Irlanda) o sono comunque al lavoro per la predisposizione delle linee guida stesse (Belgio Vallone, Ungheria, Latvia, Slovenia). Particolarmente interessante risulta l'orientamento circa il soggetto che sarà preposto ad eseguire i RSIA che denota una forte eterogeneità di impostazione a livello europeo. Alcuni Paesi intendono affidare questo compito direttamente alle concessionarie e agli enti gestori di strade (Austria, Germania, Slovenia) ed in un caso (Irlanda) ai progettisti. La maggior parte dei Paesi sono però orientati all'affidamento del RSIA a soggetti indipendenti (Ungheria, Islanda, Latvia, Lituania, Cipro, Gran Bretagna), eventualmente organizzati in un team a cui partecipano anche componenti del Ministero e consulenti nominati dal Ministero stesso.

La formazione e l'accREDITAMENTO dei Controllori (*Safety Auditors*) rappresenta uno dei punti nodali per il successo delle misure messe in atto dalla Direttiva. I punti che sono oggi allo studio dei diversi Paesi in questo contesto possono essere sintetizzati in:

- chi è l'organismo pubblico che può formare ed accreditare gli *Auditors*?
- come può essere effettuato, nel rilascio dei nuovi accreditamenti, il riconoscimento di eventuali vecchie "abilitazioni"?
- l'art. 9 della Direttiva sancisce che l'accREDITAMENTO rappresenta solo la fase di training iniziale; quali ulteriori misure dovrebbero essere messe in atto per arrivare a diventare "*Team Leader*"? Quali misure si rendono necessarie per garantire la formazione continua degli *Auditors*?
- qual'è il curriculum o il livello di studio minimi che deve possedere un *Road Safety Auditor*?
- quanti giorni dura un corso di formazione per *Road Safety Auditors*?

La maggior parte dei Paesi si sta orientando sul limitare la possibilità di organizzare corsi di formazione per l'accREDITAMENTO al solo Ministero (in alcuni casi dei Trasporti ed in altri dell'Educazione) o alle Università.

Per quanto riguarda il titolo di studio minimo, la maggior parte dei Paesi è orientata a chiedere una laurea triennale con un minimo di esperienza specifica post-laurea. In alcuni casi è chiesta una laurea quinquennale in ingegneria (Belgio Vallone e Slovenia, dove è chiesta espressamente una laurea in ingegneria civile o del traffico).

Per quanto attiene alle *Road Safety Inspection*, i diversi Paesi appaiono concordi nel ritenere che non vi sia alcun legame tra questo tipo di analisi (che sono attività periodiche) ed i *Road Safety Review* delle strade in esercizio (siano essi RSA di fase 4, all'atto dell'apertura al traffico di una nuova opera, o controlli su strade già in esercizio secondo quanto previsto dall'art. 5, comma 2 della Direttiva), che sono invece attività che vengono eseguite solo una volta.

A giugno del 2010 si è avuta la prima riunione del Comitato di monitoraggio sull'applicazione della Direttiva nei diversi Paesi, istituito dall'art. 13 della Direttiva a cui partecipa, in rappresentanza dell'Italia, il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

### **2.4.2 I riflessi della Direttiva sull'iter progettuale e approvativo delle infrastrutture stradali**

La Direttiva andrà ad operare in un settore legislativo, quello delle opere pubbliche, caratterizzato, negli ultimi 15 anni, da continui e profondi cambiamenti: si pensi che la "Legge quadro in materia di Lavori Pubblici" (la n. 109 del 1994 con il relativo Regolamento di Attuazione, il DPR 554 del 1999) è stata più volte aggiornata ed affiancata, come nel caso della Legge n. 443 del 2001 (comunemente detta "legge Obiettivo") da ulteriori disposti normativi collegati, fino alla emanazione del Decreto Legislativo n. 163 del 2006 (il "codice dei contratti"), giunto già alla terza revisione, ed ancora privo del Regolamento di Attuazione. In materia di norme ambientali si segnala inoltre il recente D. Lvo n. 152 del 2006, anch'esso oggetto di recenti correttivi.

In questo complesso quadro legislativo in continua evoluzione, l'inserimento della norma di recepimento della Direttiva 2008/96/CE rischia di introdurre elementi di novità in grado di complicare, se non confondere i tecnici che operano nel settore. Ciò dovrà essere evitato con la massima attenzione. Anzi, nel redigere la norma di recepimento sarebbe auspicabile che il legislatore colga l'opportunità per fare chiarezza nelle procedure e nei criteri d'interpretazione dei diversi disposti normativi, per non correre il rischio che il tutto diventi così complesso da imbalsamare di fatto le procedure e da compromettere il raggiungimento degli importanti obiettivi che ha la Direttiva e che, invece, vanno saldamente difesi e perseguiti.

La norma di recepimento dovrà risolvere la preoccupazione degli Enti gestori secondo cui la nuova norma può comportare (e ciò va scongiurato) ricadute in termini di incremento di oneri gestionali. Il dotarsi di moderne procedure, atte a discernere le situazioni di potenziale pericolosità sulla rete, senza avere la disponibilità delle adeguate risorse finanziarie necessarie a sanarle, produrrebbe infatti solo l'effetto di accrescere i già pesanti profili di responsabilità dei soggetti gestori che, in alcuni casi, data l'indisponibilità di fondi, potrebbero essere costretti ad adottare soluzioni estreme, quali l'interdizione al traffico di un determinato tratto, determinando, di fatto, un aggravio delle condizioni di circolazione, e quindi di sicurezza, della restante rete.

Per quanto concerne la **fase di pianificazione** delle opere infrastrutturali, l'introduzione della VIS - Valutazione d'Impatto sulla Sicurezza - negli studi di fattibilità va posta in relazione e coordinata con la VAS - Valutazione Ambientale Strategica. Quest'ultima è un processo finalizzato a integrare considerazioni di natura ambientale nei piani e nei programmi, introdotto

in Italia nel 2007 (in ritardo rispetto alla tempistica prevista dalla Direttiva europea 2001/42/CE<sup>6</sup>) e che ha avuto ed avrà significative ricadute in campo procedurale anche in relazione alle verifiche relative alla sicurezza stradale.

Infatti già la compresenza di almeno tre procedure valutative ambientali – la VIA, la VInCA e la VAS<sup>7</sup>, in ordine di tempo, può generare una certa confusione dal punto di vista procedurale e da quello metodologico.

Almeno due possono essere gli approcci che sarà possibile seguire nell'integrare la VIS con le due sopraccitate procedure valutative ambientali, la VIA e la VAS (la VInCA nella stragrande maggioranza dei casi viene assorbita all'interno delle altre procedure di valutazione): il primo che intende considerare le tre procedure come atti autonomi e separati; il secondo che intende trovare un'integrazione metodologica e procedurale tra gli stessi.

Il Comitato si è interrogato su quale dei due approcci fosse il preferibile.

Se da un lato è stata espressa la preoccupazione che considerare la VIS, la VIA e la VAS come processi autonomi ed indipendenti possa essere considerata in contraddizione con i principi di analisi e valutazione ambientale, i quali suggeriscono momenti di integrazione degli apparati valutativi, al fine di cercare di comprendere al meglio la complessità ambientale, dall'altro è sembrato che promuovere una sorta di "integrazione" tra le diverse procedure possa nei fatti comportare maggiori difficoltà applicative.

Alcune considerazioni fondamentali sono state poste alla base della Valutazione d'Impatto sulla Sicurezza:

- gli obiettivi di sicurezza stradale, sviluppo sostenibile e di tutela dell'ambiente possono essere meglio perseguiti indirizzando i processi decisionali "a monte" piuttosto che "a valle";
- la possibilità di perseguire gli obiettivi di miglioramento della sicurezza delle infrastrutture stradali e dello sviluppo sostenibile dipendono anche dal livello di coinvolgimento del pubblico nei processi decisionali;
- la Valutazione d'Impatto sulla Sicurezza, infine, deve definire il quadro di riferimento per le future valutazioni e verifiche connesse ai progetti che attueranno il piano o il programma.

---

<sup>6</sup> La Direttiva 2001/42/CE sulla VAS è stata normata a livello nazionale con il Decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 (entrato in vigore per la parte II il 31 luglio 2007) recante Norme in materia ambientale e corretta ed integrata con il Decreto legislativo 16 gennaio 2008, n. 4 (entrato in vigore il 13 febbraio 2008); la procedura è stata introdotta in alcune legislazioni regionali, in particolare in riferimento alla valutazione di piani e programmi territoriali.

La Direttiva Europea sulla VAS imponeva a tutti gli stati membri dell'Unione Europea la ratifica della direttiva nelle normative nazionali entro il 21 luglio 2004. Molti degli Stati membri hanno iniziato a implementare la Direttiva a partire dai temi più strettamente connessi alla pianificazione territoriale, per poi estendere l'approccio a tutte le politiche con effetti rilevanti per l'ambiente.

<sup>7</sup> La Direttiva europea 85/337/CEE sulla Valutazione di Impatto Ambientale (conosciuta come la Direttiva VIA) si rivolge solo a determinate categorie di progetti. L'approccio ha dunque dei precisi limiti perché interviene solo quando decisioni dannose per l'ambiente possono essere già state prese a livello strategico.

Il concetto di Valutazione Strategica è nato nell'ambito degli studi regionali e della pianificazione. Nel 1981 l'Housing and Urban Development Department degli USA ha pubblicato il Manuale per la Valutazione d'Impatto di area vasta, che viene considerato il progenitore della metodologia della valutazione strategica. In Europa la Convenzione sugli Studi di Impatto Ambientale in Contesti Transfrontalieri, la cosiddetta Convenzione ESPOO, ha creato i presupposti per l'introduzione della VAS, avvenuta nel 1991 - quest'ultimo aspetto si salda con l'approccio della Direttiva Europea sulla gestione della sicurezza delle infrastrutture stradali che prioritariamente si rivolge alla rete stradale trans europea TEN-T.

Con l'emanazione della direttiva europea sulla VAS, si è chiusa, inoltre, una lunga fase normativa che ha visto l'Unione europea e gli Stati membri impegnati nell'applicazione di procedure, metodologie e tecniche per valutare le ricadute ambientali di programmi, piani e progetti. Infatti alla direttiva 85/337/CEE sulla Valutazione di Impatto Ambientale (VIA), del 1985, è seguita, nel 1992, la direttiva 92/43/CEE sulla Valutazione di Incidenza Ambientale (VInCA), finalizzata alla tutela della biodiversità sui Siti di Importanza Comunitaria (SIC).

## INFRASTRUTTURE STRADALI PIÙ SICURE. FASE I: I CRITERI

Quanto sopra detto fa sì che la fase pianificatoria assuma finalmente le forme e la dignità che compete ad un organico ed efficiente assetto di sviluppo infrastrutturale.

In merito agli elementi da prendere in considerazione per le Valutazioni di Impatto sulla Sicurezza riportate nell'Allegato I della Direttiva preme sottolineare che già dalla fase di pianificazione viene richiesta la disponibilità dei dati di traffico e di incidentalità: tale aspetto fa sì che la creazione di una banca dati organica e completa, per la cui realizzazione occorrono le sinergie di tutti i soggetti a vario titolo coinvolti nella gestione e nel controllo dell'intera rete stradale di carattere nazionale, regionale e provinciale, sia necessaria non solo quale ausilio all'esercizio, ma anche come cardine in base al quale valutare ed indirizzare l'ideazione di una infrastruttura già dalla fase pianificatoria (vedi anche il Cap. 6).

Quale ultima notazione preme segnalare che la Direttiva non si applica alle gallerie stradali in quanto già disciplinate dalla Direttiva 2004/54/CE, recepita in Italia dal D. Lvo 264/06; tuttavia se tale esclusione appare ragionevole al fine di evitare sovrapposizioni legislative in fase di progettazione, non sembra altrettanto ragionevole invece la loro esclusione nell'ambito delle Valutazioni d'Impatto della Sicurezza Stradale. In questo ambito più ampio la presenza di gallerie stradali, ancorché pienamente rispondenti ai requisiti di sicurezza richiesti, rimane comunque un fattore fortemente caratterizzante un dato itinerario, soprattutto in relazione a quegli aspetti della sicurezza legati al "comfort di marcia" e, più in generale, a tutti quei risvolti che possono ricondursi al cosiddetto "fattore umano".

Anche nel campo della **progettazione delle opere**<sup>8</sup> e con specifico riferimento ai Controlli della Sicurezza Stradale per i progetti di infrastruttura (RSA), occorre sensibilizzare il legislatore verso un recepimento della Direttiva che non rischi di appesantire il già tortuoso iter di approvazione delle opere pubbliche, ma che contribuisca positivamente ad una migliore organicità di applicazione delle procedure di controllo in fase di progettazione.

Prendendo a riferimento un progetto preliminare ricadente nell'ambito della "Legge Obiettivo", l'iter approvativo al termine del quale si avrà la "localizzazione dell'opera", vale a dire apposizione del vincolo preordinato all'esproprio che costituisce variante agli strumenti urbanistici, è frutto di una serrata concertazione tra Enti Locali (nella fattispecie le Regioni) e Ministeri competenti (Ambiente, Beni ed Attività Culturali nell'ambito del procedimento di Valutazione di Impatto Ambientale)

---

<sup>8</sup> Parlando di progettazione di interventi sulla rete stradale non si può non cogliere l'occasione per formulare un auspicio:

A differenza di altri Stati Membri l'Italia si è già mossa nella direzione della formazione di un corpo normativo cogente nell'ambito della progettazione delle infrastrutture stradali.

Infatti al DM 5 novembre 2001 n. 6792 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" è stato recentemente affiancato il DM 19 aprile 2006 riguardante le "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali"; pertanto, mentre le precedenti norme curate dal C.N.R. si inquadravano come istruzioni e raccomandazioni di buona progettazione, l'attuale edizione ministeriale rende la normativa stradale cogente in forza di legge, con la conseguenza che ad essa devono uniformarsi tutti i soggetti coinvolti nel processo di realizzazione di una infrastruttura stradale a partire dagli Enti Proprietari e/o Gestori al fine del raggiungimento dell'obiettivo primario del miglioramento della sicurezza.

Nel 2004 anche a valle delle esperienze che si maturavano in sede di applicazione della sopra citata norma, il MIT con l'emanazione di un nuovo DM "correttivo" (DM 22/04/2004), alla luce delle manifeste difficoltà che si riscontravano nell'applicazione delle regole tecniche di cui al DM del 2001, ne modificava il campo di applicazione indicando che nei casi di adeguamento delle strade esistenti, le norme tecniche contenute nel DM 05.11.2001 erano da guardarsi quale RIFERIMENTO a cui tendere.

Tuttavia la perdurante mancata emissione delle previste nuove norme per gli interventi di adeguamento delle strade esistenti, ha creato una situazione duale in cui da una parte – per le nuove infrastrutture – vige una regolamentazione molto rigida e dall'altra – per gli adeguamenti di strade esistenti – esiste una discrezionalità a volte eccessiva prodotta dal vuoto normativo.

È quindi auspicabile che, nelle more dell'emanazione del Decreto di recepimento della Direttiva Europea si colmi il vuoto relativo alla regolamentazione degli interventi sulle strade esistenti e, nel contempo, si tenga in debito conto del mutato quadro normativo specifico del nostro Paese, soprattutto al fine di evitare le criticità operative che si sono già manifestate in occasione della pratica applicazione dei principi delle norme sopra ricordate.

ed ha una durata minima, teorica, di 6 mesi, salvo reiterazioni del processo in caso di manifesto disaccordo tra gli enti competenti che comportino variazioni localizzative importanti.

Durante tale cosiddetta “procedura CIPE” il progetto può subire comunque variazioni sostanziali anche ai fini della sicurezza stradale od essere corredato da numerose prescrizioni, da ottemperare nella successiva fase progettuale.

La Relazione di Controllo sulla Sicurezza (RSA) svolta in fase di progettazione preliminare potrebbe di conseguenza diventare rapidamente “obsoleta”; si configurerebbero quindi le seguenti ipotesi:

- adeguamento della Relazione di Controllo sulla Sicurezza “in itinere”: ogni modifica al progetto dovrebbe richiedere l'aggiornamento della relazione, con evidenti riflessi sulle tempistiche ristrette (p.es. nel caso di integrazioni richieste in sede di VIA);
- adeguamento della Relazione di Controllo sulla Sicurezza nella successiva fase progettuale: in questo caso il reale pericolo è che l'ottemperanza alle prescrizioni (marcatamente di carattere ambientale) risulti a scapito delle prestazioni di sicurezza della stradale (tipicamente richieste di svincoli che “consumino meno territorio”, interrimento di tratti di strada con conseguenti problemi idraulici, etc.) con conseguente esito negativo del Controllo di Sicurezza.

Al fine di mitigare le possibili contrapposizioni è quindi auspicabile che i concetti della sicurezza stradale propri della Direttiva Europea diventino un patrimonio culturale comune a tutti quei soggetti istituzionali che, a vario titolo, sono chiamati ad esprimersi nel processo autorizzativo.

## **2.5 ASPETTI IMPORTANTI DA AFFRONTARE IN OCCASIONE DELL'EMANAZIONE DEL DECRETO DI RECEPIMENTO**

Dall'impostazione della Direttiva 2008/96/CE emerge che tutta l'architettura delle modalità operative per la gestione della sicurezza delle infrastrutture, si basa sostanzialmente su un fattore determinante: la conoscenza.

I contenuti lasciano emergere un allargamento a tutto campo dell'approccio di gestione del sistema delle infrastrutture stradali con un leitmotiv predominante: l'informazione.

Conoscenza a 360 gradi: infrastrutture, traffico, territorio, rischi, tecnologie, materiali, ecc., ma innanzi tutto la definizione dell'evento incidentale; senza un adeguato livello di conoscenza di ogni singolo incidente, ogni studio, ogni statistica, ogni analisi, rischia di portare a conclusioni sbagliate con immaginabili conseguenze negative. Il supporto sistematico e la rappresentatività dei dati sono alla base dell'evoluzione e dell'attenzione della sicurezza stradale.

La descrizione dello scenario in cui si è verificato l'incidente e la ricostruzione della dinamica permettono di determinare le componenti e gli attori coinvolti e, soprattutto, di valutare il potenziale contributo offerto dall'infrastruttura al succedersi degli eventi; la rilevazione di più eventi condizionati dallo stesso scenario, dagli stessi attori e dalle stesse componenti, permettono di misurare il rischio e prevedere le conseguenze.

In Italia, nonostante l'intensa attività normativa del legislatore, non esiste un'autorità che sia in grado di garantire la raccolta sistematica, ordinata e completa dei dati degli incidenti stradali, un organismo specifico super partes alle cui direttive anche le Forze dell'Ordine devono sottostare; qualcuno che, fissate le specifiche delle informazioni necessarie alle analisi di incidentalità, sia in grado di metterle a disposizione di chi, a vario titolo, ha un interesse virtuoso nel processo di miglioramento della sicurezza stradale.

Tale Autorità, nell'impostazione voluta dal Codice della Strada all'art. 225, comma 1, avrebbe dovuto essere il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con il suo “Archivio Nazionale delle Strade”, la cui istituzione però non è mai intervenuta.

In parallelo al recepimento della Direttiva europea, pertanto, il legislatore dovrebbe dare rinnovato impulso all'istituzione dell'Archivio Nazionale delle Strade.

La normativa europea, unitamente alle molteplici sperimentazioni attuate su alcune aree del paese, mettono in evidenza l'ormai indifferibile esigenza di integrazione delle informazioni esistenti e la necessità di uniformare le metodologie di approccio; i criteri, affinché tali strumenti possano evolversi, debbono scaturire da organismi tecnici che possano esprimere e rilevare le reali necessità.

Senza avere la pretesa di esaurire le necessità e le problematiche, si vogliono elencare nel seguito le principali tematiche sulle quali sarebbe opportuno l'intervento del legislatore in fase di recepimento della Direttiva, che, se non affrontate, impediranno l'effetto virtuoso che la Direttiva potrebbe avere. Inoltre, sarebbe opportuno cogliere l'occasione per "rimuovere" quegli ostacoli normativi e burocratici che in questo momento frenano lo sviluppo delle azioni di contrasto dell'incidentalità stradale impedendo e rendendo particolarmente difficoltose le attività di raccolta dei dati necessari per la redazione di analisi e studi per l'individuazione dei fattori di rischio.

Una annotazione infine, prima di riportare l'elenco delle opportunità che offre il decreto di recepimento della Direttiva per imprimere un concreto impulso a tutta la disciplina: per rendere efficaci eventuali provvedimenti, soprattutto quelli riguardanti gli enti pubblici, non è necessario redigere una specifica norma che sancisce l'obbligatorietà di una certa azione; potrebbe essere sufficiente collegare la possibilità di accesso ai finanziamenti pubblici per la sicurezza stradale alla dimostrazione dell'avvenuto rispetto della norma.

1. **Definire ed uniformare la qualità e la quantità di informazioni** che le Forze dell'Ordine devono rilevare e trasmettere; queste informazioni potranno essere rese pubbliche e messe a disposizione per poter eseguire le analisi di incidentalità. Oggi ogni "comando" ha un suo modello di rilevazione dei dati, scritto utilizzando anche terminologie diverse, che rendono difficile la lettura delle informazioni e la loro confrontabilità con strumenti informatici<sup>9</sup>. Il carattere di unicità del dato e della fonte deve tendere a rafforzare la figura del soggetto preposto e titolato alla raccolta e alla diffusione del dato. La particolare funzione svolta dalle Forze dell'Ordine nella raccolta del dato, va rafforzata e supportata inevitabilmente.
2. **Definire un unico soggetto preposto e titolato alla raccolta e diffusione dei dati di incidentalità**, provenienti dalle Forze dell'Ordine, **oltre all'Istat**; contemporaneamente chiarire e rafforzare, con opportune disposizioni, il ruolo delle strutture territoriali previste dal Piano Nazionale della Sicurezza Stradale, quali i Centri di Monitoraggio Regionali, per i quali sono stati stanziati ed assegnati specifici finanziamenti<sup>10</sup>. La struttura e le competenze di ogni singolo centro di monitoraggio o di raccolta del dato debbono essere raccordate e coordinate su tutto il territorio nazionale da un unico soggetto centrale. Il coinvolgimento alla formazione ed alla definizione del fenomeno di tutti gli organi coinvolti, porterebbe ad una maggiore definizione dell'informazione e dei contenuti.
3. **Sancire l'obbligo di comunicazione delle informazioni, attraverso modalità informatiche, da parte di tutte le Forze dell'Ordine** (Polizie Locali, Carabinieri e Polizia Stradale) prevedendo sanzioni amministrative significative in caso di accertamento di omissione; la raccolta dei dati e la verifica del rispetto degli obblighi di comunicazione, può

---

<sup>9</sup> È fattibile in tempi brevi e senza eccessive "elucubrazioni" tenendo conto di quanto già oggi viene rilevato dalle Forze dell'Ordine che costituisce un buon livello di definizione e dettaglio. Solo alcune di queste informazioni sono riportate nelle statistiche Istat e non consentono studi ed analisi in quanto i dati riportati, pensati per una rilevazione a fini statistici, sono carenti in termini quantitativi e qualitativi. Inoltre sono già disponibili "tracciati" di informazioni che rispondono a questa esigenza compresi alcuni dati sanitari che devono entrare a far parte dei dati rilevati dalle Forze dell'Ordine.

<sup>10</sup> Tale soggetto potrebbe essere il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti come già previsto dal codice della strada, supportato a livello territoriale dalle Regioni che già operano in questa direzione raccogliendo i dati per conto dell'Istat.

essere effettuata dagli enti pubblici Province e Regioni che fanno parte della rete di centri di monitoraggio prevista dal Piano Nazionale della Sicurezza Stradale o che aderiscono alla convenzione con l'Istat.

L'attuale sistema evidenzia un eccessivo ritardo nella circolarità dell'informazione e vi sono ampi e molteplici margini di miglioramento nei seguenti ambiti:

- uniformità nelle metodologie di trasmissione del dato;
  - standardizzazione dei tempi e delle definizioni del sistema di raccolta dei dati;
  - definizione e ricerca delle esigenze degli Organi coinvolti.
4. **Sancire l'obbligo per gli enti proprietari e gestori di strade di conoscere la consistenza e distribuzione dell'incidentalità stradale sulla rete stradale di propria competenza** rendendo pubbliche le informazioni<sup>11</sup>; tale pubblicità non deve generare alcun tipo di responsabilità per l'Ente, anzi deve essere considerato un comportamento virtuoso che, informando, aumenta la consapevolezza dell'utente ed il suo grado di presa di coscienza dell'eventuale grado di rischio. All'informativa all'utenza deve corrispondere, da parte dell'Ente, l'adozione di un piano/programma di interventi definito in funzione delle risorse economiche disponibili. L'informazione deve essere periodicamente aggiornata in funzione dei dati provenienti dal monitoraggio del fenomeno.
5. **Catasto Strade: applicazione sistematica su tutto il territorio, del monitoraggio e della costruzione del dato, attraverso l'adozione di soluzioni e strumenti che possano definire l'intera rete stradale.** Le metodologie, i principi ispirativi ed i sistemi definiti dalla normativa riguardante il Catasto Strade, debbono essere rese operative e governate; la disponibilità di un'informazione completa e il livello di monitoraggio del fenomeno, condizionano enormemente i risultati. Infatti la necessità di evolvere gli indicatori di rischio e l'esposizione dell'utente ad alcuni condizionamenti della rete stradale, richiedono necessariamente:
- metodologie e strumentazioni dedicate da parte degli Enti proprietari e gestori di strade;
  - finanziamenti condizionati mirati;
  - management del territorio e gestione delle risorse.
6. **Sancire l'obbligo per gli enti proprietari e gestori di strade di dare priorità di attuazione agli interventi su tratte e punti critici della rete stradale,** individuati con appositi studi ed analisi<sup>12</sup>, rispetto ad interventi su tratti generici e più sicuri della viabilità.
7. **Sancire l'obbligo per gli enti proprietari e gestori di strade di destinare annualmente una percentuale della spesa per investimenti in opere pubbliche stradali, alla realizzazione di specifici interventi di contrasto dell'incidentalità stradale** (ad analogia di quanto già previsto in ambito autostradale in base agli obblighi convenzionali stabiliti tra Concessionarie ed ANAS) con obbligo di monitoraggio degli effetti dell'intervento e comunicazione pubblica dei miglioramenti ottenuti.

---

<sup>11</sup> Le concessionarie autostradali sono già tenute a fornire i propri dati relativi alla sicurezza stradale ad ANAS nella sua funzione di concedente. Tali informazioni sono poi raccolte dal Ministero dell'Interno che provvede a renderli pubblici, supportando Enti istituzionali nella loro raccolta e diffusione (ISTAT). Anche gli altri Enti gestori di strade sono obbligati a fornire all'ISTAT i loro dati, ma questi provvedono a questo obbligo senza grande affidabilità (visto che comunque non sono previste sanzioni).

<sup>12</sup> Ad esempio mediante analisi costi-benefici aventi lo scopo di definire l'ordine di priorità con cui intervenire sui punti critici preventivamente individuati. Nel caso delle concessionarie autostradali è già previsto tra gli obblighi convenzionali un meccanismo coerente con quanto richiesto dalla Direttiva che obbliga i concessionari a garantire la sicurezza, eseguendo interventi coordinati e convenuti con la Concedente.

8. **Sancire l'obbligo per gli enti proprietari e gestori di strade di redigere il piano di segnalamento;** molti incidenti stradali vedono come concausa una segnaletica insufficiente, obsoleta o errata. Il Codice della Strada già sancisce (art. 38, comma 7) l'obbligo di controllo e verifica dell'efficienza dei segnali; ma anche in questo caso, per tanti motivi, quest'obbligo viene spesso disatteso. Il piano di segnalamento deve essere utilizzato anche per la programmazione degli interventi e della relativa spesa.
9. **Sancire l'obbligo per le Forze dell'Ordine di riportare nei verbali di incidente il "Codice di Missione"** assegnato ad ogni veicolo del servizio sanitario di emergenza-urgenza (118) che viene già riportato sulla cartella clinica del paziente ricoverato in ospedale fin dalla sua accettazione al pronto soccorso. Se questo codice fosse riportato nei verbali delle Forze dell'Ordine e successivamente anche nella scheda Istat, avremmo finalmente la possibilità di collegare i dati di un incidente con quelli sanitari del singolo infortunato. Si aprirebbero possibilità di analisi dei dati oggi impraticabili e si potrebbe determinare e monitorare una quota considerevole del "costo sociale" degli incidenti.
10. **Rendere disponibili i dati necessari per le analisi di sicurezza e per la valutazione di efficacia degli interventi** (traffico, incidentalità, ecc.) agli operatori del settore e alla comunità scientifica (vedi anche paragrafo 2.6)).

## 2.6 LA FORMAZIONE

Si è più volte sottolineata, nei capitoli precedenti, l'importanza con cui la Direttiva sottolinea l'esigenza della formazione e della certificazione del personale incaricato delle analisi e delle verifiche della sicurezza da sviluppare per dare concreta attuazione ai principi posti alla base della Direttiva stessa. Tale esigenza è esplicitamente espressa nel caso di sviluppo delle attività di RSA (2° pilastro) e di RSR (3° pilastro), potrebbe esserlo (la questione dovrebbe essere definita del Decreto di recepimento della Direttiva) per l'elaborazione del documento RSIA (1° pilastro), mentre certamente non è richiesta per lo sviluppo delle attività di RSI (4° pilastro).

La formazione di questi tecnici dovrà avvenire in base a programmi di formazione e a strumenti di qualificazione convalidati dagli Stati membri che dovranno permettere di rendere disponibili agli operatori del settore le conoscenze aggiornate di cui hanno bisogno.

L'Art. 9 della Direttiva, a proposito di "Designazione e formazione dei controllori", precisa:

1. *gli Stati membri garantiscono che, entro il 19 dicembre 2011, siano adottati programmi di formazione per i controllori della sicurezza stradale, qualora non esistano già;*
2. *gli Stati membri garantiscono che i controllori della sicurezza che svolgono le mansioni stabilite dalla presente Direttiva seguano una formazione iniziale, sancita da un certificato di idoneità professionale, e partecipino ad ulteriori periodici corsi di formazione.*

Il processo di formazione deve essere quindi continuo e, si aggiunge, certificabile. Occorre in particolare che vengano definiti i contenuti ed i criteri di accertamento delle conoscenze acquisite nei corsi per la formazione degli *Auditors*, così come occorre che siano definiti operativamente i criteri di accreditamento dei "controllori della sicurezza" espressi dal comma 4 dell'art. 9 della Direttiva.

Sarebbe altresì auspicabile costituire un riferimento per l'accertamento di qualità dei rapporti di analisi di sicurezza redatti dai "controllori abilitati".

Nel campo della formazione per la sicurezza stradale sono già presenti in alcune realtà universitarie iniziative di formazione di alto livello professionalizzante. Si citano, ad esempio le iniziative avviate da circa 10 anni dal Laboratorio interdisciplinare per la Sicurezza e l'Infortunistica Stradale (LaSIS) dell'Università di Firenze ove sono attivi:

- il Master universitario di 1° livello in “Sicurezza Stradale”;
- il Corso di perfezionamento post laurea COPEBARR in “Barriere di sicurezza stradali”
- il Corso di perfezionamento post laurea in “Ricostruzione di incidenti stradali”

Sull'argomento infine sono in corso alcune esperienze di progetti europei per la formazione tra i quali si cita il progetto EURO-AUDITS [10].

Collegata e funzionale all'argomento riguardante la formazione occorre ricordare l'attività indispensabile di redazione delle Linee Guida che debbono fornire i criteri essenziali che occorre seguire nello svolgimento delle diverse attività previste dalla Direttiva. Tra queste si citano:

- Linee guida per lo sviluppo di studi di impatto sulla sicurezza stradale
- Linee guida per la definizione delle priorità di intervento e per l'individuazione degli interventi per il miglioramento della sicurezza stradale
- Linee guida per il monitoraggio prestazionale delle strade e per l'identificazione dell'efficacia degli interventi per il miglioramento della sicurezza stradale
- Linee guida per l'esecuzione delle ispezioni per la sicurezza
- Aggiornamento della Circolare MIT n° 3699/2001 “Linee guida per le analisi di sicurezza delle strade”

Il Decreto di recepimento della Direttiva dovrebbe infine precisare l'organismo o gli organismi che dovranno essere incaricati di redigere queste e le altre Linee Guida che saranno ritenute necessarie per la piena ed uniforme attuazione alla Direttiva stessa.

## 2.7 LA DISPONIBILITÀ DEI DATI

Per sviluppare le analisi e le valutazioni richieste dalla Direttiva 2008/96/CE occorre disporre di una base informativa affidabile che consenta di caratterizzare l'ambiente stradale e le sue prestazioni e di tener conto della loro evoluzione nel tempo, in relazione anche agli interventi più recenti attuati sulla rete.

La Direttiva non precisa quale sia il minimo contenuto di informazioni necessario per sviluppare le analisi richieste dalla Direttiva stessa. Un utile riferimento di letteratura in proposito può essere invece rintracciato in [11] in cui i dati necessari per effettuare tali valutazioni possono essere raggruppati in sei macro-categorie (dati incidentali, dati di traffico, dati geometrici, dati ambientali, dati meteo-climatici e dati relativi agli interventi effettuati sull'infrastruttura), per ciascuna delle quali le informazioni ritenute necessarie a descrivere la rete e l'ambiente che si intende studiare nelle due fasi rispettivamente di definizione delle priorità d'intervento e di scelta degli interventi da effettuare per migliorare la sicurezza sono riportate nella Tabella 2.3. I dati occorrenti sono differenziati in Tabella 2.3, evidenziando quelli che sono da considerarsi indispensabili, e quelli che, invece, se disponibili, consentono di migliorare l'affidabilità delle analisi svolte. Si precisa che i contenuti della Tabella 2.3 non vogliono costituire uno standard ma solo un tentativo di sintesi ragionata, sul quale sarebbe opportuno aprire un approfondito dibattito con gli Enti gestori e proprietari delle strade in sede di redazione delle Linee Guida per l'attuazione della Direttiva.

Nella relazione al Parlamento del luglio 2005 circa lo stato di attuazione del Piano Nazionale della Sicurezza Stradale, redatta in forza dell'articolo 1, comma 2, del Codice della Strada [12], si legge che i “limiti della base informativa” costituiscono il primo dei fattori che impediscono in Italia un vero processo di miglioramento della sicurezza stradale.

INFRASTRUTTURE STRADALI PIÙ SICURE. FASE I: I CRITERI

Tabella 2.3: parametri utili per l'individuazione degli interventi per il miglioramento della sicurezza [11]

ID	DATI	ATTIVITA'	
		DEFINIZIONE DELLE PRIORITA'	SCELTA DELL'INTERVENTO
<b><u>Dati incidentali</u></b>			
1	Data		O
2	Ora		O
3	Identificativo strada	X	X
4	Progressiva chilometrica	X	X
5	Coordinate NE	O	O
6	Numero di incidenti anno	X	X
7	Numero di incidenti mortali/anno	X	X
8	Numero incidenti con feriti/anno	X	X
9	Numero incidenti con solo danni alle cose	O	O
10	Numero di veicoli coinvolti		O
11	Tipologia di veicoli coinvolti		X
12	Tipologia di incidente		X
13	Stato della pavimentazione al momento dell'incidente		X
14	Caratteristiche di circolazione (senso unico o doppio)	O	X
15	Elementi caratteristici (presenza strisce pedonali, fermata autobus ecc)		O
16	Condizioni meteo		X
17	Presenza illuminazione		X
18	Condizioni di traffic		O
<b><u>Dati di traffic</u></b>			
19	Identificativo della tratta (progressive o coordinate NE di inizio e fine o strada)	X	X
20	Data del/i rilievo/i a cui si riferiscono i dati	O	O
21	Traffico giornaliero medio	X	X
22	Composizione del traffico (tipologia dei mezzi e ripartizione)	O	X
23	Velocità attuate dagli utenti (85° percentile)		O
24	Traffico ora di punta		O
25	Livello di servizio peggiore che si raggiunge nell'85° percentile del flusso		O
26	Suddivisione tra traffico diurno e notturno		O
27	Traffico per le manovre principali delle intersezioni		O
<b><u>Dati geometrici</u></b>			
28	Andamento plano-altimetrico (suddivisione in elementi geometrici omogenei)	X	X
29	Caratteristiche di ogni elemento (lunghezza, raggio/parametro clotoide)		O
30	Composizione della piattaforma	X	X
31	Tratto urbano o extraurbano	X	X
32	Ubicazione e tipologie delle intersezioni	X	X
33	Ubicazione di ponti e/o gallerie		O
34	Caratteristiche di ogni intersezione (manovre e regolazione)		O
35	Tipologia di strada a cui appartiene ciascun tratto	X	X
<b><u>Dati ambientali</u></b>			
36	Posizione delle fermate dell'autobus		O
37	Frequenza e ubicazione degli accessi		O
38	Caratteristiche degli accessi pubblici più trafficati	O	O
39	Barriere di sicurezza (presenza e caratteristiche)		O

ID	DATI	ATTIVITA'	
		DEFINIZIONE DELLE PRIORITA'	SCELTA DELL'INTERVENTO
<b><u>Dati meteo-climatici</u></b>			
40	Presenza di nebbia		O
41	Presenza di gelo		O
42	Presenza di neve		O
<b><u>Interventi effettuati</u></b>			
43	Interventi sulla pavimentazione (ripristino aderenza, sigillatura lesioni, ecc)		O
44	Sostituzione/ripristino segnaletica stradale orizzontale e/o verticale		O
45	Variazione delle condizioni di traffico		O
46	Variazione delle condizioni di circolazione		O
47	Variazione dell'organizzazione della sede stradale		O

**X:** parametro necessario per sviluppare la procedura

**O:** parametro utile per migliorare l'affidabilità

È possibile affermare che negli ultimi anni la situazione è molto migliorata. Numerosi Enti gestori di strade hanno avviato ed in alcuni casi anche portato a compimento interessanti progetti di georeferenziazione ed informatizzazione dei dati stradali. In virtù di ciò si può affermare che al momento attuale molte delle deficienze informative che hanno da sempre impedito di disporre di una visione adeguatamente dettagliata dello stato di funzionamento della rete sono state colmate o sono almeno in via di risoluzione.

L'ANAS, per esempio, ha messo a punto un sistema informatizzato certificato sull'incidentalità che interessa la sua rete, i cui criteri informatori sono descritti nell'Allegato 2.1. Ha inoltre negli ultimi anni attivato un proprio progetto per la realizzazione di una rete automatizzata di monitoraggio con misurazione dei flussi di traffico (con diverse tipologie di sensori per il rilevamento del traffico veicolare, integrati in alcuni punti da videocamere di sorveglianza e stazioni meteo). Trattandosi tuttavia di una rete "aperta" estesa e capillare, sono evidenti le maggiori difficoltà nel recepimento ed organizzazione dei dati rispetto al sistema "chiuso" dei gestori autostradali; tuttavia lo sforzo intrapreso per migliorare la conoscenza della rete è necessario per rendere più efficace la gestione della stessa, intervenire correttamente e poter misurare i miglioramenti conseguiti.

Numerose Province e Comuni si sono allo stesso modo attivati per costituire basi informative analoghe, integrate con i dati derivanti dall'attuazione del Catasto delle Strade in forza del DM 01.06.2001 n. 3484. Si citano per esempio il progetto SIRSS della Provincia di Arezzo, che risulta ormai completato [8], o il sistema informativo messo a punto dalla Provincia di Milano la cui descrizione è riportata nell'Allegato 2.2.

Per acquisire informazioni aggiornate in merito alla diffusione di iniziative del tipo di quelle sopra citate, il Comitato C1 dell'AIPCR ha distribuito attraverso i suoi membri il Questionario riportato in allegato (Allegato 2.3) al quale ha risposto un ristretto campione di Amministrazioni rappresentative di realtà infrastrutturali extraurbane (Province) che hanno ritenuto importante dedicare investimenti a questo settore. Le risposte acquisite sono riassunte nella Tabella 2.4 da cui si deduce chiaramente che la totalità delle amministrazioni che hanno inteso rispondere dispone dei dati riguardanti l'incidentalità ed il traffico, i 2/3 hanno già sviluppato il Catasto Strade e che solo in un numero limitato di casi sono disponibili database riguardanti informazioni sulle condizioni meteo-climatiche e l'archivio storico degli interventi di manutenzione svolti sulla rete di competenza.

## INFRASTRUTTURE STRADALI PIÙ SICURE. FASE I: I CRITERI

Ciò che desta meraviglia è il fatto che i singoli database solo raramente sono interfacciabili con il DB incidenti, rendendo difficilmente usufruibili i dati per lo sviluppo di analisi di sicurezza.

Inoltre le risposte in merito all'accessibilità delle informazioni rendono evidente il fatto che solo l'Ente che ha sviluppato il sistema informativo può utilizzarne i dati e che quindi questi non sono usufruibili per studi svolti da tecnici ed esperti esterni alle amministrazioni. Ciò sembra essere una grossa limitazione delle potenzialità di questi efficaci strumenti per sviluppare i quali le Amministrazioni hanno sostenuto ingenti investimenti.

Tabella 2.4: risultati del Questionario AIPCR C1 sulla disponibilità di Basi Dati Informative per lo sviluppo delle analisi di sicurezza

AIPCR C.1											
Questionario Basi Dati Informative per lo sviluppo di analisi di sicurezza											
RIASSUNTO RISULTATI											
Risposte pervenute	n. 11										
Data Base informativo	Disponibilità		Supporto			Interfacciato con DB		Accessibilità			
	SI	NO	Informatico	Anche cartaceo	Solo cartaceo	SI	NO	Solo Ente	Solo autorizzati	Libero	Nessuno
<b>Incidenti</b>	11		10	2	1			11	4	1	
<b>Traffico</b>	11		12	5		3	8	11	8	1	1
<b>Catasto Strade</b>	7	4				3	4	7	2		
<b>Meteo</b>	3	8					3	3	3	2	
<b>Interventi di manutenzione</b>	2	9				1	1	2			

## 2.8 CONCLUSIONI

A ben vedere, i criteri indicati nella Direttiva Europea 2008/96/CE sulla Gestione della Sicurezza delle Infrastrutture Stradali non rappresentano in sé novità assolute, trattandosi di concetti che, in teoria, una buona progettazione stradale ed una corretta gestione della rete dovrebbero già contenere.

Il merito della Direttiva è quello di dare in modo esplicito a questi aspetti la dignità di elementi in base ai quali si giudica della qualità delle prestazioni di una infrastruttura stradale, dando un organico indirizzo all'intero apparato di gestione della sicurezza, dalla fase di pianificazione, alla progettazione, alla messa in esercizio ed alla gestione delle strade esistenti, quasi a voler far nascere una sorta di "Testo Unico sulla Sicurezza Stradale" che permei l'entità Strada in ogni sua fase di vita.

Per raggiungere tale scopo il concetto di "formazione" specifica nel campo della sicurezza stradale, che rappresenta il fulcro della Direttiva, diventa un elemento fondante di tutto il processo ed un fattore qualificante sia dei progettisti, sia tecnici degli Enti gestori, sia del personale su strada.

L'obiettivo dell'innalzamento della sicurezza stradale potrà essere realmente raggiunto solo se all'attenzione ad interventi "strutturali", riguardanti la geometria e l'arredo funzionale delle strade, si affianchi una decisa e continua attenzione agli aspetti comportamentali dell'utenza ed al contributo attivo che le moderne tecnologie della comunicazione e dell'informazione possono offrire. Senza contare l'indispensabile contributo che potrà provenire da una continua azione di educazione dei comportamenti, che non dovrà tradursi in mero inasprimento del regime sanzionatorio, ma dovrà contemplare ed incentivare l'utilizzo di tutti quei sistemi atti a monitorare e quindi disincentivare qualsiasi condotta di guida irresponsabile.

## LA DIRETTIVA EUROPEA 2008/96/CE

Occorre che il nostro Paese, nel recepimento della Norma Europea, operi un reale sforzo in modo che gli indirizzi della Direttiva si tramutino in procedure che siano ben integrate nel processo decisionale e siano in grado di fornire un reale valore aggiunto, senza tradursi, nella pratica applicazione, in un ulteriore vincolo od ostacolo alla progettazione ed alla gestione delle strade.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] R. Lamm, 2004, *New Development in Highway Geometric Design and International Comparisons*, Proc. II SIIV International Congress, Firenze.
- [2] Francesconi, S., *Direttiva 2008/96/CE: dall'ideazione all'adozione*, Workshop "La Direttiva 2008/96/CE", AIPCR c1, Parlamentino del Consiglio Superiore dei LL.PP., 9 Luglio 2009
- [3] Commissione MIT, *Norma per gli interventi di adeguamento delle strade esistenti*, 21 marzo 2006
- [4] UK, COBA Manual, *Cost Benefit Analysis for Economic Appraisal of Road Schemes*
- [5] Germania, metodo BVWP, *Bewertungsverfahren der Bundesverkehrswegeplanung*
- [6] US, modello STEAM, *Surface Transportation Efficiency Analysis Model*
- [7] Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, *Linee guida per le analisi di sicurezza delle strade*, Circolare n° 3699 dell'8 giugno 2001
- [8] Prov. AR, ISS, SIASS, Centro Francesco Redi, ARS, 1° *Workshop Regionale: Progetto SIRSS – Sistema Integrato Regionale per la Sicurezza Stradale - attuazione e prospettive*, Arezzo, 26 Febbraio 2009
- [9] H. Cullen, *Road Safety Infrastructure Safety Management*, RSIM Dir., presentation to CEDR – Ireland, March, 2009.
- [10] Project EURO-AUDITs, *The european Road safety Auditor Training Syllabus – Appendix A: proposed course programmes*, Ottobre 2007
- [11] L. Domenichini, F. Martinelli, P. Vadi, *Identificazione degli interventi di ingegneria*, Atti 3° Convegno Nazionale sul Monitoraggio degli incidenti stradali "Casualità e causalità nell'ambito dell'incidentalità stradale: come intervenire", Arezzo, 26-27 Febbraio 2009
- [12] D. Lgs. 30 aprile 1992, n. 285, Nuovo Codice della Strada
- [13] Engineering Ingegneria Informatica SPA, Dipartimento di Ingegneria Civile ed Ambientale dell'Università di Firenze e Dipartimento di Meccanica e Tecnologie industriali dell'Università di Firenze, *Proposte di intervento per il miglioramento della sicurezza stradale nell'ambito del progetto SIRSS*, Convenzione di ricerca, 23.4.2009
- [14] NCHRP, *PLANSAFE: Forecasting the Safety Impact of Socio-Demographic Changes and Safety Countermeasures*, 2010, ([www.trb.org](http://www.trb.org))
- [15] PIARC-AIPCR TECHNICAL COMMITTEE ON ROAD SAFETY (C13), *Road Safety Manual, Recommendations from the World Road Associations (PIARC)*, World Road Association PIARC-AIPCR, 2003
- [16] AASHTO, *Highway Safety Manual*, 2010

## **ALLEGATO 2.1**

### **La sicurezza stradale: alcune iniziative di Anas Spa**

Tra le recenti iniziative di Anas S.p.A. in tema di sicurezza stradale si segnala in primo luogo un nuovo progetto, sviluppato ed avviato dalla Condirezione Generale Legale e Patrimonio e dalla Condirezione Generale Tecnica di Anas S.p.A., che persegue l'obiettivo di stabilire sinergie operative tra l'area legale, quella tecnica/esercizio ed i Compartimenti.

In particolare, è stato creato un "Comitato Responsabilità Civile/Manutenzione" con la finalità generale di individuare e comprimere le criticità in tema di manutenzione stradale e di sinistrosità, attuando altresì l'obiettivo aziendale del contenimento del contenzioso in materia di responsabilità civile.

Il lavoro del Comitato si inquadra senza dubbio nell'ambito del tema della sicurezza del sistema stradale, atteso che attraverso l'analisi del fenomeno dell'incidentalità e con l'individuazione delle aree critiche della viabilità sulla rete stradale regionale, appare auspicabile l'attuazione di un programma mirato di interventi di manutenzione che possa garantire la sicurezza degli utenti della strada, in linea con quanto previsto dai programmi nazionali e comunitari.

Il Comitato prevede il coinvolgimento di tutte le sedi Compartimentali di Anas che dovranno inizialmente procedere ad una mappatura di tutti gli incidenti verificatisi nell'ultimo triennio sulle strade di competenza compartimentale.

Al riguardo, saranno presi in considerazione i dati dell'incidentalità rilevati dall'ACI attraverso la Polizia Stradale, dalle Sale Operative Nazionali e Compartimentali, e dagli Uffici Legali di Anas attraverso la registrazione delle richieste di risarcimento danni e delle successive azioni giudiziali sul sistema informatico ICA (inventario cause Anas).

I dati così raccolti saranno rappresentati mediante la predisposizione di una cartografia idonea ad individuare immediatamente le aree critiche anche attraverso l'indicazione grafica di un indice di pericolosità, non legato esclusivamente alle condizioni della infrastruttura stradale, ma influenzato parimenti da altri fattori primo fra tutti il volume di percorrenza stradale.

Si procederà, successivamente, ad un'analisi approfondita delle cause di incidentalità, suddividendo i sinistri per tipologia (es. buca, passaggio animali, assenza o carenza di segnaletica, oggetti in carreggiata ecc.) e per gravità (mortalità, con lesioni o con soli danni materiali), al fine di analizzarne le cause e di programmare i relativi interventi correttivi.

Anas dovrà in seguito verificare gli interventi manutentori in corso e quelli programmati, eventualmente implementando la pianificazione sulla base delle risultanze emerse dall'analisi dell'incidentalità.

Nel contempo, laddove non siano già stati programmati degli interventi, si dovrà provvedere tempestivamente a modificare la pianificazione.

Un altro aspetto rilevante sarà anche la verifica dell'andamento dell'incidentalità nel tempo.

Ed invero, l'osservazione dei sinistri nel corso di un triennio, ed il loro eventuale reiterarsi, permetterà non solo di valutare l'incidenza sugli stessi della realizzazione di interventi manutentori, ma anche di verificare la qualità e la programmazione degli interventi di manutenzione e/o la realizzazione di nuove opere per gli anni a venire.

Il progetto è iniziato nel mese di aprile del corrente anno, con l'analisi e lo studio dei sinistri verificatisi sulle strade di competenza del Compartimento della Viabilità per la Puglia, quale Compartimento pilota.

Si riportano a titolo esemplificativo alcuni dati:

Anno di osservazione		Strada Statale	Estesa km.
2007		16 "Adriatica"	357,490
2008		16 "Adriatica"	357,490
2009		16 "Adriatica"	357,490
Dati ACI	Dati SOC	Contenzioso Stragiudiziale	Contenzioso Giudiziale
420	206	75	21
427	195	69	28
/	/	122	36

#### ANNO 2007

**Tratta 1** dal confine Compartimentale ( km. 606) al km 620

Incidenti rilevati (dati ACI): n° 4

Incidentalità per km: 0,29

Richieste risarcimento pervenute all'U.O. Legale: n° 1

Interventi in corso:

Interventi programmati: rifacimento pavimentazione tratti saltuari.

**Tratta 2** dal km 620 al km. 635

Incidenti rilevati (dati ACI): n° 6

Incidentalità per km: 0,40

Richieste risarcimento pervenute all'U.O. Legale: n° 1

Interventi in corso:

Interventi programmati: rifacimento pavimentazione tratti saltuari, ricostruzione scarpate erose

**Tratta 3** dal km 635 al km. 650

Incidenti rilevati (dati ACI): n° 17

Incidentalità per km: 1,13

Richieste risarcimento pervenute all'U.O. Legale: nessuna

Interventi in corso: Rifacimento pavimentazione in tratti saltuari tra i km. 640 e 650

Interventi programmati:

Gli eccellenti risultati ottenuti dal Compartimento pilota, hanno indotto il Comitato ad estendere il progetto ad altri Compartimenti quali Lombardia, Lazio, Sicilia, Emilia Romagna e Campania.

In conclusione, si può affermare che l'aspetto forse più importante ed innovativo consiste nella concreta collaborazione tra l'Area Tecnica e l'Area Legale di Anas, che per la prima volta svolgono un'azione combinata volta al conseguimento di risultati più efficienti e vantaggiosi.

L'Anas si è impegnata, altresì, in un progetto sulla sicurezza stradale e sulla guida sicura ideato e promosso dall'Associazione "I Meridiani" con il patrocinio del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti e di Anas.

Il 23-24 aprile 2010 si è svolta a Napoli la tappa conclusiva della manifestazione "Sii saggio, guida sobrio", un'importante iniziativa di prevenzione ed informazione alla quale hanno partecipato non solo rappresentanti istituzionali e di diversi organismi, ma soprattutto molti giovani studenti ai quali l'iniziativa si rivolge in particolar modo.

Il Presidente di Anas, Pietro Ciucci, è intervenuto ribadendo l'impegno dell'azienda "non solo sulla sicurezza cosiddetta passiva, grazie ai lavori di costruzione di nuovi tratti stradali, sempre più affidati a progetti innovativi, ma anche sulla sicurezza attiva grazie agli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria ed all'attività h24 di pronto intervento e di regolazione della circolazione svolta dalla Direzione Esercizio e Coordinamento del Territorio, recentemente istituita, dalle 20 Sale Operative Compartimentali, collegate alla Sala Operativa Nazionale, che sono in via di implementazione e di dotazione delle più moderne tecnologie per il controllo e la gestione del traffico, e dai circa 2.100 addetti del personale di esercizio, a cui si aggiungerà a breve una flotta di 1.000 autovetture Anas dotate di apparati telematici di controllo e di trasmissione delle informazioni sul traffico".

In questo ambito la tecnologia applicata al traffico (semafori intelligenti, tutor, pannelli elettronici a messaggio variabile, sensori di traffico e di rallentamenti, *safety car* in caso di nebbia o code, ecc.) è fondamentale per innalzare i livelli di sicurezza.

In ultimo, si segnala che in data 2 luglio 2010, il Capo della Polizia Antonio Manganeli ed il Presidente di Anas Pietro Ciucci, hanno firmato la nuova convenzione per ridurre l'incidentalità ed innalzare i livelli di vigilanza sulle autostrade ed i raccordi autostradali in gestione diretta di Anas, al fine di potenziare lo scambio di informazioni creando un sistema integrato di controllo.

Tra gli aspetti innovativi, la convenzione prevede la possibilità di pianificare e realizzare servizi congiunti in occasione di particolari criticità, quali esodi estivi o eventi neve, e servizi mirati di controllo su alcune tipologie di utenza, anche attraverso attrezzature specifiche, oltre che la possibilità di adottare specifici piani per la prevenzione degli incidenti stradali.

## ALLEGATO 2.2

### Il rilievo dell'incidentalità stradale in provincia di Milano

Sin dal 1999 la Provincia di Milano ha avviato attività esclusivamente mirate all'analisi ed alla riduzione del fenomeno dell'incidentalità stradale istituendo un centro di monitoraggio per la sicurezza stradale con l'obiettivo finale di partecipare in maniera significativa al raggiungimento dell'obiettivo strategico, imposto dalla Comunità Europea e recepito dal Piano Nazionale della Sicurezza Stradale, di ridurre il numero di feriti e morti, conseguenti agli incidenti stradali, del 50% entro l'anno 2010.

Le attività che si sono succedute sono molteplici ed hanno avuto come filo conduttore la realizzazione di un **processo integrato** (rilievo, monitoraggio, analisi ed individuazione interventi) per il miglioramento della sicurezza stradale anche con l'attivazione di progetti sperimentali a livello nazionale.

Le attività che ancora oggi vengono svolte, coinvolgono sia i soggetti che si occupano della rilevazione degli incidenti, sia le strutture interne della Provincia di Milano che progettano e realizzano interventi strutturali e di manutenzione.

L'attività viene realizzata all'interno della Direzione Centrale Trasporti e Viabilità e coinvolge tre strutture, il centro di monitoraggio per la sicurezza stradale per il rilievo e l'individuazione dei punti critici, il Settore Gestione rete stradale e mobilità ciclabile per la realizzazione di interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria ed il Settore Sviluppo rete stradale per la realizzazione di interventi strutturali.



### RACCOLTA DEI DATI DI INCIDENTALITÀ STRADALE

Gli organi che espletano servizio di polizia stradale ai sensi dell'art. 12 del N.C.d.S. raccolgono tutte le informazioni relative agli incidenti stradali con feriti, tale attività che rientra nel programma statistico nazionale, prevede che le informazioni raccolte vengano inviate all'ISTAT per le successive elaborazioni statistiche. Grazie ad una convenzione stipulata tra ISTAT e Provincia di Milano, i dati rilevati dalle Polizie Locali, dai Carabinieri, dalla Polizia Stradale e dalla Polizia Provinciale sul

territorio provinciale vengono inviati direttamente agli uffici della Provincia di Milano dove, attraverso una serie di procedure, vengono archiviati in un database relazionale, elaborati e trasmessi in formato digitale ad ISTAT.

Per ottimizzare il processo di acquisizione è stato realizzato un software che, partendo dalle informazioni di base contenute nella scheda cartacea prevista dall'ISTAT (mod. CTT.INC), obbligatoria ai fini delle rilevazioni previste dal sistema statistico nazionale, permette di archiviare tutte le informazioni necessarie alla ricostruzione del singolo incidente. Lo stesso software è stato messo a disposizione gratuitamente delle Polizie Locali che ne hanno fatto richiesta.

Ove le informazioni fornite dagli organi rilevatori lo permettano, gli incidenti vengono localizzati mediante una procedura automatica, consentendo la realizzazione di mappe tematiche di incidentalità in cui vengono messi in evidenza diversi aspetti, tra i quali il numero di feriti e/o di morti, il tipo di urto, la tipologia di veicoli, l'ora, ecc.

### ANALISI DELL'INCIDENTALITÀ

La prima attività di analisi prevista consiste nell'individuazione degli Indicatori statistici che permettono di calcolare l'andamento dell'incidentalità stradale nel tempo.

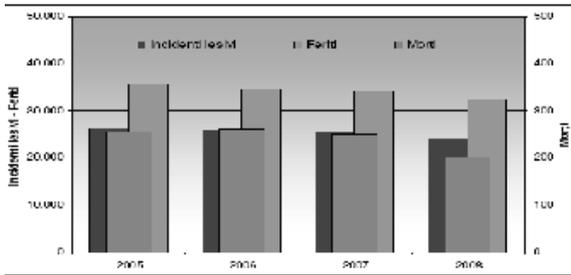
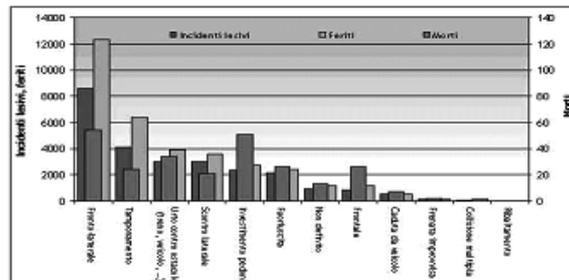
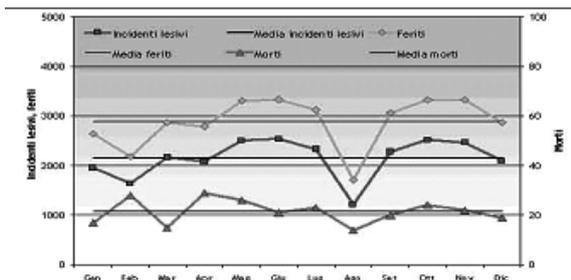


Figura 5 - Incidenti mortali sulle strade Provinciali, Anni 2004-2008



In particolare vengono considerati:

- Numero di incidenti lesivi, morti e feriti
- Incidenti lesivi, morti e feriti per mese dell'anno
- Incidenti lesivi, morti e feriti per giorno della settimana
- Incidenti lesivi, morti e feriti per fascia oraria
- Incidenti lesivi, morti e feriti per tipologia d'urto
- Tipologia di veicoli coinvolti in incidenti lesivi

Che consentono di effettuare analisi dettagliate su:

- la distribuzione nel tempo degli incidenti;

## INFRASTRUTTURE STRADALI PIÙ SICURE. FASE I: I CRITERI

- la distribuzione territoriale degli incidenti, per monitorare eventuali benefici conseguenti la realizzazione di un'opera o per individuare i punti e le tratte critiche;
- il tipo d'urto, che abbinato alle conseguenze ed alla dinamica dell'incidente permette di individuare le manovre che in fase di manutenzione devono essere impedito;
- la tipologia di veicoli ed i conducenti coinvolti in incidenti

Dette analisi permettono di inquadrare il fenomeno nella sua dimensione generale, ma l'interesse della Provincia di Milano è rivolto allo studio dell'evento sulle strade di propria competenza, per definire punti critici, cause dei sinistri e, quindi, per indirizzare le risorse verso quegli interventi più utili alla riduzione del fenomeno.

Per far ciò è però necessario partire dall'esatta localizzazione degli incidenti, informazione non certo prevista in maniera dettagliata nella scheda ISTAT (mancanza di coordinate X e Y, progressiva chilometrica arrotondata al Km, assenza di informazioni sulla seconda strada in caso di intersezioni ecc.).

Vista la notevole quantità di incidenti e delle relative informazioni sono state implementate alcune procedure semi automatiche per la georeferenziazione degli incidenti partendo dalle informazioni rilevate dalle forze di polizia, che permettono di riprodurre su cartografia digitale i luoghi in cui sono avvenuti gli incidenti. Questa attività permette, in una prima fase, di considerare i soli incidenti avvenuti sulle strade extraurbane e successivamente consente di raggruppare gli incidenti per micro aree (circa 200 mt di diametro) per definire tratte stradali con più alta concentrazione di incidenti.

Individuate le "tratte critiche" si analizzano nel dettaglio i singoli incidenti associati ad ogni tratta per avere la certezza dell'ubicazione e si realizzano le schede riassuntive.

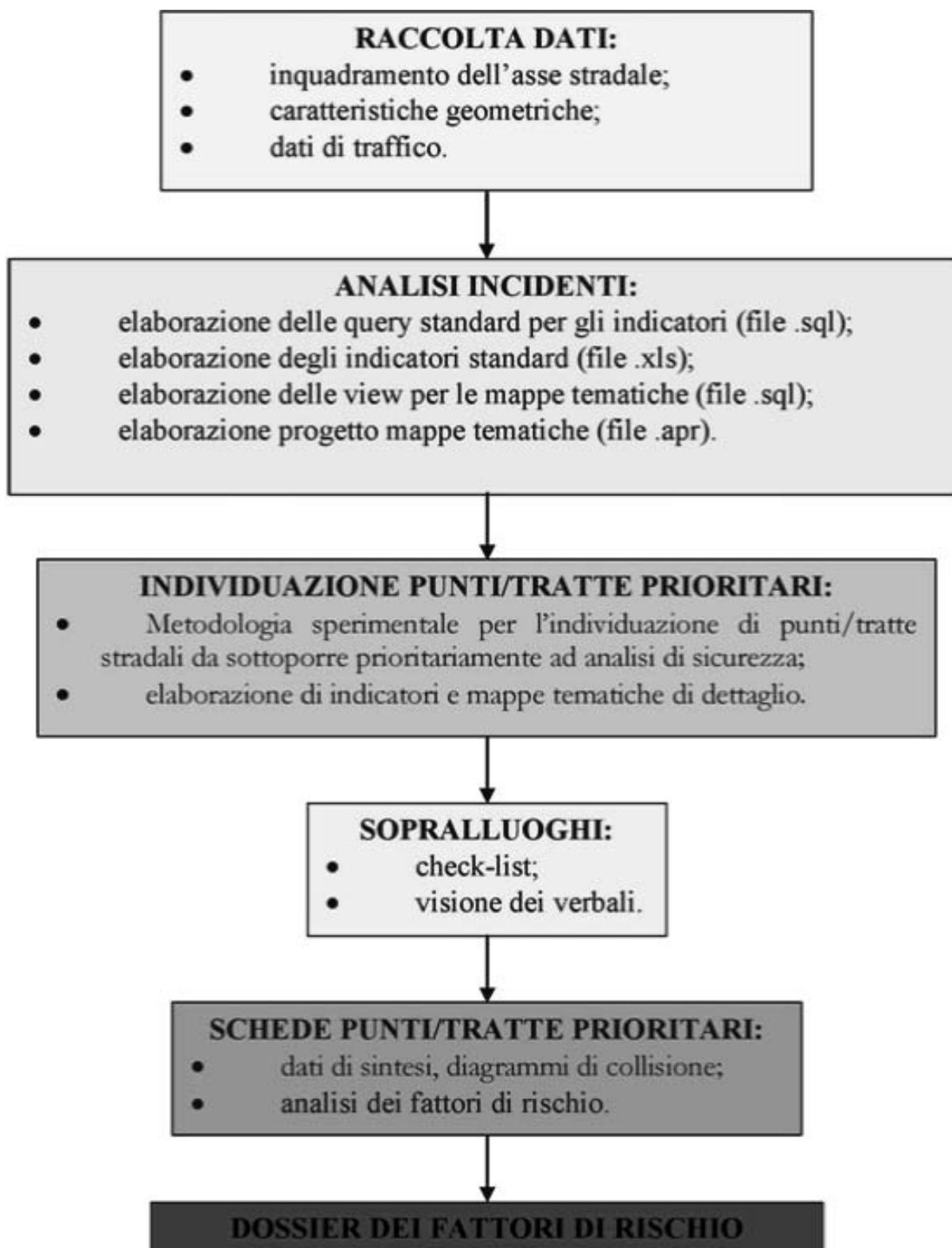
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2">Comune</td> <td colspan="2">SP</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Localizzazione</td> <td colspan="2" style="text-align: center;"><b>intersezione con via F. Filzi</b></td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;"><b>Anno 2008</b></td> </tr> <tr> <td>Incidenti</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">5</td> </tr> <tr> <td>lesivi</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">1</td> </tr> <tr> <td>Morti</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">7</td> </tr> <tr> <td>Feriti</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">7</td> </tr> <tr> <td>Anno</td> <td style="text-align: center;">2005</td> <td style="text-align: center;">2006</td> <td style="text-align: center;">2007</td> </tr> <tr> <td>Incidenti</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">5</td> <td style="text-align: center;">3</td> </tr> <tr> <td>lesivi</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td>Morti</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">8</td> <td style="text-align: center;">3</td> </tr> <tr> <td>Feriti</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">3</td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;"><b>Totale anni 2005 - 2008</b></td> </tr> <tr> <td>Incidenti</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">14</td> </tr> <tr> <td>lesivi</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">1</td> </tr> <tr> <td>Morti</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">20</td> </tr> <tr> <td>Feriti</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">20</td> </tr> </table>	Comune		SP		Localizzazione		<b>intersezione con via F. Filzi</b>		<b>Anno 2008</b>				Incidenti	5			lesivi	1			Morti	7			Feriti	7			Anno	2005	2006	2007	Incidenti	1	5	3	lesivi	0	0	0	Morti	2	8	3	Feriti	3			<b>Totale anni 2005 - 2008</b>				Incidenti	14			lesivi	1			Morti	20			Feriti	20		
Comune		SP																																																																			
Localizzazione		<b>intersezione con via F. Filzi</b>																																																																			
<b>Anno 2008</b>																																																																					
Incidenti	5																																																																				
lesivi	1																																																																				
Morti	7																																																																				
Feriti	7																																																																				
Anno	2005	2006	2007																																																																		
Incidenti	1	5	3																																																																		
lesivi	0	0	0																																																																		
Morti	2	8	3																																																																		
Feriti	3																																																																				
<b>Totale anni 2005 - 2008</b>																																																																					
Incidenti	14																																																																				
lesivi	1																																																																				
Morti	20																																																																				
Feriti	20																																																																				
<p>- <u>Tipo urto prevalente</u>: scontro fronto - laterale</p> <p>- <u>Note</u>: presenza di immissione regolata da precedenza da Via Fabio Filzi sulla SP</p>																																																																					
 <p style="text-align: center;">SP44bis</p>	 <p style="text-align: center;">via Filzi</p>																																																																				

Infine è necessario concludere l'analisi delle tratte a maggior incidentalità con singoli sopralluoghi per fornire tutte le informazioni sull'infrastruttura e più in generale sull'ambiente circostante il luogo dell'incidente, dove mediante l'utilizzo di apposite check-list vengono rilevate informazioni riguardo:

- Ambito: urbano o extraurbano;
- Tipologia tracciato: rettilineo, curva di grande o piccolo raggio, eventuali anomalie;
- Segnaletica verticale ed orizzontale: presenza o assenza, stato di manutenzione, visibilità, presenza di segnali non consentiti;
- Pavimentazione: tipologia, stato di manutenzione;
- Banchine: dimensioni, eventuale tipologia e stato della pavimentazione, tipologia delle eventuali barriere di contenimento, presenza di elementi a margine della carreggiata;
- Raccolta acque: tipologia delle cunette, stato di manutenzione, eventuale protezione delle stesse;
- Visibilità: presenza di eventuali ostacoli alla corretta percezione dell'andamento piano-altimetrico della strada;
- Attività: presenza e tipologia delle eventuali attività (esercizi commerciali, distributori, luoghi di svago, industrie, insediamenti abitativi e scolastici,...);
- Accessi: presenza di passi carrabili, viottoli di accesso a fondi agricoli, strade private.

Tali informazioni sommate alle caratteristiche della circolazione stradale (TGM ecc.) daranno luogo alle analisi ingegneristiche contenute nei "Dossier dei fattori di rischio", dove vengono rappresentate le indagini sulla causa dei sinistri e sui meccanismi di interazione tra veicolo, infrastruttura e guidatore.





**ALLEGATO 2.3****Questionario distribuito ai membri del comitato****Oggetto: Direttiva 2008/96/CE sulla Gestione della Sicurezza delle Infrastrutture Stradali**

Il GdL "Direttiva EU" del Comitato Tecnico AIPCR-C1 "Infrastrutture Stradali più sicure" desidera acquisire informazioni aggiornate in merito alla disponibilità presso Codesto Spett.le Ente delle basi informative necessarie per sviluppare le analisi di sicurezza delle strade in esercizio secondo quanto richiesto dalla Direttiva 2008/96/CE emanata il 19/11/2008.

Allo scopo si richiede di compilare il seguente Questionario e restituirlo via e-mail al seguente indirizzo: workshop\_sicurezza@dicea.unifi.it.

ENTE \_\_\_\_\_

ufficio \_\_\_\_\_

Data \_\_\_\_\_

Nome del Compilatore \_\_\_\_\_

<b>1.</b>	<b>Incidenti</b>		
1.1.	È disponibile una Banca Dati incidenti di tipo		
-	Informatizzato		
-	Cartaceo		
1.2.	Quali dei seguenti dati sono presenti nella Banca Dati incidenti?		
1	Data		
2	Ora		
3	Identificativo strada		
4	Localizzazione con progressiva chilometrica		
5	Localizzazione con georeferenziazione		
6	Incidente con vittime		
7	Incidente con feriti		
8	Incidente con solo danni alle cose		
9	Numero di veicoli coinvolti		
10	Tipologia di veicoli coinvolti		
11	Tipologia di incidente		
12	Stato della pavimentazione al momento dell'incidente		
13	Caratteristiche di circolazione al momento dell'incidente		
14	Caratteristiche di circolazione (senso unico o doppio)		
15	Elementi caratteristici (presenza strisce pedonali, fermata autobus ecc)		
16	Condizioni meteo		
17	Presenza dell'illuminazione		
18	Condizioni del traffico		
1.3.	La banca dati incidenti è consultabile in occasione dell'esecuzione di studi di sicurezza o dell'elaborazione del progetto di interventi sulla rete?		
-	Da parte dei funzionari dell'Ente		
-	Da parte di consulenti esterni all'Ente per motivate necessità		
<b>2.</b>	<b>Traffico</b>		
2.1.	È disponibile una Banca Dati Traffico di tipo		
-	Informatizzato		
-	Cartaceo		
2.2.	Quali dei seguenti dati sono presenti nella Banca Dati Traffico?		

INFRASTRUTTURE STRADALI PIÙ SICURE. FASE I: I CRITERI

1	<i>Identificativo della tratta (progressiva o coordinate NE di inizio e fine o strada)</i>		
2	<i>Data del/i rilievo/i a cui si riferiscono i dati</i>		
3	<i>Traffico giornaliero medio</i>		
4	<i>Composizione del traffico (tipologia dei mezzi e ripartizione)</i>		
5	<i>Velocità attuate dagli utenti (85° percentile)</i>		
6	<i>Traffico ora di punta</i>		
7	<i>Livello di servizio peggiore che si raggiunge nell'85° percentile del flusso</i>		
8	<i>Suddivisione tra traffico diurno e notturno</i>		
9	<i>Traffico per le manovre principali delle intersezioni</i>		
2.3.	La banca dati traffico è consultabile in occasione dell'esecuzione di studi di sicurezza o dell'elaborazione del progetto di interventi sulla rete?		
-	Da parte dei funzionari dell'Ente		
-	Da parte di consulenti esterni all'Ente per motivate necessità		
2.4.	La Banca Dati Traffico è interfacciabile con la Banca Dati Incidenti?		
<b>3.</b>	<b>Caratteristiche geometriche della Sede stradale</b>		
3.1.	È disponibile il Catasto delle Strade?		
3.2.	Il Catasto Strade è consultabile in occasione dell'esecuzione di studi di sicurezza o dell'elaborazione del progetto di interventi sulla rete?		
-	Da parte dei funzionari dell'Ente		
-	Da parte di consulenti esterni all'Ente per motivate necessità		
3.3.	Il Catasto delle Strade è interfacciabile con la Banca Dati Incidenti?		
<b>4.</b>	<b>Condizioni Meteo – climatiche</b>		
4.1.	È disponibile una Banca Dati Condizioni meteo – climatiche?		
4.2.	Quali dei seguenti dati sono presenti nella Banca Dati condizioni meteo – climatiche		
1	<i>Giorni di nebbia e relativa intensità</i>		
2	<i>Giorni di pioggia</i>		
3	<i>Giorni di neve</i>		
4	<i>Giorni di gelo</i>		
4.3.	La banca dati condizioni meteo-climatiche è consultabile in occasione dell'esecuzione di studi di sicurezza o dell'elaborazione del progetto di interventi sulla rete?		
-	Da parte dei funzionari dell'Ente		
-	Da parte di consulenti esterni all'Ente per motivate necessità		
4.4.	La Banca Dati condizioni meteo – climatiche è interfacciabile con la Banca Dati Incidenti?		
<b>5.</b>	<b>Interventi sulla rete</b>		
5.1.	È disponibile la Banca Dati degli interventi di manutenzione, adeguamento o altro effettuati sulla rete?		
5.2.	Quali dei seguenti dati sono presenti nella Banca Dati interventi sulla rete?		
1	<i>Interventi sulla pavimentazione (ripristino aderenza, sigillatura lesioni, ecc.)</i>		
2	<i>Sostituzione/(ripristino segnaletica stradale orizzontale e/o verticale</i>		
3	<i>Variazione condizioni di traffic</i>		
4	<i>Variazione condizione di circolazione</i>		
5	<i>Variazione dell'organizzazione della sede autostradale</i>		
5.3.	La banca dati interventi di manutenzione è consultabile in occasione dell'esecuzione di studi di sicurezza o dell'elaborazione del progetto di interventi sulla rete?		
-	Da parte dei funzionari dell'Ente		
-	Da parte di consulenti esterni all'Ente per motivate necessità		
5.4.	La Banca Dati Interventi sulla rete è interfacciabile con la Banca Dati Incidenti?		

## CAPITOLO 3

### IL FATTORE UMANO NELLA SICUREZZA STRADALE

#### 3.1 INTRODUZIONE

##### 3.1.1 Premessa: il paradosso della causa strada

La causa STRADA negli incidenti stradali è spesso oggetto di dibattito: la tesi, periodicamente riproposta dai media, con cui si identifica nella strada il principale soggetto responsabile non ha basi concrete né in studi e ricerche (la letteratura è concorde nell'attribuire alla causa "strada" responsabilità o corresponsabilità al massimo nel 30% circa degli incidenti stradali) né in analisi statistiche attraverso archivi ufficiali di incidenti stradali. La tesi opposta (incidenti stradali causati da errore o imperizia del conducente) con identico successo viene invece perorata da amministrazioni proprietarie di infrastrutture ed autorità di polizia ed è suffragata dall'impostazione giuridica al problema della sicurezza stradale di tali soggetti.

La classica suddivisione delle cause di incidente stradale prevede l'attribuzione di responsabilità, univoche o congiunte, agli elementi del trinomio **uomo-veicolo-strada**. La trattazione tradizionale, riconducibile agli studi di Treat (Treat, 1977 corretto nel 1979, ancora oggi punto di riferimento, citato in AIPCR - Road Safety Manual [1]) attribuisce alla sola causa "strada" una percentuale di responsabilità dell'ordine del 3%; complessivamente la causa "strada" partecipa alla genesi dell'incidente in circa un terzo di tutte le occorrenze (34%).

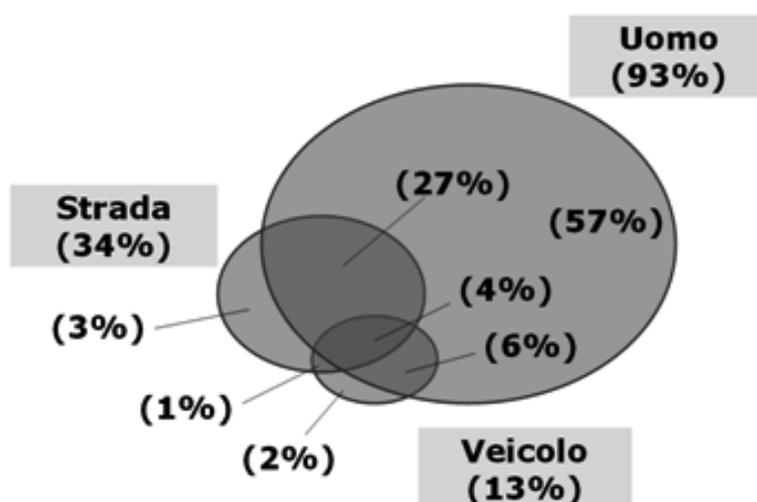


Figura 3.1: Cause di incidenti stradali secondo Treat 1979 (citato in AIPCR, Road Safety Manual, 2003)

Studi più recenti basati su indagini cosiddette *in-depth* ovvero di analisi dettagliate di un campione ristretto ma rappresentativo di incidenti stradali, hanno mostrato risultati simili (si veda ad esempio [2] che si ritiene rilevante sia perché raro caso di ricerca italiana nel settore, sia perché giunge alle medesime conclusioni partendo dall'analisi di aspetti automobilistici).

D'altra parte l'analisi dell'archivio ufficiale degli incidenti stradali in Italia (la statistica ISTAT "Incidenti Stradali") è del tutto inutilizzabile ai fini di una verifica di questo tipo. Le cause, infatti, sono desumibili solo in modo indiretto dalla sezione "CIRCOSTANZE PRESUNTE DELL'INCIDENTE" del modello CTT.INC che le forze di polizia inviano ad ISTAT in caso di rilievo di incidente con almeno un ferito; l'agente di polizia stradale deve identificare un codice numerico che deve essere scelto tra le 97 possibilità previste da ISTAT (e riportate sul retro del modello cartaceo). Riconducendo le circostanze ad uno dei componenti del trinomio uomo-strada-veicolo, si ottiene che alla componente uomo è attribuita la stragrande maggioranza delle responsabilità (98%), lasciando a strada e veicolo percentuali minime (2%).<sup>13</sup>

Altri aspetti riscontrabili nelle elaborazioni di tale archivio (attribuzione della maggioranza degli incidenti alla cosiddetta "guida distratta"; sottostima dello stato psicofisico del conducente) permettono di comprendere le motivazioni di una tale divergenza rispetto altre fonti: le forze di polizia trovano inopportuno dichiarare in un atto formale le circostanze che hanno portato all'incidente, anche se presunte. Queste sono infatti demandate esclusivamente a funzioni di polizia giudiziaria (rilievo dello stato di fatto e realizzazione di indagini preliminari) insieme all'autorità giudiziaria inquirente (PM) a cui sola compete la formulazione dei capi di imputazione.

È forse anche l'approccio tipicamente giuridico che porta le forze di polizia alla sottostima della causa "strada": in occasioni di recenti elaborazioni realizzate attraverso diretta consultazione dei verbali di polizia di una delle tratte maggiormente incidentate della Provincia di Arezzo<sup>14</sup> è stato verificato che, secondo le indicazioni delle forze di polizia, tutti gli incidenti analizzati erano riconducibili all'errore di almeno uno dei conducenti coinvolti.

Secondo il nostro Codice della Strada (che riprende l'impostazione internazionale della Convenzione di Ginevra del 1949) stante la libertà di guida che viene lasciata al conducente del veicolo, è onere di quest'ultimo adattare la propria guida alle condizioni contingenti della strada e la tendenza degli addetti ai lavori è pertanto quella di ricercare la causa scatenante in un comportamento non corretto degli utenti. Di fatto la giurisprudenza attuale sembra incline a riconoscere responsabilità della Pubblica Amministrazione che gestisce la strada solo nel noto caso di "insidia stradale o trabocchetto" (ad esempio la classica buca non segnalata).

È pur vero che non è universalmente accettato che il contributo delle infrastrutture sia tale da condizionare la sicurezza stradale: a sostegno di questa tesi si trovano anche ricerche scientifiche quali Noland R.B. (2003) che asserisce che il contributo dei miglioramenti alle infrastrutture non porta a riduzione di morti e feriti a causa della modifica dei comportamenti dell'utente verso assunzione di rischi maggiori ("*behavioral adaptation*") [3].

Ancora ad oggi la comunità scientifica sta chiedendosi in quale misura valga il principio causa-effetto nel rapporto tra possibili azioni di ingegneria per la sicurezza stradale verso dati di incidentalità, sia per studi di impostazione "*before-after*" o "*cross-section*" [4].

D'altro canto le difficoltà interpretative dipendono anche dalle due seguenti circostanze:

- è praticamente impossibile definire le dimensioni e i margini del sistema che può influenzare i risultati della sperimentazione (si pensi, per esempio, alla migrazione di utenza che si verifica quando in un tratto stradale vengono adottate misure di enforcement);

<sup>13</sup> Elaborazione Osservatorio della Mobilità / Provincia di Arezzo su DB ISTAT 1997-2007 dell'intera Regione Toscana

<sup>14</sup> Trattasi dell'intersezione al km 162+200 della SR 71, presso Subbiano – Arezzo, sito palesemente "nero" con 11 incidenti registrati in tre anni, su cui le amministrazioni proprietarie sono recentemente intervenute attraverso una riorganizzazione a rotatoria

- non è ancora stata sufficientemente approfondita l'influenza che il diverso comportamento di utenti abituali e non può avere sulla incidentalità di uno specifico tratto stradale.

Un'importante contributo sul tema si avrà dall' Highway Safety Manual, recentemente giunto alla pubblicazione: il manuale in oggetto, destinato a divenire un punto di riferimento dell'ingegneria della sicurezza stradale, assume, al contrario, che caratteristiche dell'infrastruttura quali il traffico, la larghezza delle banchine e corsie e l'andamento piano altimetrico, vadano a modificare la previsione di incidentalità (per la quale si adottano modelli di regressione binomiale ampiamente testati in letteratura) per la cui riduzione si possono adottare provvedimenti la cui bontà è valutabile attraverso i CMF (*Crash Modification Factor*) proposti nel documento [5].

D'altra parte l'assunzione che l'infrastruttura non eserciti una sua influenza nei parametri di incidentalità sembra contrastare con l'evidenza delle tratte nere ovvero di tratte stradali ad alta incidentalità: il calcolo dei parametri normalizzati, per lunghezza e per flussi di traffico, su archivi di incidenti stradali correttamente georeferenziati sembrerebbe dimostrare che infrastrutture stradali con identiche caratteristiche geometrico - funzionali hanno un diverso contributo di incidentalità [6].

**Paradossalmente la strada risulta assolutamente ininfluenza come causa secondo analisi statistiche sugli archivi di incidenti stradali ufficiali, ma relazionata con un alto numero di incidenti stradali.**

È allora evidente che nel complesso fenomeno dell'incidente stradale e in particolare nella sua fase scatenante, **esistono interazioni tra uomo e ambiente circostante che le analisi statistiche tradizionali non sono capaci di evidenziare.** Da qui la necessità dello **studio della genesi di quegli errori umani che durante il processo di guida**, anche in assenza di una diretta responsabilità della strada nell'incidentalità, **possono comunque essere indotti da elementi dell'infrastruttura.**

Per operare con questa impostazione è richiesto un netto cambio di mentalità: l'approccio giuridico (ed il conseguente approccio statistico) richiedono di identificare chi ha commesso l'errore, domanda alla quale non si può che rispondere se non accusando il soggetto conducente (a meno di situazioni particolari quali rottura del veicolo e "insidia o trabocchetto" della strada). Con questa rivoluzione copernicana si vuole invece comprendere **perché l'ambiente circostante ha indotto all'errore il soggetto umano.** Ed è appunto questa in estrema sintesi l'intenzione dell'analisi del Fattore Umano nell'incidentalità stradale che si vuole trattare in questo Capitolo.

In caso di comportamento volontariamente aggressivo del conducente, malfunzionamento del veicolo o insidia stradale, rispettivamente uomo, veicolo, strada, sono giuridicamente causa "eziologica" dell'incidente; in caso di casualità reale (malore, evento esterno indipendente) non può esistere responsabilità nei tre componenti. Ma nella maggioranza delle situazioni la rottura del delicato equilibrio del sistema "veicolo a guida libera su strada" è riconducibile ad una inesatta previsione da parte dell'utente ovvero alla non corrispondenza tra la sua aspettativa e la realtà effettiva e dunque ad un errore umano le cui cause sono da ricercarsi nell'interazione non corretta del sistema uomo-macchina (in cui il veicolo è una propaggine dell'uomo) con l'ambiente circostante e di cui la strada è il componente fondamentale, ma non l'unico.

Secondo questa visione la strada non è quindi responsabile dell'incidente stradale, ma potrebbe esserne correlata e diventa quindi più propriamente "fattore di rischio" [7].<sup>15</sup>

---

<sup>15</sup> Solo in tale visione sono comprensibili alcune conclusioni riportate nel documento AIPCR sui fattori umani recentemente redatto e qui spesso richiamato PIARC-AIPCR Human factors guideline for safer road infrastructure: "... From 2001 – 2006 in Brandenburg, Germany, there were more than 1,400 accidents analysed on the basis of the identified and previously referred human factors mistakes in road design. All possible mistakes were condensed in the "IST-Checklist 2007", which allows a systematic audit as opposed to the "on-the-spot" investigation of accident points or accident lines. ... From an amount of 1,400 accidents, 27% were classified as accident causes that were not influenced by road design. They were caused by regional characteristics such as crossing deer (16%), weather, technical blackouts or road works (8%). Only 3% were caused by driver's deficits such as alcohol, aggression, inattention or pharmaceuticals. At least 68% of

**Riprendendo il principio statistico molto usato in epidemiologia, per cui “correlazione non significa causa” ed adottando un uso più appropriato dei termini, il paradosso della causa strada è quindi solo apparente.**

### 3.1.2 Scopo del capitolo

Scopo di questa parte del presente capitolo del Quaderno predisposto dal Comitato C1 dell’AIPCR per il XXIV Convegno Nazionale Italiano è quello di fornire una guida sullo stato delle conoscenze attuali sullo studio dei Fattori Umani nell’incidentalità stradale.

Il termine “*human factors*” nel mondo anglosassone assume numerosi significati: la scienza dei fattori umani (“*human factors science*”) è innanzi tutto la disciplina che studia le proprietà delle capacità umane. Ma è anche l’applicazione di queste conoscenze alla progettazione e sviluppo di sistemi (“*human factors engineering*”) ed è infine, in senso più esteso, sinonimo di ergonomia, disciplina che studia il rapporto tra uomo, macchina e ambiente in modo che risulti conveniente alle esigenze psicofisiche dell’utente ed alla sua efficienza produttiva.

In generale fattore umano è una proprietà fisica o cognitiva di un comportamento umano che può influenzare il funzionamento di un sistema tecnologico ed il suo equilibrio con l’ambiente circostante. La scienza dei fattori umani analizza pertanto gli aspetti di relazione tra uomo e il mondo circostante con lo scopo di migliorare performance, facilità d’uso e sicurezza del sistema tecnologico utilizzato in questa interazione [8].

Le prime spontanee applicazioni sono probabilmente iniziate con le realizzazioni delle prime macchine complesse, ma lo sviluppo cosciente della scienza dei fattori umani si ha solo in campo militare durante la prima guerra mondiale; si percepisce in modo chiaro che la sola disponibilità dei comandi al conducente degli aerei da guerra, sottoposti a condizioni psicofisiche estreme durante i combattimenti, non è sufficiente a garantirne un loro utilizzo, e si studia pertanto in modo scientifico posizione dei comandi e reazioni umane.

Nell’ambito della sicurezza stradale il settore automobilistico è sempre stato interessato da applicazioni di ergonomia: molti sforzi hanno trasformato l’abitacolo dell’auto in un luogo sempre più accogliente e la macchina sempre più facile da guidare. È invece solo da alcune decine di anni che si presta attenzione all’interazione del sistema uomo-macchina con l’ambiente circostante.

Ed è questo il settore di studio che si vuole approfondire.

La trattazione tradizionale dell’ingegneria stradale assume la velocità di progetto quale parametro fondamentale per la progettazione delle infrastrutture stradali e dimensiona gli elementi geometrici attraverso criteri essenzialmente cinematica e dinamici, tipici della guida vincolata. Per questo motivo gli ingegneri hanno trascurato per molti decenni qualsiasi considerazione di psicologia applicata; solo più tardi (anni ’70) le norme, comprese le circolari CNR italiane, hanno gradualmente introdotto alcune importanti prescrizioni connesse alla scienza dei fattori umani.

Negli ultimi anni infine gli studi sui modelli di comportamento alla guida e sulla genesi degli errori negli incidenti stradali hanno richiamato in modo deciso l’importanza della progettazione di “*Self-Explaining Roads*”, ovvero di infrastrutture la cui visione prospettica proposta all’utente durante la guida gli suggerisca il corretto modo di guida e la velocità più appropriata [9].

Il Decreto Ministeriale del 2001 contiene alcuni importanti disposizioni suggerite dalla Scienza del Fattore Umano (si veda il paragrafo relativo nella sezione “Approfondimenti” per un’analisi dedicata), ma l’applicazione della norma da parte dell’ingegnere è spesso asettica rispetto alle motivazioni che ne hanno condotto l’introduzione [49].

accidents were caused by human factors mistakes in road design and are therefore able to be influenced by an improved user friendly road design. ...” [7]

È probabilmente in questi anni che la spinta della ricerca internazionale (HSM, AIPCR) stanno permettendo anche in Italia il superamento delle difficoltà dell'introduzione di questi concetti ad una platea più vasta rispetto all'ambito ristretto del mondo universitario.

Ed è proprio a causa della comparsa recente in letteratura scientifica italiana che l'espressione **human factor** ha una sua traduzione ancora non ben consolidata e si presta a varie interpretazioni: spesso si fraintende il significato del termine fattore umano con le generiche capacità psico-attitudinali del conducente. Al fine di evitare ogni equivoco si vuole di seguito specificare il contenuto semantico che se ne dà in questo testo: in particolare nel paragrafo 3.1.4 "Definizione di Fattore Umano" saranno riportate le definizioni assunte nelle diverse fonti di letteratura e quella adottata in questo documento, mentre nel paragrafo 3.1.5 "Un esempio concreto" è riportato un esempio di sito con fattori di rischio connessi all'infrastruttura.

### 3.1.3 Modelli di comportamento alla guida

L'attività di guida tradizionalmente attribuisce al soggetto conducente la capacità di percepire ed elaborare informazioni dall'ambiente circostante; sono assunte decisioni alle quali seguono azioni sul veicolo al fine di modificarne l'andatura ed adattarla all'ambiente stesso. Il veicolo percorre la strada e da questa interazione scaturiscono verso il soggetto conducente informazioni di ritorno.

Questa visione tende a ricondurre il conducente ad un **mero automa**; la comprensione dei fattori umani nell'infrastruttura è invece possibile solo in una più ampia visione del processo di guida, in cui il soggetto interagisce con l'infrastruttura principalmente con meccanismi automatici e commette spesso errori di valutazione.

È ormai accettato l'esistenza di tre diversi livelli di guida, gerarchicamente organizzati: **Control, Guidance e Navigation**.<sup>16</sup>

Il livello di Controllo – *Control* - comprende tutte le attività realizzate in interazione automatica con il veicolo quali sterzata, frenatura e controllo della velocità; è previsto solo un livello di coscienza minimo o nullo da parte del conducente sull'attività svolta.

Il livello di Orientamento – *Guidance* - comprende le attività grazie alle quali si mantiene una velocità sicura e una scelta della traiettoria coerente con la strada, il suo livello di traffico ed il suo sistema di informazioni (segnaletica orizzontale, segnaletica verticale con ideogrammi). Sono comprese attività di giudizio e di stima oltre che di predizione e conseguenti decisioni.

Il livello di Pianificazione – *Navigation* - consiste nell'attività di progettazione e programmazione del tracciato, sia precedente al viaggio che durante il viaggio stesso: è un'attività fortemente cognitiva collegata, nella fase di viaggio, alla lettura ed interpretazione della segnaletica verticale di indicazione.

Differenti autori (Rasmussen, 1986) propongono una analoga differenziazione di livelli di performance: la differenziazione tra i tre livelli è effettuata su abilità, regole e conoscenza, (*skill, rule, knowledge*) quali fattori caratterizzanti il tipo di performance. Poiché qualsiasi attività che compone la guida può essere realizzata a ciascuno dei livelli in funzione delle capacità, situazioni ed esperienza acquisite (ad esempio il neo-patentato necessita di attività cognitive importanti per ogni operazione) non è detto che i tre livelli come esposti da Rasmussen siano coincidenti con i precedenti.

In questi stessi studi è sottolineata anche una differente durata del processo decisionale nei tre livelli: da alcuni micro secondi nel livello di base ad alcuni secondi nel livello più elevato. L'attivazione di un livello gerarchicamente più alto

---

<sup>16</sup> Vari autori (Michon, Janssen, Donges, Rasmussen, Alexander e Lunenfeld) qui secondo la rielaborazione in Ruediger Lamm, Basil Psarinos, Theodor Mailaender, Highway design and traffic safety handbook, Mc Grow Hill. Il modello è ripreso anche in National Cooperative Highway Research Program TRB (2010), Highway Safety Manual

rispetto al livello base comporta attivazione di più parti della mente umana (anche allocate in parti diverse del cervello – memoria breve per livello basso e di lunga durata per i livelli superiori - ) con una spesa in termini energetici superiore, pertanto l'approccio alla guida da parte di un soggetto esperto è quello di risoluzione delle problematiche attraverso il livello gerarchicamente più basso, per la naturale tendenza umana all'ottimizzazione delle proprie risorse.

Recenti studi [10] hanno ipotizzato che i processi decisionali caratterizzati da diversi tempi di durata possano essere diversamente influenzati dalle attività inconse, in quanto queste ultime incidono maggiormente quando le aspettative dell'utente si basano su informazioni acquisite da tempo. Peraltro le attività inconse assumono evidentemente una diversa importanza qualora l'utente che percorre il tratto stradale sia un utente abituale oppure no; le statistiche di incidentalità dovrebbero contenere informazioni anche sulla percentuale di tali utenti, anche se va detto che, allo stato attuale, nella comunità scientifica la figura dell'utente abituale non è stata ancora definita in modo chiaro, forse anche per la difficoltà di integrare gli aspetti ingegneristici con quelli psicologici. Tali considerazioni porterebbero a valutare la possibilità che la percezione del rischio di incidentalità di ciascun utente sia in realtà composta dalla somma di due addendi: da una parte la percezione del rischio dovuta ai fattori esterni e improvvisi e dall'altra la percezione dei fattori interni al soggetto, legati all'inconscio ed all'automatismo del suo comportamento.

**I fattori umani nell'interazione con l'ambiente intervengono a tutti i livelli di guida ma risultano spesso determinanti nel primo e secondo livello di guida, attraverso processi di acquisizione di informazioni, elaborazione, decisione ed azione realizzati in modo semiautomatico o del tutto automatico da parte del conducente.**

Lo studio dei fattori umani fondamentale consiste nella comprensione delle motivazioni degli errori in questi processi.

Va detto che ad oggi non esiste una teoria che permette la lettura del comportamento alla guida di veicoli e conseguentemente degli errori di guida. Esistono numerosi modelli teorici ciascuno dei quali spiega singoli aspetti della guida; per una discussione più approfondita si rimanda a recenti documenti realizzati in seno al progetto RIPCORDEREST [11] [12].

Le prime teorie sul comportamento alla guida tentavano di spiegare e prevedere l'incidentalità attraverso l'analisi degli errori commessi dal conducente. L'interesse di questi studi, che hanno avuto in realtà scarso successo, risiede principalmente nelle indicazioni fornite sui fattori di rischio di gruppi di conducenti; questi modelli, detti "tassonomici", contrariamente ai modelli cosiddetti "funzionali" (distinzione introdotta da Michon, 1985), non prendono in considerazione le complesse interazioni che si instaurano alla guida tra conducente, veicolo ed ambiente.

Sono modelli funzionali i modelli di Rumar (1985) e Gibson (1986) basati su teorie della percezione ed elaborazione informazione e i modelli motivazionali che interpretano la guida come un processo autoregolamentato – *self paced task* – da parte del conducente che adatta il suo comportamento ai propri fini (Ranney, 1994, Wilde 1994).

Sono questi ultimi modelli che ad oggi sembrano maggiormente promettenti e che nelle sue ultime evoluzioni (Fuller, 2005) hanno individuato nel carico di lavoro - *workload* – un fattore fondamentale. Esistono inoltre molti modelli tassonomici degli errori di guida che contribuiscono alla comprensione dei meccanismi di genesi degli incidenti stradali.

**Modelli di questo tipo contribuiscono a comprendere in motivi per cui l'incidentalità stradale si concentra in siti dove sono presenti difettosità legate ai fattori umani piuttosto che fattori di "insicurezza" oggettivamente misurabili.**

In effetti l'analisi degli archivi di incidentalità mette in evidenza un altro aspetto singolare: l'incidentalità si accumula in corrispondenza di infrastrutture e siti in modo contraddittorio rispetto alle attese di una semplice analisi dei fattori di rischio (effettuata ad esempio attraverso il confronto normativo). Ad esempio capita che strade con strettoie, lunghi rettifili, curve con raggio molto stretto oltre limiti dinamicamente compatibili, sorprendano positivamente.

Il fenomeno è spiegabile solo tenendo conto che la guida è regolamentata da parte dell'utente in funzione del livello di sicurezza percepito; dove l'utente interpreta in modo corretto l'infrastruttura stradale anche nella sua manifesta gravità, si innescano automatici meccanismi di autodifesa che portano ad un livello di attenzione più alto e ad una graduale riduzione della velocità sino a valori compatibili con la situazione. Viceversa laddove la percezione del rischio è inferiore rispetto a quella oggettiva crescono le probabilità di incidente stradale.

### 3.1.4 Definizione di “Fattore Umano”

#### 3.1.4.1 Fonti

La definizione di Fattore Umano legato all'infrastruttura stradale è andata gradualmente modificandosi nel corso degli anni.

#### 2003, AIPCR, ROAD SAFETY MANUAL [1]

Il Road Safety Manual contiene un intero capitolo dedicato all'analisi del Fattore Umano, inteso genericamente come il **contributo dell'uomo all'accadimento dell'incidente**. Le tre componenti fondamentali che permettono il sistema di trasporto su strada, ovvero l'**uomo**, il **veicolo** e la **strada** in caso di incidente stradale contribuiscono all'evento attraverso interazioni complesse e difficilmente classificabili. Come ben visibile dalla figura, il settore di studio degli esperti dei fattori umani nell'ingegneria stradale è quello delle interazioni tra uomo e strada (o più genericamente dell'ambiente circostante); è un settore che necessita della conoscenza di base delle capacità fisiologiche e psicologiche umane e che pertanto è rimasto spesso prerogativa di psicologi piuttosto che di ingegneri.

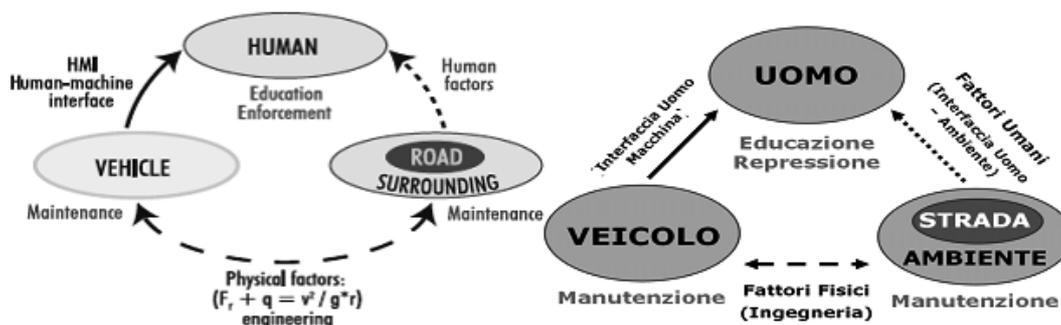


Figura 3.2: Componenti del Sistema di trasporto su Strada secondo Vollpracht e Birth, 2002 (citato in AIPCR, Road Safety Manual, 2003)

Una più estesa trattazione dei contenuti del Road Safety Manual sul tema Fattore Umano, è riportata nel paragrafo 3.2.1 "Indicazioni dal documento Road Safety Manual - AIPCR".

#### 2006, US DOT FHWA, HUMAN FACTORS LITERATURE REVIEWS [13]

Il documento raccoglie studi relativi ai fattori umani: ben 113 documenti sono stati riassunti e organizzati con lo scopo di fornire uno stato dell'arte delle conoscenze nelle seguenti aree: "intersections", "speed management", "pedestrians and bicyclists", e "visibility of traffic control devices and materials". L'espressione fattore umano viene qui utilizzata come sinonimo di capacità, percezione e comportamento umano.

#### 2008, NCHRP REPORT 600 HUMAN FACTORS GUIDELINES FOR ROAD SYSTEMS [14] [15]

Con il progetto delle **Human Factors Guidelines for Road Systems: Design and Operational Considerations for the Road User**, il TRB ha inteso creare un documento guida sui principi dei fattori umani ad uso dell'ingegnere del traffico e del progettista di strade, quale complemento alle norme e regole tecniche alle quali questi soggetti normalmente si riferiscono nella loro attività. Si riporta per esteso la definizione di *human factor*:

*“... The ITE Traffic Engineering Handbook (Pline, 1999) cites a definition of “traffic engineering” as “that branch of engineering which applies technology, science, and human factors to the planning, design, operations and management of roads, streets, bikeways, highways, their networks, terminals, and abutting lands.” Thus the discipline of human factors is recognized as an integral contributor to traffic engineering practice. Many highway designers and traffic engineers, however, do not have a clear understanding of what human factors is and how its principles are relevant to their work.*

*Human factors is an applied, scientific discipline that tries to enhance the relationship between devices and systems, and the people who are meant to use them. As a discipline, human factors approaches system design with the “user” as its focal point. Human factors practitioners bring expert knowledge concerning the capabilities and limitations of human beings that are important for the design of devices and systems of many kinds. There has been a number of elements within the field of transportation engineering that have benefited from human factors research, including sight distance requirements; work zone layouts; sign design, placement, and spacing criteria; dimensions for road markings; color specifications; sign letter fonts and icons; and signal timing. ...”*

È di interesse notare l'evoluzione della definizione che il documento in oggetto ha proposto: nel primo documento *web-only* proposto dal team di studio nel 2005 la definizione fornita era semplicemente:

*“ Human factors is the scientific discipline that studies how people interact with devices, products, and systems” [16].*

### **2008, PIARC-AIPCR, HUMAN FACTORS GUIDELINE [7]**

In seno all'associazione AIPCR la definizione di *human factors* è stata recentemente confermata nella pubblicazione Human factors guideline:

*“The term human factors ... is defined as the contribution of human nature in the development of a technical dysfunction or failure in handling machines and vehicles. The term human factors does not mean human behaviours or human performances.... Traffic accident research uses the human factors concept to identify road features that trigger accidents. If these are eliminated, the probability of accidents will be reduced.”*

Traducendo liberamente, con il termine “fattore umano” qui si intende il contributo dell'uomo nello sviluppo di una disfunzione tecnica o errore nell'utilizzo di macchine o veicoli per cui in ingegneria stradale, “fattore umano” è il contributo del conducente all'accadimento dell'incidente stradale.

Non è tuttavia fattore umano un contributo del conducente che non sia stato in qualche modo scatenato o suggerito da caratteristiche tecniche della strada. Questa limitazione, accettata nella definizione proposta dal Gruppo di Lavoro, è chiaramente esplicitata nel documento AIPCR ma è comunque oggetto di aperta discussione in ambito accademico.

### **2010, AASHTO HIGHWAY SAFETY MANUAL (5)**

L'Highway Safety Manual (HSM), giunto a pubblicazione nel Giugno 2010, presenta un intero Capitolo dedicato ai Fattori Umani (“PART A - INTRODUCTION AND FUNDAMENTALS. CHAPTER 2 - HUMAN FACTORS”). Il testo è coordinato con il documento NCHRP Report 600: Human Factors Guidelines for Road Systems, citato precedentemente, che viene richiamato per maggiori approfondimenti.

Le brevi informazioni del paragrafo introduttivo “2.1 INTRODUCTION: THE ROLE OF HUMAN FACTORS IN ROAD SAFETY” sono sufficienti ad inquadrare il problema nella visione dell'HSM:

*“... The interdisciplinary study of human factors applies knowledge from the human sciences such as psychology, physiology, and kinesiology to the design of systems, tasks, and environments for effective and safe use. **The goal of understanding the effects of human factors is to reduce the probability and consequences of human error, especially the injuries and fatalities resulting from these errors, by designing systems with respect to human characteristics and limitations.***

*Drivers make frequent mistakes because of human physical, perceptual, and cognitive limitations. These errors may not result in crashes because drivers compensate for other drivers' errors or because the circumstances are forgiving (e.g., there is room to maneuver and avoid a crash). Near misses, or conflicts, are vastly more frequent than crashes. One study found a conflict-to-crash ratio of about 2,000 to 1 at urban intersections.*

*In transportation, driver error is a significant contributing factor in most crashes. For example, drivers can make errors of judgment concerning closing speed, gap acceptance, curve negotiation, and appropriate speeds to approach intersections. In-vehicle and roadway distractions, driver inattentiveness, and driver weariness can lead to errors. A driver can also be overloaded by the information processing required to carry out multiple tasks simultaneously, which may lead to error. To reduce their information load, drivers rely on a priori knowledge, based on learned patterns of response; therefore, they are more likely to make mistakes when their expectations are not met. In addition to unintentional errors, drivers sometimes deliberately violate traffic control devices and laws."*

Una più estesa trattazione dei contenuti del Highway Safety Manual sul tema Fattore Umano, è riportata nel paragrafo 3.2.3 "Indicazioni dal documento Highway Safety Manual - AASHTO".

### 3.1.4.2 Proposta di definizione del comitato C1 dell'AIPCR

Il Comitato C1 "INFRASTRUTTURE STRADALI PIU' SICURE" dell'AIPCR propone la seguente definizione:

**Assunto che la "Scienza dei Fattori Umani" è in generale la disciplina che interpreta le relazioni tra strumentazioni, macchine o sistemi tecnologici e le persone che le utilizzano, con specifico richiamo al settore dell'ingegneria stradale si intende per "Fattore Umano" il contributo del conducente nella successione di eventi che conducono ad un incidente, derivante da una non corretta interazione con le caratteristiche della strada e dei suoi sistemi di controllo.**

Sostanzialmente si può affermare che ciascun organismo umano ha delle proprie caratteristiche fisiologiche e psicologiche che contribuiscono a conferirgli una certa capacità di guida. Quando le condizioni al contorno (della strada o dell'ambiente, ma anche dei veicoli) diventano tali da eccedere i normali valori di tale capacità, si innalza il livello di rischio. Lo studio dei fattori umani è pertanto finalizzato ad individuare le caratteristiche delle condizioni al contorno (ed in particolare quelle della infrastruttura) che possono essere controllate da un soggetto fisiologicamente e psicologicamente normale e, di conseguenza, a fornire opportune prescrizioni progettuali.

In sede di Comitato sono state effettuate le seguenti precisazioni:

- il contributo all'errore da "Fattore Umano" deve intendersi sempre come involontario, generato da meccanismi che non coinvolgono la parte razionale del sistema nervoso centrale;
- il conducente è un conducente "esperto", non neopatentato nè pilota dotato di attitudini particolari; il livello di esperienza alla guida a cui ci si riferisce è quello acquisibile con circa 2000-3000 ore di guida che normalmente permette al conducente di acquisire meccanismi di guida istintivi di risposta alle varie sollecitazioni proposte dalla strada e dall'interazione con gli altri veicoli (frenatura, accelerazione, sterzata, ecc. ed altri livelli di guida relativi alle attività di Controllo e di Orientamento);
- l'errata interazione tra il conducente e la strada che conduce ad un errore da "Fattore Umano" deriva da caratteristiche della strada e dei suoi sistemi di controllo che non riescono ad essere correttamente interpretati, o che innescano decisioni errate nel conducente, tenuto conto delle sue capacità e limitazioni. In questo senso il contributo all'errore da "Fattore Umano" non dovrebbe esistere per le "Self-Explaining Roads", poiché, per definizione, trattasi di infrastrutture le cui caratteristiche sono state definite nel rispetto delle capacità e delle limitazioni degli utenti alla guida;

## INFRASTRUTTURE STRADALI PIÙ SICURE. FASE I: I CRITERI

- il carico di lavoro, o “*workload*”, che impegna il soggetto conducente in funzione del numero di informazioni trasmesse dall’ambiente circostante lungo la percorrenza di un itinerario nei livelli di guida relativi alle attività di Orientamento e di Navigazione, è causa di errori da “Fattore Umano” in quanto motivo di affaticamento mentale, che genera una riduzione delle capacità elaborative del guidatore;
- sono stati esplicitamente citati nella definizione i sistemi di controllo di cui la strada è dotata in quanto, pur essendo questi parte integrante della strada e come tali già compresi nel termine “caratteristiche della strada”, si è voluto richiamare attenzione verso questi apprestamenti per sottolineare che nei meccanismi di interazione con la strada il segnalamento, sia attraverso soluzioni tradizionali (segnaletica stradale) che innovative (ITS, infomobilità), porta un contributo rilevante e indipendente.<sup>17</sup>

Secondo la definizione proposta non È “Fattore Umano” il contributo del conducente all’incidente che sia riconducibile a:

- comportamento aggressivo (guida ad alta velocità o al limite delle proprie capacità);
- comportamento scorretto (volontario mancato rispetto delle regole del Codice della Strada, ad esempio uso del cellulare durante la guida);
- condizioni psicofisiche non ottimali (stanchezza per tempi di guida eccessivamente lunghi, uso di sostanze psicotrope – alcool, droghe, farmaci -);
- eventi assolutamente casuali anche se connessi al conducente (malore, insetto in auto, stati di ansia, ...).

Per sottolineare quest’ultimo aspetto, si propone di distinguere, dal punto di vista terminologico, il termine “**Fattore Umano**” dal termine “**Comportamento Umano**”, intendendo far rientrare in quest’ultimo termine gli atteggiamenti, le pratiche e le condotte che possono alterare le normali capacità di percezione del rischio da parte di chi guida ed esaltarne, per altri versi, le limitazioni.

Quelle che sono state chiamate “normali capacità di guida” sono quelle a cui fa riferimento il Codice della Strada quando, nell’art. 141, richiama la necessità che il guidatore adegui il suo stile di guida alle condizioni della strada, del traffico e dell’ambiente esterno in genere.

La possibilità di adeguare la propria guida, secondo quanto prescritto dal CdS, deriva da quanto della realtà esterna il guidatore riesce a percepire. Una percezione parziale, deformata o scorretta può condurre rapidamente ad errori di guida irrecuperabili.

Rientrano nel termine “Comportamento Umano” tutte le variabili in grado di alterare questo processo di percezione ed elaborazione (da cui dipende la correttezza delle scelte e delle manovre eseguite) che sono “**interne**” al guidatore ed il cui stato dipende dalle sue condizioni psico-fisiche ed attitudinali.

Rientrano invece nel termine “Fattore Umano” tutte quelle variabili “**esterne**” al guidatore che inducono nello stesso una percezione sbagliata della realtà, non coerente con quanto il guidatore stesso si accinge ad affrontare.

Si segnala che il Comitato, malgrado le precisazioni effettuate, non ha prodotto unanimità di giudizio sulla definizione proposta; in particolare alcuni membri del Comitato ritengono questa definizione, pur in linea con quella dell’AIPCR internazionale, troppo riduttiva rispetto alle potenzialità del termine “fattore umano” e vi intravedono una sorta di volontà di ricondurre alla strada errori di guida la cui genesi è intimamente connessa all’uomo, estremamente complessa e ancora non completamente compresa dalla comunità scientifica.

---

<sup>17</sup> Infatti gli interventi di miglioramento di una strada esistente possono anche riguardare solo gli elementi di controllo della circolazione (interventi che è possibile definire come “non strutturali”) senza la modifica delle caratteristiche fisiche della sede stradale (questi ultimi definibili come “strutturali”)

Riprendendo il diagramma di Treat introdotto in Figura 3.1 con il quale si va ad identificare anche visivamente la percentuale di incidenti con causa “strada”, “veicolo” o “uomo”, l’area delle cause riconducibili a “Fattore Umano” è quella in cui causa uomo e causa strada si sovrappongono.



Figura 3.3: individuazione dell’area causa da fattore umano in relazione alla strada nel classico diagramma di Treat

### 3.1.5 Un esempio concreto

Al fine di permettere una immediata comprensione della definizione fornita nei paragrafi precedenti viene di seguito riportato un esempio in cui il contributo del “fattore umano” all’incidentalità di un sito era presente in modo evidente sino alla messa in sicurezza effettuata pochi anni fa (intersezione tra ex-SS 69, ora strada comunale, e Via Lavagnini in comune di San Giovanni Valdarno in provincia di Arezzo).



Figura 3.4: immagine GoogleMap dell’intersezione tra SC 69 e Via Lavagnini in comune di San Giovanni Valdarno, provincia di Arezzo

L’infrastruttura in oggetto è un classico incrocio realizzato nella fine degli anni 60, derivante dalla realizzazione di una variante ad un abitato su di una strada principale statale (oggi comunale); come in molti altri casi simili, un utente della strada non abituale continua a percepire la traiettoria storica rettilinea come traiettoria principale a causa di una serie di elementi di contorno all’infrastruttura che creano effetti prospettici ingannevoli. Inoltre, in questo caso, una complessità ulteriore è creata dalla presenza di variazioni altimetriche dovute alla necessità del superamento di un corso d’acqua.



Figura 3.5: intersezione SC 69 – Via Lavagnini / approccio da ex-SS69 all’intersezione direzione Arezzo-Firenze

Nell’approccio all’intersezione dalla ex-SS69, direzione Arezzo-Firenze, (Figura 3.5)) l’utente stradale procedeva da alcuni chilometri su di un tratto rettilineo urbanizzato; in prossimità dell’intersezione alcuni elementi dell’ambiente circostante - abitazioni, pali per illuminazione, alcuni elementi di bordo strada – creavano un effetto prospettico che non lasciava immaginare la presenza della curva, percepita correttamente solo in prossimità. Un’abbondante segnaletica di indicazione richiamava su se stessa l’attenzione dell’utente non abituale; le velocità sull’infrastruttura principale erano normalmente sostenute.

Nell’approccio all’intersezione dalla ex-SS69, direzione Firenze-Arezzo, (non rappresentato in figura) l’utente stradale affrontava la curva impossibilitato alla visualizzazione dell’intersezione a causa della differenza di quota. La discesa oltretutto poteva portare ad un incremento di velocità.

Nell’approccio da Via Lavagnini (Figura 3.6) l’utente stradale procedeva su un tratto rettilineo fortemente urbanizzato; al di là della segnaletica di legge nessun elemento ambientale lasciava intuire la presenza dietro il dosso-ponte di un’intersezione con una importante infrastruttura. Oltretutto l’immissione nella ex-SS69 avveniva con un angolo di incidenza particolarmente basso, oggi non più permesso dalla norma vigente.

L’intersezione in oggetto è stata realizzata seguendo le norme e le conoscenze tecniche disponibili su uno schema che la norma attuale non permetterebbe ma che all’epoca della realizzazione era spesso utilizzato; il conducente che osservava pedissequamente le regole del Codice della Strada e obblighi e divieti riportati sulla segnaletica non sarebbe mai incorso in incidente stradale.



Figura 3.6: intersezione SC 69 – Via Lavagnini / approccio da Via Lavagnini

Malgrado ciò l'intersezione è stata caratterizzata da una lunga serie di incidenti quasi sempre con dinamiche riconducibili ad una delle due seguenti:

- mancato rispetto dell'obbligo di "dare precedenza" da parte di utenti provenienti da Via Lavagnini che desideravano immettersi sulla ex-SS69 con direzione Arezzo, con scontro con veicoli che normalmente seguivano la direzione Firenze-Arezzo sulla ex-SS69;
- mancato rispetto dell'obbligo di "dare precedenza" da parte degli utenti provenienti da Arezzo, che desideravano svoltare a sinistra verso Via Lavagnini, con scontro con veicoli che normalmente seguivano la direzione Firenze-Arezzo sulla strada principale.

In situazioni come questa:

non erano presenti errori dei progettisti che hanno rispettato le norme dell'epoca di realizzazione;

- non erano ravvisabili mancanze degli enti proprietari che si sono succeduti nella manutenzione di segnaletica e pavimentazione (la numerosità e gravità degli incidenti ha sempre mantenuto sopra gli standard gli investimenti di manutenzione);
- le statistiche ufficiali (ISTAT) non riportavano la circostanza "infrastruttura" come causa;
- le verbalizzazioni delle forze di polizia riconducevano le responsabilità dell'accadimento degli incidenti a scorretto comportamento dell'utente (mancato rispetto dell'obbligo di "dare precedenza").

Malgrado ciò si verificava un'alta incidentalità (in effetti più di una delle 3 regole che le Linee guida AIPCR in [7] consigliano non sono rispettate) e l'evidenza della pericolosità del sito suggerì alcuni anni fa un radicale intervento di messa in

sicurezza (semaforizzazione dell'intersezione e deviazione di una delle corsie della strada ex-statale, eliminazione di una traiettoria possibile) ottenendo una pressoché totale riduzione dell'incidentalità grave.

### 3.2 CONCETTI FONDAMENTALI DELLO STUDIO DEL FATTORE UMANO NELLA PROGETTAZIONE STRADALE

Il paragrafo intende illustrare lo “stato dell’arte” della scienza che studia il fattore umano nell’incidentalità stradale. È stato scelto di riportare con esposizione acritica le indicazioni e regole di progettazione proposte dai seguenti tre documenti che presumibilmente diverranno il punto di riferimento dei progettisti nei prossimi anni per gli argomenti in oggetto:

- **ROAD SAFETY MANUAL – AIPCR [1];**
- **HUMAN FACTOR GUIDELINE – AIPCR [7];**
- **HIGHWAY SAFETY MANUAL – AASHTO [5].**



#### 3.2.1 Indicazioni dal documento Road Safety Manual - AIPCR

Come già indicato in Paragrafo 3.1.4 “Definizione di Fattore Umano” il Road Safety Manual [1] procede attraverso una trattazione classica secondo la quale si intende per Fattore Umano il contributo dell’uomo all’accadimento dell’incidente dovuto a malfunzionamento del sistema percettivo e/o interpretativo.

Il punto di partenza è legato alla constatazione che la sicurezza stradale può essere migliorata non solo investendo nella sicurezza dei sottosistemi che compongono il sistema uomo-strada-veicolo ma anche migliorando l’interazione tra essi, in particolare tra uomo e strada. Con questo nuovo approccio si accetta di fatto la possibilità dell’errore umano nell’operazione di percezione e lettura dell’infrastruttura stradale; è pertanto in questa direzione che è necessario investigare ulteriormente sui meccanismi che suggeriscono comportamenti corretti.

È quindi riportata l’analisi di cinque principali “fattori umani”: **carico di lavoro** (*strain and workload*), **percezione** (*perception*), **posizionamento in corsia** (*lane tracking*), **scelta della velocità** (*choice of speed*) e **orientamento e previsione** (*orientation and anticipation*).

##### 3.2.1.1 Carico di lavoro – *Strain and workload*

Secondo la nota Legge di Yerkes-Dodson la guida è influenzata dal carico di lavoro: basso livello di informazioni, così come elevato livello di informazioni sono entrambi negativi e possono entrambi condurre ad errori per motivi diversi. Un basso livello informativo (tratta monotona) può portare a modifiche del comportamento ottimale dell’utente della strada suggerendo un abbassamento del livello di guardia o, viceversa, un incremento della velocità.

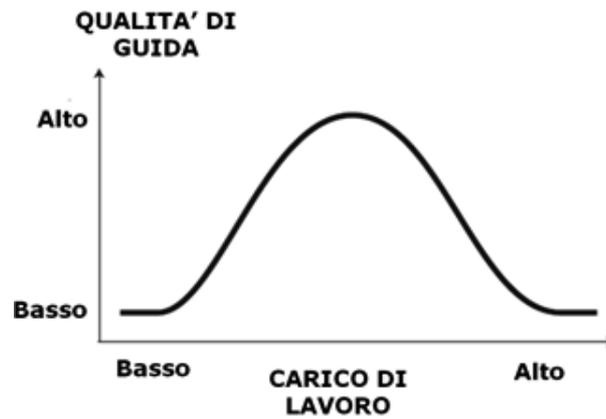


Figura 3.7: qualità della guida in funzione del carico di lavoro (Yerkes-Dodson citato in AIPCR, Road Safety Manual, 2003)

Per contro, tenuto conto che le capacità di processo dell'informazione visiva sono limitate è parimenti negativo l'eccesso di informazioni, specie se improvvise, che di fatto vengono parzialmente ignorate da parte dell'utente.

### 3.2.1.2 Percezione – Perception

È noto che il soggetto umano è in grado di processare solo una parte dei tanti stimoli che provengono dall'esterno, principalmente attraverso la vista. Molti aspetti possono modificare la corretta percezione dell'utente:

- illusioni ottiche
- intensità di illuminazione e contrasto
- sollecitazioni udibili e visibili
- età del conducente

Varie tipologie di illusioni ottiche possono portare a valutazioni scorrette di parametri che influenzano la condotta di guida e quindi la sicurezza stradale. Ad esempio è noto che la valutazione della larghezza della corsia è funzione dell'orientamento delle linee del paesaggio circostante, così come la valutazione delle distanze degli oggetti è influenzata dalla presenza di linee non parallele suggerite da elementi di bordo della strada (muro, alberatura, guard rail, ...). Circa il coordinamento piano-altimetrico è suggerito di evitare la contemporanea presenza di elementi di raccordo altimetrico (dossi e sacche) con elementi di raccordo planimetrico (curve), con particolare riferimento alla situazione in cui non ci sia coerenza di inizio fine degli elementi (in questi termini è stato acquisito anche dalla norma italiana).

Problematiche di percezione possono crearsi anche laddove primo piano e sfondo non sono sufficientemente contrastati, tenuto conto anche della diversa sensibilità dell'occhio umano in condizioni notturne quando sono maggiormente visibili le frequenze del verde e blu rispetto al rosso.

Possono modificare (positivamente) la percezione anche la presenza di segnali udibili coordinati con segnali visibili. Il fenomeno, dovuto ai tempi di reazione migliori che la sollecitazione uditiva permette, è ampiamente sfruttato nell'ambito della sicurezza stradale attraverso le cosiddette "strisce vibranti" - "rumbe strip" - la cui efficacia nella riduzione dell'incidentalità per fuoriuscita di veicoli è ampiamente dimostrata. Infine si accenna alla diversa percezione, sia in termini qualitativi che quantitativi, causata dall'età.

### 3.2.1.3 Posizionamento in corsia – Lane tracking

Evidente che la posizione ottimale di un autoveicolo sulla propria corsia è quella centrale; nella realtà l'autoveicolo modifica continuamente la propria posizione, ondeggiando letteralmente tra l'estremo destro e sinistro della corsia in funzione di numerosi fattori (Cohen, 1984 in Schlag 1997):

## INFRASTRUTTURE STRADALI PIÙ SICURE. FASE I: I CRITERI

- posizione relativa della superficie della strada: maggiore l'altezza della superficie della pavimentazione rispetto l'ambiente circostante, maggiore la difficoltà di un posizionamento ottimale per la naturale tendenza ad occupare la zona centrale della strada;
- linee di riferimento: il posizionamento ottimale è migliorato dalla presenza di riferimenti esterni continui (strisce longitudinali, barriere, muri, ...), se regolari;
- presenza di elementi geometrici che richiedono cambi di velocità improvvisi: normalmente l'utente in prossimità di curve acute e ripide pendenze tende ad incrementare la distanza dai margini laterali.

### 3.2.1.4 Scelta della velocità – *Choice of speed*

Sono molte le caratteristiche di una strada che influenzano la scelta della velocità da parte di un utente standard:

- caratteristiche della strada che producono incremento di confort portano ad incremento di velocità (corsie larghe, superficie regolare e liscia, banchine libere, basso livello di traffico);
- in situazioni con abbassamento del contrasto visivo (pioggia, nebbia, ...) l'utente ordinario tende a sovrastimare le proprie capacità;
- la messa a fuoco di elementi lontani incrementa la velocità.

Esiste in effetti una stretta relazione tra la distanza di messa a fuoco e la velocità adottata: nelle aree residenziali dove le occorrenze di interazione con il campo visivo sono molte la velocità viene normalmente ridotta, ma questa tendenza può essere sfruttata ovunque la velocità deve essere ragionevolmente mantenuta bassa. Al contrario sulle strade dove si vuole suggerire un'alta velocità sono necessarie banchine pavimentate libere da vegetazione ed altri ostacoli.

### 3.2.1.5 Capacità di orientamento e previsione – *Orientation and anticipation*

Orientamento è definito come la percezione e la consapevolezza durante la guida delle relazioni spaziali. Previsione è invece l'attiva ricerca di informazioni al fine di modificare il comportamento di guida all'occorrenza. I due requisiti di base per garantire all'utente queste due capacità sono i seguenti.

1. caratterizzazione comprensibile dell'infrastruttura e coerente con il livello gerarchico attribuito. L'utente alla guida deve percepire dalle caratteristiche dell'infrastruttura le sue funzioni di traffico e la velocità consentita; ne segue la necessità di individuare poche tipologie di strade con sezioni trasversali (invarianti) ben riconoscibili in modo da permettere all'utente la selezione del comportamento di guida più opportuno;
2. rispetto delle attese dell'utente (*driver's expectancies*): in corrispondenza di situazioni che comportano variazioni importanti nel comportamento alla guida si deve fornire all'utente il necessario tempo di adattamento (non si tratta del tempo di reazione, ampiamente inferiore, ma del tempo necessario per portare in modo confortevole il veicolo alla nuova velocità di guida e l'attenzione al livello desiderato).

## 3.2.2 Indicazioni dal documento *Human Factors Guideline* - AIPCR

Il documento propone un approccio di analisi della sicurezza stradale che, basandosi sul concetto di fattore umano e sulla sua rilevanza in un evento incidentale, mira a conoscere e regolare opportunamente le relazioni che nascono tra guidatore ed infrastruttura, dissociandosi perciò dalla classica valutazione a posteriori dell'incidentalità.

### 3.2.2.1 Analisi del processo che induce un incidente stradale

Lo studio dei fattori umani si pone l'obiettivo di ricercare nell'infrastruttura e nel contesto in cui essa si inserisce i motivi che inducono particolari manovre o atteggiamenti di guida, cercando soluzioni che riducono non tanto gli effetti di un evento

critico, piuttosto la probabilità che il guidatore inneschi i presupposti per un incidente, ovvero, utilizzando la terminologia di seguito presentata, che un *operational error* diventi *driving error*.

Queste tipologie di errore rappresentano di fatto due momenti diversi dello stesso fenomeno: l'errata percezione del tracciato e/o della situazione di guida in cui, istante per istante, viene a trovarsi il guidatore.

L'***operational error*** (o.e.) è il primo sintomo di alterazione involontaria della regolare andatura di guida: esso viene causato da una improvvisa perdita di informazione o da una cattiva interpretazione del tracciato, e viene rilevato solo da alterazioni psico-fisiche incondizionate (battito cardiaco, dilatazione della pupilla, ecc.). Nella maggior parte dei casi l'o.e. viene istintivamente corretto dal soggetto alla guida.

Il ***driving error*** (d.e.) è solitamente generato da un o.e. lasciato incontrollato: per questo il d.e. si manifesta con comportamenti evidenti anche a un osservatore esterno (tracce di frenate sulla pavimentazione, fuoriuscite dei pneumatici in banchina, ecc.). Il d.e., se non controllato in tempo e con la dovuta manovra, rischia di trasformarsi in evento incidentale.

Si fa notare che il 96% dei reati stradali sono causati da o.e. e d.e., di cui solo il 4% induce un sinistro stradale (l'incidente rimane pur sempre un evento raro sulle strade).

### 3.2.2.2 I tre assiomi degli *Human Factors*

L'analisi dei rapporti tra guidatore e infrastruttura/ambiente si basa sul rispetto di tre principali assiomi, basati su altrettanti requisiti psico-fisici dello stesso utente: tempi di reazione ad uno stimolo esterno, campo di visuale libera, divergenza rispetto alle aspettative maturate dall'esperienza. Nelle linee guida i tre assiomi vengono indicati come segue:

- **Assioma dei "6 secondi"**
- **Assioma del "campo visivo"**
- **Assioma "logico.**

### 3.2.2.3 Assioma dei "6 secondi"

Presuppone che, in condizioni di normale stato psico-fisico, un individuo alla guida necessita dai 4 ai 6 secondi per recepire una certa perturbazione o cambiamento di andatura (fase 1 di "*orientation*"), decidere quale manovra eseguire (fase 2 di "*approach*"), intervenire attivamente (fase 3 di "*technical reaction*") (Figura 3.8).

Le linee guida suggeriscono alcune possibili perturbazioni al tracciato: intersezioni, attraversamenti pedonali o ferroviari con o senza impianti semaforizzati, accessi privati, cantieri, fermate degli autobus, ecc. Con riferimento ad una velocità di progetto di 100 km/h e al tempo di reazione dell'assioma la lunghezza di transizione, ovvero lo spazio percorso dall'autovettura prima che il conducente esegui la manovra in risposta al cambiamento imposto, è pari a 300 m.

Da quanto sopra, segue che la lunghezza di transizione dovrà essere non solo ben distinguibile, ma garantire in ogni suo punto la corretta interpretazione del tracciato da parte del conducente; in particolare nella zona di transizione il revisore dovrà intervenire per eliminare ogni ostacolo visivo al punto critico, o in alternativa, prevedere l'installazione di opportuna segnaletica o arredo. Solo nel caso non siano possibili nessuno dei precedenti interventi, si dovrà ricorrere all'imposizione di limiti di velocità o restrizioni simili.

### 3.2.2.4 Assioma del "campo visivo"

Si basa sul fatto che il tutto ciò che rientra nel campo visivo di un conducente agisce involontariamente ed inevitabilmente sul suo comportamento di guida. Si pensi per esempio a due conformazioni di una stessa strada: in un caso alberata e nell'altro priva di limitazioni visive laterali. Gli alberi condizioneranno il guidatore stimolandolo a spostarsi verso l'interno

della corsia mantenendosi sempre a dovuta distanza dalle banchine; nell'altro caso lo spazio aperto indurrà il conducente a avvicinarsi troppo ai margini laterali rischiando la fuoriuscita delle ruote di destra.

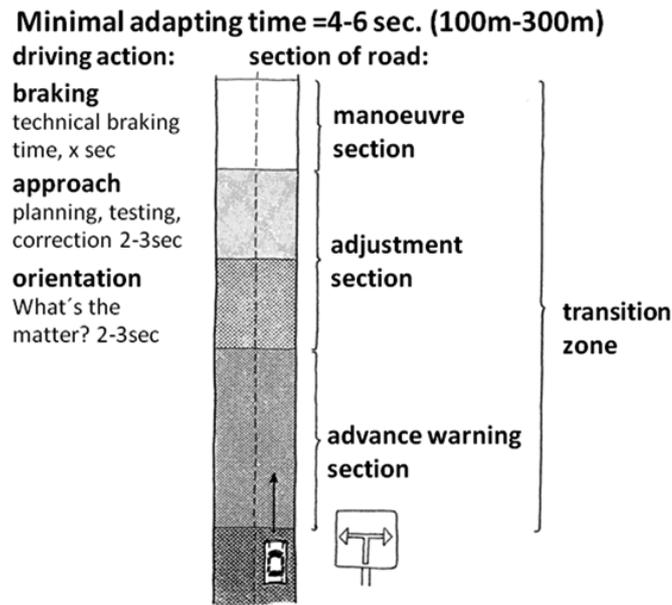


Figura 3.8: schematizzazione dell'assioma dei "6 secondi"

Si possono distinguere tre tipi di relazioni tra campo di vista e comportamento di guida, corrispondenti ad altrettanti parametri visivi: la densità del campo di vista, la regolarità e la profondità spaziale degli oggetti che lo compongono. In particolare, ognuno di tali aspetti induce reazioni diverse.

- Il **numero di oggetti** inseriti nel campo visivo (densità) influenza la V85.
- La **regolarità simmetrica degli oggetti** che si trovano lateralmente alla strada alla stessa profondità (spalle di un sovrappasso, edifici, ecc.) influenza la posizione del veicolo all'interno della corsia. La regolarità di oggetti che corrono (apparentemente) paralleli alla strada induce invece illusioni prospettiche che possono portare a erronea comprensione del tracciato (velocità eccessive in ingresso a una curva, ritardo nell'individuazione di un ostacolo, ecc.). In ultimo la corrispondenza di raccordi altimetrici e planimetrici può portare a sottostimare il raggio di curvatura se la curva ha inizio in corrispondenza di un dosso, o a sovrastimarla se la curva inizia in una sacca (coordinamento piano-altimetrico).
- Il rapporto tra le dimensioni degli oggetti che compongono il campo visivo contribuisce in modo incisivo sulla percezione della profondità degli oggetti stessi, compreso eventuali ostacoli. Di conseguenza si hanno influenze dirette sul modo di guida di quel tratto stradale ed in particolare sulla V85.

Molte delle reazioni del conducente agli stimoli indotti dal campo visivo sono inconscie ed istintive (piccole accelerazioni o decelerazioni, deviazioni dall'asse corsia, cambi di direzione). Dato che durante la guida un individuo è costantemente soggetto a cambiamenti di campo visivo, la procedura di controllo di un tracciato prevede la mappatura fotografica dello stesso ogni 50 m. Ogni scatto deve essere analizzato ricordando i tre parametri prima citati; le linee guida propongono perciò la seguente *check list*:

- Inadeguatezza della densità del campo visivo (monotonia delle sagome laterali di piante o edifici, assenza di contrasti in corrispondenza di gallerie).

- Inadeguatezza laterale delle strutture in elevazione (asimmetria delle strutture in sopraelevazione, asimmetria di oggetti posizionati immediatamente vicini alle banchine, illusioni ottiche indotte da elementi non paralleli all'asse stradale, apparente non ortogonalità tra gli oggetti, mancato coordinamento piano-altimetrico).
- Inadeguatezza dei rapporti dimensionali tra oggetti a profondità diverse (presenza di elementi dominanti che distraggono l'occhio umano, illusione ottica generata da linee non parallele o da perdita di tracciato).

Come già detto per il primo assioma, le soluzioni proposte dai tecnici dovrebbero prima di tutto cercare di eliminare le incongruità del campo visivo; se ciò non è possibile si potrà ridurle o, nella peggiore dell'ipotesi, mitigarne gli effetti con l'ausilio di limiti di velocità o altri interventi simili di natura passiva.

### 3.2.2.5 Assioma “logico”

Ha origine nell'assunto che ogni conducente segue una strada secondo ciò che la sua logica gli detta in base all'esperienza di guida maturata. Segue pertanto che un qualsiasi oggetto può diventare un ostacolo non in quanto tale, ma perché inatteso dal guidatore. Un esempio tipico di cambiamento inaspettato è l'ingresso di una strada tipicamente extraurbana in un contesto urbano, senza significative indicazioni del passaggio (colore della pavimentazione, segnaletica opportuna, arredo urbano, ecc); in altri casi l'ambientazione di una intersezione è tale da catturare l'attenzione dell'occhio umano in direzione contraria rispetto a quella che il progettista avrebbe desiderato (tipico nei *by-pass* cittadini). In generale il conducente è portato all'errore ogni volta che il sistema strada non gli garantisce la corretta comprensione del tracciato, per inadeguatezza, scarsità o eccesso di informazioni.

Pertanto nel processo revisionale di una strada, il tecnico andrà ad eliminare tutte quelle interruzioni improvvise di continuità del tracciato, ovvero a ridurne l'imprevedibilità con opportuni interventi di allestimento stradale; vale ancora la buona prassi di ridurre al minimo l'uso di limiti di velocità.

### 3.2.2.6 Le conclusioni del documento

Le linee guida si concludono riportando gli esiti dei corsi di formazione incentrati sul riconoscimento dei fattori umani. Il personale tecnico, sottoposto al riconoscimento dei tre assiomi in diversi esempi pratici, ha dimostrato di individuare facilmente dove l'assioma dei “6 secondi” non veniva rispettato, mentre maggiori difficoltà le ha mostrate per i restanti due criteri, ed in particolare per l'assioma del “campo visivo”.

Per sopperire alle difficoltà emerse, nel quinquennio tra il 2001 ed il 2006 sono stati analizzati 1400 record incidentali alla luce di quanto finora detto. Lo studio ha permesso la stesura di una checklist (allegata alle stesse linee guida) contenente le principali divergenze dai tre assiomi.

## 3.2.3 Indicazioni dal documento Highway safety Manual – AASHTO

L'Highway Safety Manual (HSM) dedica ai Fattori Umani un intero capitolo (“PART A - INTRODUCTION AND FUNDAMENTALS. CHAPTER 2 - HUMAN FACTORS”) di cui sono sintetizzati i punti principali nella presente sezione del quaderno.

### 3.2.3.1 Finalità

L'assunto di partenza dell'HSM è la constatazione della frequente presenza di **errori umani** nella guida dovuti alle limitate capacità fisiche, cognitive, di percezione dell'essere umano. La stragrande maggioranza di questi errori fortunatamente non confluisce in incidente stradale per la flessibilità estrema che il sistema di guida di un autoveicolo consente. Questa grande libertà consente oltretutto, oltre ad errori non intenzionali, anche la possibilità di guida in modo deliberatamente scorretto.

L'obiettivo è quello di comprendere gli effetti dei fattori umani al fine di ridurre probabilità e conseguenze degli errori umani proponendo, soluzioni progettuali per le infrastrutture che rispettino le caratteristiche umane e i suoi limiti.

Anche il HSM riprende il modello di guida secondo la tradizionale scomposizione nelle tre sottofasi di controllo, orientamento e navigazione i cui scopi sono i seguenti:

1. mantenimento del veicolo alla velocità desiderata ed all'interno della corsia di marcia (controllo).
2. interazione con altri utenti della strada, mantenendo distanze di sicurezza e rispettando la segnaletica e le indicazioni (orientamento).
3. seguire un percorso dall'inizio alla fine leggendo segnali stradali e avvalendosi del paesaggio circostante (navigazione).

Ed è nello svolgere questi compiti il guidatore può commettere alcuni errori di guida che talvolta, se non corretti, tendono a trasformarsi in eventi incidentali.

### **3.2.3.2 Limiti delle capacità umane**

Segue un attento esame dei limiti delle capacità umane interessate nella guida.

#### **Attenzione e processo delle informazioni - *Attention and Information Processing***

Attenzione e processo delle informazioni sono limitati e inevitabilmente possono crearsi situazioni di difficoltà poiché l'attenzione deve essere soddisfare esigenze diverse tra i tre compiti appena sopra illustrati.

È stato stimato che in un processo di guida standard ogni secondo più di un miliardo di unità di informazione elementari sono inviate ai sistemi sensoriali (McCormick, 1970). Benché l'attenzione possa essere direzionata in modo veloce da una sorgente ad un'altra rimane comunque il limite umano connesso con il poter analizzare esclusivamente una sorgente alla volta. Di media un essere umano può processare in modo cosciente solo 16 unità di informazione in un secondo; per rispondere ad un maggior numero di stimoli durante la guida accade normalmente che molte informazioni sono processate in modo automatico lasciando il livello decisionale cosciente esclusivamente per situazioni non riconosciute, ma il meccanismo ha comunque un limite quantitativo.

Quando il numero di informazioni cresce ed è superato questo limite di informazioni processabili, il conducente, in modo assolutamente soggettivo, sceglie su quali stimoli indirizzarsi e si crea di fatto una propria gerarchia delle informazioni che dovrà analizzare. È in questa complessa fase che possono sorgere errori per errate valutazioni sull'importanza dell'informazione.

Risulta evidente che maggiore è il numero di informazioni fornito dall'infrastruttura, maggiore la velocità del veicolo sull'infrastruttura, maggiore sarà la probabilità di compiere un errore. È quindi raccomandabile, durante la progettazione, portare attenzione ad alcuni aspetti:

1. Fornire informazioni congruenti tra di loro e con la tipologia di infrastruttura (tratta stradale o intersezione, ambito urbano o extraurbano, ...) in modo da minimizzare il carico di lavoro.
2. Presentare le informazioni necessarie per le attività di controllo, orientamento e navigazione in maniera sequenziale e non tutte insieme.
3. Assistere il conducente nella identificazione delle informazioni più importanti anche che possono risultare confuse dalla conformazione dell'ambiente circostante.

L'attenzione dei conducenti non è mai totalmente dedicata al processo di guida; anzi, su percorsi noti, maggiore l'esperienza del soggetto tanto più la guida tende a divenire un processo non coscivo. È noto il fenomeno della perdita del ricordo di attività svolte alla guida per alcuni chilometri a seguito della perdita di attenzione per scarsità di stimoli sconosciuti. Alcuni fattori quali la congestione da traffico e la pressione sociale ad essere più produttivi tendono ridurre il livello di attenzione.

### **Aspettativa - Driver expectation**

La soluzione ottimale per evitare i limiti delle capacità umane è quella di progettare le infrastrutture in modo coerente con le attese del conducente.

I conducenti sviluppano aspettative sia a breve che a lungo termine: ad esempio un conducente che procede in una infrastruttura per la prima volta sarà portato ad ipotizzare:

- che l'uscita da una autostrada strada sia posizionata sulla destra dell'infrastruttura;
- che in caso di intersezione con strade di minor importanza il segnale di STOP sia posizionato sull'altra infrastruttura;
- che in una intersezione a raso nella svolta a sinistra sia naturale posizionarsi sulla sinistra dell'infrastruttura;
- che nelle strade della rete primaria (autostrade, strade extraurbane principali o strade urbane di scorrimento) le corsie dell'asse principale non terminino in presenza di una intersezione

Ciascuna di tali inconsue supposizioni rientra tra le attese a lungo termine; sono invece esempi di aspettative a breve termine l'attesa di curve caratterizzate da una modesta curvatura al termine di un percorso poco tortuoso o di una strada progettata ancora per garantire elevate velocità di percorrenza dopo un percorso effettuato ad elevata velocità.

### **Capacità visiva - Vision**

Approssimativamente il 90% delle informazioni assunte dal conducente sono di tipo visivo. È pertanto su tale capacità psicofisica fondamentale che l'HSM procede ad una attenta analisi delle principali proprietà che la caratterizzano:

- **Acuità visiva**, ovvero l'abilità di distinguere i dettagli a distanza. Tale capacità risulta indispensabile nei processi di navigazione ed orientamento dove la necessità di una veloce lettura dei cartelli segnaletici è fondamentale per l'assunzione di decisioni.
- **Sensibilità al contrasto luminoso**, ovvero l'abilità di distinguere piccole differenze nella luminosità tra un oggetto ed il suo sfondo. È ampiamente riconosciuto che tale abilità ha un maggiore impatto nella frequenza incidentale rispetto l'acume visivo; ad esempio è l'abilità che permette l'individuazione di un pedone con abiti scuri al margine della carreggiata anche in condizioni notturne.
- **Vista periferica**, ovvero la capacità di identificare oggetti presenti nella zona periferica del campo visivo. Il campo visivo dell'occhio umano è ampio: 55 gradi sopra l'orizzonte, 70 gradi sotto l'orizzonte, 90 gradi a destra e a sinistra. Tuttavia solo una piccola area intorno al fuoco delimitata da un angolo di due – quattro gradi è caratterizzato da una visione accurata: il campo esterno a questa ristretta area, caratterizzato da una bassa risoluzione viene detto vista periferica. Malgrado l'acuità visiva sia ridotta rimane comunque la possibilità di identificazione degli oggetti, almeno in un angolo di circa 10-15 gradi rispetto all'asse focale (in rari casi si arriva a percepire oggetti fino ad angoli di 30°); in caso di interesse l'occhio viene reindirizzato verso tale oggetto al fine di portarvi la zona di massima acuità visiva.
- **Capacità di percepire i movimenti dei veicoli in lontananza**. È la capacità di valutazione delle velocità di approccio di un veicolo lontano connessa con la variazione della dimensione del veicolo nel quadro prospettico del guidatore. Tale variazione di dimensione risulta non lineare e questo comporta una complessità maggiore nella stima della distanza del veicolo.
- **Ricerca visiva**, ovvero la capacità di percepire rapidamente le informazioni al variare dello scenario. Il periodo di tempo concentrato su di un obiettivo è sufficiente alla raccolta di informazioni è normalmente pari ad 1/10 di

secondo, anche se per situazioni complesse possono risultare necessari tempi molto più lunghi sino a 2 secondi. Attraverso lo studio dei movimenti dell'occhio sul campo visivo è possibile verificare che tali attività si accumulano nell'area compresa nei 4 gradi orizzontalmente e verticalmente rispetto al punto posto di fronte al conducente; in questa area ragionevolmente la percentuale maggiore di focus si trova sulla destra dove è presente la segnaletica stradale.

### **Tempo di percezione e reazione - *Perception reaction time***

Il tempo di percezione e reazione comprende il tempo necessario a rilevare un evento, processare l'informazione ottenuta, decidere una risposta e dare inizio alla reazione. Generalmente questo tempo viene assunto a favore di sicurezza tra 1,5 e 2,5 secondi, anche se non può essere considerato fisso. Il tempo di percezione e reazione dipende infatti da tutti i fattori analizzati nella precedente sezione come il tempo di processamento delle informazioni, l'attenzione, l'aspettativa e la visione.

Numerosi fattori influenzano il tempo necessario all'individuazione dell'ostacolo (tempo di rilevazione), tanto che esso può variare tra una frazione di secondo in situazioni ordinarie con luce ed in presenza di un ostacolo atteso, sino ad alcuni secondi nelle situazioni peggiori (notte, evento inatteso ed inconsueto, fuori il campo visivo di alcuni gradi, con basso contrasto rispetto lo sfondo).

La fase di rilevazione dell'oggetto non termina con la prima percezione dello stesso ma con la raccolta di informazioni di dettaglio sufficienti alla decisione, il processo mentale che permette la scelta dell'azione da intraprendere.

Anche la durata di questo secondo processo (la decisione) è fortemente influenzata da alcuni fattori, principalmente la familiarità con il tipo di evento e con la conseguente azione. Uno degli aspetti che condiziona il tempo di decisione è la possibilità di reazione in maniere diverse (ad esempio nel caso di approccio ad un semaforo che diventa giallo il conducente deve decidere se passare e fermarsi e questo richiede un tempo di decisione maggiore). Ovviamente anche il numero e la chiarezza delle informazioni che la strada propone, tra cui l'ostacolo stesso, ha un effetto che può condizionare negativamente il processo.

Il tempo di risposta ovvero il tempo strettamente necessario alla stimolazione nervosa di essere trasferita alle parti del corpo interessate all'azione da intraprendere è invece strettamente legato all'età, allo stato psicofisico del conducente ed al suo grado di attenzione.

### **Scelta della velocità – *Speed choice***

È l'aspetto fondamentale della sicurezza stradale: i limiti di velocità influenzano la velocità degli utenti ma non sono purtroppo l'unico o il più importante tra i fattori che inducono la scelta. I conducenti scelgono la propria velocità attraverso indizi e suggerimenti da parte dell'infrastruttura: comprendere quali siano questi indizi e suggerimenti che il conducente percepisce può aiutare ad ottenere comportamenti in cui l'utente adatta la velocità da solo alle condizioni in cui viaggia, con il minimo sforzo in termini repressivi.

La prima indicazione recepita dall'utente deriva dalla visione periferica: mentre infatti la visione della parte centrale del quadro visivo è caratterizzata da movimenti appena percepibili, la visione periferica è caratterizzata da successione veloce degli elementi di bordo strada ed è attraverso questo flusso continuo che l'utente stradale stima la propria velocità. La presenza di ostacoli prossimi al bordo della carreggiata porta i conducenti a sovrastimare la propria velocità rispetto a quanto invece avviene su una strada in campo aperto.

Anche la presenza di rumore influenza la corretta percezione della velocità con gli utenti che tendono a sottostimare la propria velocità in assenza di rumore. In tal senso l'evoluzione verso macchine e strade più silenziose ha avuto un effetto negativo sul comportamento degli utenti inducendo un incremento delle velocità.

Il fenomeno dell'adattamento alle alte velocità adottate in lunghi tratti, è responsabile infine della tendenza a mantenere alte velocità (per almeno 5-6 minuti) anche all'uscita delle grandi arterie.

L'ambiente stradale nel suo complesso (geometria, di conformazione della sezione e della attrezzature stradali) influenza fortemente la velocità: anche se l'utente non conosce la velocità a cui può viaggiare in sicurezza egli reagisce a ciò che vede. Il conducente tende a velocità più alte in presenza di rettili, con numerose corsie, ampie banchine ed ambiente circostante libero da ostacoli. È attraverso questi elementi che il conducente fondamentalmente effettua la sua propria valutazione del rischio e conseguentemente sceglie la propria velocità; esistono studi in cui si è dimostrato l'effetto minimo dei limiti di velocità, benché la segnaletica fosse chiaramente rilevata dal conducente.

### 3.2.3.3 Approccio "*Positive guidance*" nella progettazione

La constatazione dell'esistenza di fenomeni di aspettativa e, soprattutto, dei limiti umani nel processo di elaborazione delle informazioni fornite dalla strada ha portato ad un nuovo approccio nella progettazione delle infrastrutture stradali, denominato "positive guidance", mirato a compensare tali limiti.

Se le strade sono progettate in modo da rispondere alle aspettative del conducente, questo opererà in modo rapido e corretto. Contrariamente, quando i conducenti sono posti di fronte a situazioni con informazioni tardive, con un eccessivo carico di informazioni o quando le loro aspettative non sono soddisfatte la risposta è lenta e si può incorrere in errori di guida.

### 3.2.3.4 Impatto della progettazione stradale sugli errori

Nel manuale HSM sono stati analizzati diversi elementi progettuali e la possibile influenza di questi sugli errori umani nei più comuni tipologie di incidente stradale.

#### Intersezioni a raso ed accessi

Le statistiche ufficiali riportano che il 50% degli incidenti stradali in ambito urbano ed il 25 % in ambito extraurbano, sono relazionati ad intersezioni o accessi. È infatti in corrispondenza di tali infrastrutture che si creano numerose condizioni di impatto la cui possibilità di innesco può essere favorita dai fattori umani. Sono esaminati singolarmente gli errori che portano a tamponamento, ad urto in fase di svolta e ad urto con utenze deboli e si forniscono indicazioni progettuali conseguenti.

- **Errori che portano a tamponamenti.** Numerose dinamiche possono essere causa di questa tipologia di incidente come il comportamento inatteso del conducente che precede o una distrazione del conducente che può essere dovuta a fattori personali o indotta dall'ambiente infrastrutturale.
- **Errori che portano ad urti in fase di svolta.** errori che portano a questo tipo di eventi possono essere ricondotti a varie circostanze: limiti prospettici (che possano portare a valutazioni scorrette dei tempi di inserimento nel flusso di traffico nella manovra di svolta a sinistra); blackout visualità presenza di ostacoli alla visuale libera (il 40% degli incidenti di questo tipo è causato da una momentanea perdita di visuale libera dovuta ai motivi più vari, dai veicoli stessi in movimento o parcheggiati alla segnaletica e cartelli pubblicitari); "*permissive left-turn trap*" (circostanza che si verifica anche in Italia quando in una intersezione semaforica i veicoli che vogliono svoltare a sinistra, pur avendo il segnale verde, devono attendere un flusso ininterrotto dei veicoli nella corsia opposta; l'assenza di tempi per l'inserimento può indurre manovre scorrette); inadeguata ricerca visiva (nasce dalla tendenza di concentrare la propria ricerca esclusivamente a sinistra, perdendo così di vista utenze deboli che provengono da destra).
- **Errori che portano a urti laterali.** Nascono generalmente dal mancato rispetto del segnale di STOP, dare precedenza o semaforo rosso; sono situazioni in cui la visibilità dell'intersezione deve essere evidentemente rivista con incremento quantitativo e qualitativo della segnaletica di preavviso.

- **Errori che portano ad urto con utenze deboli.** Contrariamente alla sensazione comune sia utenti deboli (pedoni, mezzi a due ruote) che auto commettono entrambi errori di individuazione presso del potenziale pericolo nelle intersezioni. Solo nella manovra a sinistra è più frequente una maggiore responsabilità del mezzo a quattro ruote, probabilmente a causa della maggiore complessità visibilità conducente connessa con la manovra di svolta in sinistra. È altresì evidente che l'urto di autoveicoli con utenti deboli porta a conseguenze drammatiche per quest'ultimi. La situazione è particolarmente grave nelle ore notturne per cui in genere si adotta l'espedito dell'illuminazione artificiale, la quale tuttavia deve essere omogenea e continua su tutto il percorso data la tendenza dell'occhio umano alla perdita di visibilità nel passaggio brusco da zone chiare a zone scure.

### Intersezioni a livello sfalsato

L'incidentalità è influenzata principalmente da lunghezza delle corsie di immissione, vicinanza tra intersezioni successive, avvistamento della corsia di diversione e corretto segnalamento della stessa, raggio di curvatura della rampa di uscita.

### Carreggiate separate

La guida su strade a carreggiate separate con banchine pavimentate e visione periferica libera, non richiede sforzi comparabili con quelli tipici delle manovre nelle intersezioni. Nascono pertanto tipologie di errore diverso:

- **Perdita di attenzione e colpo di sonno.** Il fenomeno della perdita di attenzione è strettamente legato al ridotto carico di lavoro richiesto e può portare ad incidenti per svio a veicolo isolato. Il colpo di sonno colpisce normalmente in orario notturno (dalle 2 alle 6 am) ma anche a metà del pomeriggio; è connesso ovviamente alla mancanza di ore di sonno ma anche elevato stress lavorativo e all'uso di alcol e droghe. Numerosi studi hanno dimostrato buoni risultati nell'uso di strisce vibranti come elemento di mitigazione degli incidenti per svio.
- **Rallentamento o improvviso blocco del veicolo che precede.** È stata sopra sottolineata la difficoltà del conducente nella valutazione della velocità dei veicoli nella zona centrale del campo visivo. L'utente tende poi a focalizzare l'attenzione solo sul veicolo che lo precede e può perdere di vista l'eventuale manovra improvvisa di cambio corsia del veicolo antistante ed arrivare a percepire la presenza di un veicolo lento solo dopo che il veicolo subito davanti a lui compie l'azione di cambio corsia.
- **Animali.** Tipico incidente in queste infrastrutture è quello dovuto all'ingresso improvviso di un animale in carreggiata, specialmente di notte.

### Carreggiata unica

Risulta complesso identificare tipologie di errori tipiche delle tratte stradali a carreggiata unica poiché il carico di lavoro e il rischio percepito variano in modo enorme: infrastrutture stradali monotone e povere di informazioni hanno incidentalità completamente diversa da infrastrutture con geometria complessa, tortuosità planimetrica assenza di banchine e ostacoli sui bordi della sede stradale. In generale i pericoli maggiori sono derivanti da:

- **Perdita di attenzione e colpo di sonno.** Come per le infrastrutture a carreggiata separata possono portare a fuoriuscita del veicolo dalla carreggiata stradale o, nello specifico di queste infrastrutture, a urti frontali. Anche in questo caso l'impiego di strisce vibranti di margine e di mezzzeria può mitigare il problema.
- **Involontario ingresso in corsia opposta.** La maggioranza degli ingressi in corsia opposta è involontaria, mentre solo il 4% degli urti frontali è dovuto a errata manovra di sorpasso (anche se in genere causano incidenti più gravi). In caso di ingresso involontario per disattenzione o colpo di sonno possono essere utili le strisce vibranti, mentre per risolvere situazioni con frequenti incidenti nelle manovre di sorpasso non possono che essere previste corsie adeguate supplementari per il sorpasso.

- **Errata scelta della velocità.** Spesso gli utenti entrano in curva con una velocità non appropriata. Contrariamente a quanto si immagina alcuni studi mostrano che il segnale di curva pericolosa o i delineatori di curva, anche se percepiti dal conducente, non ne modificano il comportamento.
- **Rallentamento o improvviso blocco del veicolo che precede.**
- **Scarsa visibilità di utenti deboli o animali.**

### 3.3 APPROFONDIMENTI

Sono di seguito riportate trattazioni su argomenti che si è ritenuto meritevoli di approfondimento:

- le modalità di studio dei fattori umani attraverso la simulazione di guida in realtà virtuale;
- il fattore umano nel particolare ambiente stradale della galleria.

#### 3.3.1 Lo studio dei Fattori Umani attraverso la simulazione di guida in realtà virtuale

##### 3.3.1.1 Le motivazioni: studio del comportamento umano

L'analisi del fenomeno incidentale mette in evidenza l'esigenza di affrontare la problematica attraverso un approccio diverso da quello tradizionale: la sicurezza stradale non è garantita attraverso una mera applicazione dei criteri dinamici che assicurino la compatibilità della geometria stradale con la cinematica del veicolo isolato e trascurando del tutto il comportamento degli utenti. È necessario un nuovo approccio multidisciplinare che possa abbracciare contemporaneamente gli studi e le esperienze di più discipline, dalle scienze ingegneristiche a quelle mediche e psicologiche [17] [18] [19] [20] [21] [22].

Per gestire in sede progettuale un reale controllo dei livelli di rischio è necessario considerare la strada come una delle componenti del più complesso sistema "uomo/veicolo/strada", caratterizzato da molteplici variabili che si condizionano reciprocamente e che contribuiscono in maniera diversa alle dinamiche che governano il verificarsi degli eventi incidentali [23] [24].

Da dieci anni a questa parte lo sviluppo delle tecnologie meccaniche ed elettroniche ha consentito all'industria automobilistica di realizzare veicoli particolarmente affidabili, sia per la prevenzione degli incidenti, sia per mitigare le conseguenze dei sinistri. Nel contempo però ha prodotto autovetture capaci di prestazioni che inducono nel conducente un senso di sicurezza che spesso non è compatibile con le caratteristiche tecniche e funzionali del sistema stradale italiano. Ed è proprio il grado di sicurezza dell'utente rapportato a quello assunto dal progettista uno dei punti più delicati della sicurezza dell'esercizio viario.

In questo scenario diviene fondamentale analizzare i meccanismi di percezione e reazione degli utenti della strada. È infatti il comportamento di questi ultimi a cui si deve far riferimento per garantire una progettazione "intrinsecamente sicura". Non tener conto dei limiti psico/fisiologici del conducente del veicolo, dei suoi condizionamenti psicologici e degli automatismi di guida equivale di fatto a trascurare la componente principale del complesso sistema che governa la sicurezza stradale.

Benché esistano degli schemi teorici di interpretazione dei meccanismi ergonomico-cognitivi che schematizzano tra l'altro i comportamenti di guida, generalmente riconducibili a processi automatici, appare allo stato attuale impossibile simulare numericamente queste dinamiche comportamentali esclusivamente attraverso algoritmi, come invece accade per altri settori di ricerca in cui è prevalente una interpretazione puramente a base fisica dei fenomeni e sono quindi trascurabili o assenti le componenti aleatorie.

È quindi sullo studio diretto del comportamento dell'utente attraverso apprestamenti che simulino in laboratorio le altre due componenti del sistema (veicolo e strada) che la ricerca sta oggi investendo.

È ormai riconosciuto che le problematiche della sicurezza stradale rappresentino una questione che interessa non solo le scienze meccaniche (il veicolo) e le scienze ingegneristiche (la strada), ma anche le discipline che studiano il comportamento umano; da una parte in ragione delle intrinseche differenze soggettive tra gli utenti, che comportano sia differenti capacità percettive (p.es. l'ampiezza utile del campo visivo) e reattive (p.es. la destrezza o il coordinamento delle azioni), sia differenti propensioni individuali nell'assegnazione ed accettazione di specifici criteri decisionali (p.es. la definizione delle soglie di rischio), dall'altra parte in ragione delle differenze di comportamento indotte dall'ambiente esterno e quindi per così dire esogene rispetto all'individuo (p.es. le condizioni di traffico, la geometria stradale, l'ambiente circostante la strada).

Questa problematica è resa ancor più complessa da due fatti sostanziali: in primis, le capacità individuali e i parametri comportamentali non rappresentano una grandezza invariante nel tempo (p.es. variano con l'età o con specifiche condizioni fisiologiche e patologiche) e nello spazio (p.es. variano al variare degli scenari prospettici, della luminosità o dello *skyline*). In secondo luogo, sussiste un forte condizionamento delle capacità individuali rispetto allo stato psicologico dell'utente; l'esempio estremo è quello dei comportamenti in situazioni di panico.

Si è di fronte quindi ad un'ampia variabilità di comportamenti dei conducenti e alla non trascurabile possibilità di effettuare rilevazioni anomale, nel momento in cui si sta indagando sul comportamento umano.

In genere ciò non rappresenta una reale limitazione sin quando è possibile reiterare un gran numero di misure nelle stesse identiche condizioni di prova, utilizzando poi per la loro interpretazione i metodi della statistica. In questo caso invece, quando si effettuano misure sul campo, ciò non è normalmente possibile per due ordini di motivi: da un lato non è mai possibile garantire identiche condizioni di prova, dall'altro non possiamo reiterare un numero di misure statisticamente attendibili a causa dei loro costi e dei tempi della sperimentazione.

Queste difficoltà possono essere superate operando in realtà virtuale.

### **3.3.1.2 La simulazione di guida in realtà virtuale**

Nella letteratura internazionale si rinvencono non pochi contributi scientifici, in cui un approccio in simulazione trova giusta applicazione allo studio di specifici aspetti medici, fisiologici, psicologici. L'applicazione della simulazione nell'ingegneria meccanica è storicamente più affermata specialmente nei settori applicativi e produttivi, prima ancora che negli ambiti strettamente teorici ed accademici.

Per le specifiche esigenze dell'ingegneria stradale, gli scopi di una sperimentazione finalizzata allo studio dei fenomeni circolatori possono essere molteplici. Di norma riguardano:

- lo studio dei fattori umani che regolano la guida del veicolo, quale ad esempio la variabilità del tempo di reazione in diverse situazioni di circolazione, geometriche, ambientali e di traffico;
- la verifica del comportamento degli utenti in particolari condizioni di circolazione, come ad esempio la valutazione del rischio accettato in funzione del disagio indotto dalle interferenze veicolari;
- l'analisi delle conseguenze imputabili alla variazione di una o più condizioni che caratterizzano il sistema uomo/strada/ambiente, quale, ad esempio, la dispersione delle traiettorie in funzione del dimensionamento e della successione delle geometrie d'asse.

Appropriate strumentazioni permettono inoltre sia processi di ottimizzazione progettuale che la verifica delle assunzioni teoriche dall'altro.

Il primo aspetto, più propriamente applicativo, ha ricadute immediate e significative in fase di elaborazione dei progetti sia per verificare la qualità delle scelte, sia per orientare le scelte stesse verso risultati più efficaci. Il secondo aspetto ha ovviamente ricadute di natura più specificamente teorica e l'adozione di protocolli di gestione delle procedure di simulazione idonei a garantire la standardizzazione e l'affidabilità dei risultati.

Lo strumento della simulazione di guida in realtà virtuale consente, con grande versatilità, di verificare in ambiente interattivo situazioni geometriche di qualsiasi tipo in condizioni di traffico (livello di servizio) e in condizioni ambientali (p.es. abbagliamento, nebbia, bassa aderenza, ecc.) predeterminate, attraverso procedure sperimentali standardizzate, controllate e completamente ripetibili.

I due principali requisiti del sistema di simulazione di guida in realtà virtuale riguardano:

- elevato livello di realismo della simulazione, in modo da garantire per l'utente un ambiente virtuale simile alla realtà tanto da indurre analoghi comportamenti in analoghe condizioni di guida;
- architettura informatica sufficientemente versatile ed in grado di rappresentare la strada secondo i consueti parametri di progetto, dalle geometrie piano altimetriche, alle tipologie e arredo delle sezioni, dalle condizioni di traffico, all'ambito circostante.

Il processo di simulazione di guida è governato da un modello dinamico completo del veicolo in grado di operare in tempo reale.

Per quanto riguarda la riproduzione dell'ambiente stradale il simulatore dovrà permettere di ricostruire con elevato realismo sia le caratteristiche geometriche della sezione stradale e l'andamento piano-altimetrico dell'asse, sia tutti gli elementi interni che esterni all'infrastruttura. Più nello specifico l'ambiente esterno viene normalmente simulato utilizzando una serie di sfondi già implementati sul simulatore, affiancati dalla possibilità di inserire qualunque tipo di oggetto presente nel paesaggio (abitazioni, vegetazione) o accessorio della sezione stradale (barriere di sicurezza, segnaletica verticale).

La sezione stradale può essere ricostruita in dettaglio definendone il numero di corsie per senso di marcia e la loro larghezza e pendenza trasversale, ma anche le caratteristiche geometriche della segnaletica orizzontale e delle scarpate laterali (sezione in trincea, in rilevato), consentendo di riprodurre qualsivoglia situazione stradale.

Il simulatore deve permettere inoltre la gestione delle condizioni di circolazione che possono essere simulate definendo da software sia la composizione (veicoli leggeri e pesanti), sia la densità, sia il comportamento di ciascun veicolo. Per rendere la simulazione più realistica possibile anche in situazioni d'emergenza, si realizzano sistemi esterni al veicolo che consentono di assicurare l'esatta riproducibilità dei disturbi in differenti prove sperimentali (marcia notturna, abbagliamento, ecc.).

È evidente che la costruzione degli scenari di simulazione finalizzata agli obiettivi delle indagini specifiche è di assoluta importanza per restituire la miglior affidabilità e un adeguato livello di realismo.

Come dimostrato sperimentalmente attraverso numerosi studi sulla validazione della simulazione, se lo scenario ha un appropriato livello di realismo l'utente si comporta in realtà virtuale come nel mondo reale [25] [26] [27] [28] [29] [30] [31] [32] [33] [34] [35].

Qualunque sia la finalità della sperimentazione, dopo aver imposto le condizioni atte a garantire la riproducibilità delle misure è necessario configurare correttamente un adeguato campione di conducenti. È necessario tener presente che può risultare anche sensibilmente diverso il comportamento dei singoli utenti, quale si manifesta nelle stesse condizioni di prova.

## INFRASTRUTTURE STRADALI PIÙ SICURE. FASE I: I CRITERI

Questo infatti, pur rispettando leggi di validità generale, si differenzia sensibilmente da un soggetto all'altro, sia per le specificità dei caratteri psicofisici dei singoli individui, sia per gli effetti che possono derivare da una diversa esperienza di guida e/o da particolari condizioni emotive. Ne consegue che quando si studia il comportamento dell'utente in predefinite condizioni di prova è necessario:

- configurare opportunamente il campione dei conducenti sia dal punto di vista qualitativo che quantitativo;
- individuare eventuali comportamenti anomali di uno o più conducenti che potrebbero inquinare i risultati della sperimentazione.

Nel corso delle prove in realtà virtuale il simulatore rileva, in continuo, un elevato numero di parametri atti a descrivere le condizioni di guida, sia cinematiche, sia dinamiche: il tempo trascorso dall'inizio della simulazione, la distanza percorsa, l'accelerazione longitudinale e trasversale, la posizione laterale del veicolo rispetto alla mezzzeria, la curvatura dell'asse stradale e della traiettoria dell'utente, la pressione sul pedale del freno e sul pedale dell'acceleratore, la marcia inserita e numerosi altri parametri.

La redazione di rigidi protocolli di prova atti allo svolgimento standardizzato e certificato delle sperimentazioni e lo studio di tutti quegli indicatori che possano descrivere ed interpretare la variabilità dei comportamenti umani in funzione delle caratteristiche geometriche ed operative dei tracciati stradali, consentono sin da ora di sviluppare sperimentazioni in realtà virtuale di elevata efficacia ed affidabilità.

Per le attività di simulazione vera e propria è possibile individuare tre specifici indirizzi:

- la ricerca di base [36] [37] [38] [39], volta a definire i modelli di comportamento degli utenti al variare delle condizioni di guida, ad analizzare la geometria di specifiche manovre, a verificare geometrie tradizionalmente assunte trascurando il comportamento dell'utente;
- la verifica di qualità di un progetto di una nuova infrastruttura [40] [41], orientata a validare sotto il profilo della sicurezza dell'esercizio viario un progetto di una nuova strada sulla base di indicatori, la cui affidabilità risulta ampiamente verificata da recenti studi sviluppati in ambiente virtuale e da numerose analisi condotte sul campo;
- l'analisi della sicurezza stradale di strade esistenti [42], finalizzata alla diagnosi delle cause incidentali e alla valutazione dell'efficacia di possibili interventi di adeguamento e messa in sicurezza, attraverso l'analisi quantitativa della riduzione attesa di eventi incidentali effettuata su indicatori di simulazione opportunamente selezionati.

L'attività del gruppo di ricerca di cui chi scrive è parte <sup>18</sup>, attraverso una sistematica campagna di sperimentazioni in realtà virtuale sviluppate nel corso degli ultimi anni, ha consentito, inoltre, di perseguire lo scopo di analizzare il rischio indotto dalle caratteristiche della strada e dalle sue condizioni di funzionalità. Tali risultati hanno costituito le basi per proporre una nuova teoria, la teoria del disagio [43], la cui applicazione su casi di studio reali ha portato a sua volta ad importanti conclusioni con ricadute progettuali nell'ottica di un approccio prestazionale di verifica di qualità del progetto ai fini della sicurezza dell'esercizio. Nello specifico sono state analizzate in simulazione due diverse condizioni funzionali di viabilità extraurbana:

- le prime, caratterizzate da basse densità veicolari, dove sono le geometrie dell'infrastruttura ad influenzare i comportamenti di guida laddove la percezione e l'interpretazione del tracciato da parte dell'utente non corrisponde alla reale articolazione piano altimetrica della strada [44];

---

<sup>18</sup> Ing. Alessandro Calvi (Università degli Studi Roma Tre) nell'ambito del CRISS - Centro Interuniversitario di Ricerca per gli Studi sulla Sicurezza Stradale

- le seconde, caratterizzate da alte densità di flusso, dove sono le interferenze veicolari ad indurre comportamenti a rischio per effetto del disagio subito dagli utenti, le cui necessità ed aspettative non trovano spesso riscontro nella funzionalità dell'infrastruttura [45] [46] [47].

### 3.3.1.3 Conclusioni

La trattazione tradizionale dell'ingegneria stradale non contempla valutazioni approfondite su aspetti psico/fisiologici del conducente del veicolo, sui suoi condizionamenti psicologici e sugli automatismi che si creano nel processo di guida. Modelli di simulazione teorica di tali comportamenti umani non sono ad oggi disponibili.

Uno strumento per l'analisi scientifica di questi fattori è rappresentato dalla simulazione di guida in realtà virtuale.

Tale tecnologia consente di determinare con elevata affidabilità le relazioni che intercorrono tra l'utente, la strada e l'ambiente al contorno, con significative ricadute sulle procedure di verifica di qualità dei progetti in termini di sicurezza dell'esercizio, attraverso la stima dell'incidentalità prevista per una nuova realizzazione o per un intervento di adeguamento sulla viabilità esistente.

Le condizioni operative, le necessità e le aspettative degli utenti, i condizionamenti e le restrizioni imposte dalle interferenze veicolari, la variabilità della soglia di accettazione del rischio da parte degli utenti, sono tutte variabili fondamentali che possono essere prese in considerazione per effettuare delle scelte progettuali sotto la prospettiva della sicurezza dell'esercizio viario.

Per quanto attiene ai risultati delle sperimentazioni condotte in realtà virtuale è possibile trarre alcune considerazioni:

1. le nuove tecnologie sperimentali consentono di tradurre delle intuizioni di buon senso in leggi matematiche scientificamente dimostrate;
2. in condizioni di basse densità veicolari la difficoltà di interpretazione e di percezione del tracciato stradale costituisce una delle cause principali degli elevati tassi di incidentalità registrati nelle infrastrutture;
3. il grado di sicurezza adottato dall'utente dipende dalla densità veicolare; la sua soglia di accettazione del rischio varia sensibilmente al variare delle condizioni di deflusso;
4. il comportamento degli utenti indotto dalle restrizioni imposte dalle interferenze veicolari è fortemente influenzato dal disagio subito dall'utente.

## 3.3.2 Il Fattore Umano in galleria

### 3.3.2.1 Particolarità delle strutture sotterranee

Non è questa la sede per una trattazione esauriente dei vari aspetti di sicurezza stradale che il tema delle gallerie propone e per i quali si rimanda agli approfondimenti proposti dal Comitato tecnico AIPCR relativo; si vuole tuttavia qui analizzare alcuni aspetti strettamente connessi al comportamento umano all'interno delle gallerie.

È stato più volte sottolineato in questo documento come fattori umani ed in generale il comportamento dell'utente indotto dall'infrastruttura hanno notevoli influenze sulla sicurezza stradale e che occorra tenerne conto al momento in cui si affronta la progettazione o la riqualificazione di un tratto stradale.

Tutte le infrastrutture sotterranee possono creare stati di ansia e tensione molto superiori rispetto alle stesse opere realizzate e quindi fruite in superficie. Nello specifico le strade in galleria inducono negli utenti stati d'animo contrastanti: possono indurre paure assimilabili alla claustrofobia oltre a sensazioni di disagio e percezioni di aumento del rischio.

La progettazione di un'infrastruttura sotterranea ed in generale di un tratto stradale ove siano presenti una o più gallerie, soprattutto se di notevole lunghezza, è opportuno tenga presenti anche gli aspetti connessi con il Fattore Umano al fine di individuare e intervenire sugli aspetti più critici.

Per effettuare questo tipo di considerazioni è necessario individuare correttamente il tratto di strada che può innescare comportamenti diversi dal normale a causa della presenza di un tunnel. L'AIPCR (Rep. N. 2008R17 [48]) fornisce in proposito una definizione utile a circoscrivere il campo di analisi: la tratta da considerare come soggetta ad un diverso comportamento e nella quale pertanto è necessario intervenire con particolari attenzioni è compresa tra l'ultima uscita/intersezione prima della galleria e i 100 m successivi al portale di uscita. I motivi che sottendono a questa definizione risiedono principalmente nella considerazione che gli utenti devono essere in grado di scegliere liberamente di percorrere il tunnel e pertanto evitare situazioni potenzialmente pericolose come ad esempio nel caso di trasporto merci pericolose o di utenti particolarmente sensibili agli ambienti chiusi.

L'analisi del comportamento degli utenti all'interno delle gallerie deve essere condotta considerando due diverse condizioni:

- normale percorrenza di un tunnel;
- condizioni di emergenza.

### **3.3.2 Normale percorrenza**

Diversi studi hanno rilevato che l'ambiente chiuso e la percorrenza obbligata inducono sensazioni di ansia e paura che possono arrivare fino a rendere impossibile l'utilizzo dell'infrastruttura da parte di alcuni utenti. Nelle interviste svolte durante il progetto ACTEURS il 19% degli utenti ha detto di provare paura nel percorrere le gallerie in quanto sono: scure, strette e rumorose.

Proprio sulle dimensioni e sull'illuminazione delle gallerie anche la normativa ha contribuito a ridurre le possibili problematiche: il DM 5/11/2001 prescrive la presenza della corsia di emergenza e richiede la verifica della distanza di visibilità per l'arresto imponendo di fatto un notevole aumento delle dimensioni trasversali dei tunnel [49].

Uno studio norvegese (CHRISTENSEN e altri) ha identificato due principali fattori di ansietà indotti negli utenti ovvero: la paura di urtare le pareti, altri veicoli o oggetti e la paura di situazioni pericolose quali incendi, incidenti e crolli. Da questi risultati emerge anche che gli utenti si trovano sempre più in difficoltà all'aumentare dell'estensione del tunnel fino a giungere ad un virtuale limite oltre il quale si incontrano forti difficoltà tanto che i rischi dovuti al traffico diventano inaccettabili; tale estensione al momento è considerata pari a circa 20 chilometri [50].

Attualmente l'unico tunnel stradale che eccede la suddetta lunghezza è il Laerdal che misura complessivamente 24,5 km. Al fine di mitigare gli effetti negativi dovuti all'eccessivo tempo che utente è costretto a passare in ambiente chiuso è stata adottata la soluzione di introdurre degli spazi che, per dimensione ed illuminazione, dessero la sensazione di uscire all'aperto creando l'illusione di percorrere un insieme di gallerie invece che una unica (Figura 3.9).

Inoltre si è notato che gli utenti si ritengono rassicurati dalla presenza di pannelli di tipo freccia/croce all'ingresso in quanto questi forniscono un'indicazione in tempo reale dell'effettiva presenza di condizioni anomale (AIPCR Rep. N. 2008R17 [48]). La presenza di segnali radio dedicati alle comunicazioni all'interno della galleria (ad esempio nelle gallerie del Monte Bianco e del Frejus) è nota alla maggior parte degli utenti (circa il 64% secondo i dati del progetto ACTEURS), ma quasi nessuno utilizza effettivamente tale servizio.

### **3.3.2.3 Condizione di emergenza**

Condizioni molto diverse sono quelle che si verificano in caso di incidenti all'interno dei tunnel: gli utenti hanno scarsa percezione di ciò che avviene all'interno di questo tipo di infrastruttura e questo può presentare notevoli criticità ad esempio in caso di incendio.



Figura 3.9: interno del Laerdal tunnel (Norvegia)

Nel progetto UPTUN sono stati studiati, tramite simulatore, i comportamenti degli utenti in diverse condizioni ed è stato osservato come, dopo pochi minuti di percorrenza, i guidatori non fossero più in grado di stimare correttamente la distanza percorsa e pertanto anche di capire quale fosse l'uscita più vicina. Da queste considerazioni appaiono indispensabili la segnaletica e gli strumenti di comunicazione atti a fornire le indicazioni più elementari in caso di emergenza.

Un caso eclatante a dimostrazione di quanto sopra riportato si è verificato in occasione di un incidente nel mese di gennaio del 2010 in una galleria della rete autostradale slovena. A seguito di impatto un veicolo prende fuoco e subito si accodano alcuni mezzi pesanti: dai filmati delle telecamere interne (resi pubblici attraverso *youtube*) si è potuto notare i diversi comportamenti di due autisti che visivamente vedevano il veicolo avvolto dalle fiamme. L'autista del primo veicolo è rimasto a bordo e si è allontanato dopo oltre 4 minuti dal divampare dell'incendio e dall'inizio dei segnali di allarme, un autista di un mezzo posto più indietro ha abbandonato immediatamente il veicolo ed ha iniziato ad allontanarsi, ma nella direzione da cui proveniva il fumo. Appare evidente come il comportamento degli utenti in condizioni di emergenza risulta presentare notevoli complessità e si rende quindi quanto mai necessario definire le misure di sicurezza più semplici ed efficaci possibili per ridurre al minimo la discrezionalità degli utenti in merito alle azioni da compiere.

È possibile concludere che, l'ambiente chiuso, genera negli utenti degli effetti che si sommano a quelli normalmente dovuti alle condizioni di guida creando, nella maggior parte dei casi, uno stato di elevata tensione emotiva. Il fenomeno è stato studiato in varie occasioni: nella trattazione fornita da WORMS [51], preliminarmente identificati gli elementi caratteristici connessi con la percorrenza dei tunnel (senso di costrizione o confinamento; paura dei muri; paura di urtare ostacoli; visibilità ridotta dall'oscurità; monotonia dell'ambiente percorso; perdita di orientamento; perdita di contatto con il mondo esterno) i principali comportamenti innescati in caso di emergenza sono:

- **passività**, tendenza degli utenti a mantenere il loro comportamento originale;
- **dubbi sulle azioni da compiere**, le informazioni non sono recepite e spesso non sono comprese;
- **diffidenza rispetto all'evacuazione**, oltre a quanto esemplificato in precedenza si sono registrati svariati casi di persone morte soffocate nei loro veicoli nonostante avessero avuto tempo a sufficienza per abbandonarle;
- **errata percezione del pericolo**, fumo, calore e sostanze tossiche non generano il giusto allarmismo;
- **disorientamento**, le persone non sempre riconoscono correttamente i percorsi/luoghi sicuri.

## INFRASTRUTTURE STRADALI PIÙ SICURE. FASE I: I CRITERI

Si vuole infine citare la possibilità di esperienze di modellazione dei comportamenti umani relativi ad un evento con sviluppo di fuoco e di fumo. Una sperimentazione eseguita per una galleria della Autostrada A32 (la Prapontin di lunghezza superiore ai 1000 m) ha preso in esame le reazioni degli utenti in termini di velocità di esodo attraverso i by-pass che funzionano da vie di esodo e quindi fondamentalmente la capacità della strada di trasmettere informazioni di vitale importanza agli utenti, in un tempo successivo a quello dell'incidente (evacuazione di una galleria dopo un evento incidentale).

Il modello matematico considerato presenta tre variabili fondamentali:

1. Velocità del fumo (velocità, espressa in metri al secondo, con cui il fumo avanza in galleria in mancanza di ventilazione forzata, caso peggiorativo rispetto al reale);
2. Intensità luminosa dei cartelli di Exit in corrispondenza dei by-pass;
3. Intensità luminosa dei cartelli di Safe (intensità luminosa di tutti gli altri tipi di cartelli)

e valuta gli effetti sui seguenti parametri:

1. Numero di persone rimaste in galleria (non uscite)
2. Numero di persone che riportano un danno dall'evento (intossicazione acuta da CO, esposizione al calore)

Tempo massimo, medio e minimo di uscita delle persone dagli autoveicoli.

Sulla base di sperimentazioni di questo tipo si può verificare l'incidenza di alcuni parametri sulla sicurezza di una galleria. Questi fattori sono riconducibili a due categorie: quella delle dotazioni tecniche della galleria (la velocità dei fumi rappresenta il fattore più significativo ed è pertanto necessario prevedere tutti i dispositivi tecnici atti ad evitarne la propagazione verso la zona occupata dagli utenti) ma anche quella della capacità di comunicazione e della segnaletica della galleria, intervenendo in particolare sull'intensità luminosa e sulla capacità attrattiva dei segnali [52] [53] [54] [55].

L'utilizzo di modelli computazionali dell'evacuazione permette inoltre di riprodurre in realtà virtuale comportamenti umani sempre più complessi [56] utilizzando la metodologia *performance based* come strumento di progettazione della sicurezza, così come suggerito nelle recenti Linee Guida Anas [57] per la progettazione della sicurezza nelle Gallerie stradali. Tali modelli sono a tutt'oggi oggetto di studio e miglioramenti da parte della comunità scientifica internazionale [58], ma rappresentano uno strumento potenzialmente molto efficace per il progetto della sicurezza in ambito sotterraneo potendo appunto tener in considerazione l'impatto del comportamento umano sul processo di evacuazione a differenza di una progettazione basata esclusivamente su normative prescrittive.

Nel momento in cui si provvede a progettare una nuova galleria o ad adeguarne una già esistente alle prescrizioni della normativa vigente in fatto di sicurezza in galleria, emanata a seguito della pubblicazione della Direttiva europea 2004/54/CE, sarà oltremodo utile porre l'attenzione anche agli aspetti a cui ora si è appena accennato, al fine di non correre il rischio di veder vanificati gli sforzi e gli investimenti effettuati a causa dell'adozione da parte degli utenti di comportamenti anomali o errati, indotti da una scorretta interazione con il particolare ambiente stradale che l'utente stesso sta percorrendo.

L'Art. 14 della Normativa prevede l'eventuale utilizzo di tecnologie alternative per assicurare gli standard di sicurezza richiesti. Esso enuncia che: "...l'Autorità amministrativa può accordare deroghe ai requisiti prescritti dalla presente direttiva allo scopo di consentire l'utilizzo di procedure di sicurezza innovative atti a fornire un livello equivalente o più elevato di protezione rispetto alle tecnologie attuali prescritte dalla presente direttiva...".

Le metodologie *Performance based* rappresentano una procedura innovativa per assicurare le condizioni di sicurezza di una galleria in quanto si basano sull'ottenimento di specifiche caratteristiche prestazionali assicurate tramite output numerici definiti, che vengono ottenuti considerando anche il fattore umano all'interno di calcoli computazionali.



Figura 3.10: schema rappresentativo della metodologia *Performance Based Design*

Nel caso delle gallerie, gli output numerici sono rappresentati dai tempi di evacuazione in corrispondenza delle uscite di emergenza e degli imbocchi. La sicurezza dell'infrastruttura viene garantita confrontando il tempo disponibile di fuga e il tempo richiesto per l'evacuazione (*ASET e RSET Available and Required Safe Egress Time*) e analizzando i diversi possibili scenari di incendio e garantendo che  $ASET > RSET$ , così come schematizzato nel seguente schema (Figura 3.10).

All'interno di questa metodologia, la modellazione del comportamento umano all'interno del modello computazionale utilizzato assume fondamentale importanza.

### 3.5 CONCLUSIONI

Il percorso effettuato in questa parte del Quaderno ha voluto fornire gli elementi fondamentali della giovane scienza del fattore umano nella sicurezza stradale.

Partendo dalla preliminare constatazione dell'esigenza dei nuovi approcci di cui l'ingegneria stradale si sta dotando, proponendo preliminarmente una definizione coerente con la terminologia tecnica italiana del termine anglosassone "*human factor*", sono stati presentati alcuni concetti fondamentali dello studio del fattore umano secondo la trattazione adottata in alcuni testi ritenuti rilevanti (RSM, Linee Guida AIPCR, HSM).

Attraverso una sezione finale sono quindi stati proposti argomenti che si è ritenuto meritevoli di approfondimento (lo studio dei fattori umani attraverso la simulazione di guida in realtà virtuale; il fattore umano nel particolare ambiente stradale della galleria).

La presa d'atto della presenza di un "*contributo del conducente nella successione di eventi che conducono ad un incidente, derivante da una non corretta interazione con le caratteristiche della strada e dei suoi sistemi di controllo*" (secondo la definizione che il Comitato ha voluto proporre) apre nuovi stimoli che il Gruppo di lavoro propone all'attenzione dei tecnici, degli Enti gestori e dei diversi soggetti competenti nella progettazione, costruzione e manutenzione delle infrastrutture stradali.

La presa d'atto, altresì, della potenziale presenza di un contributo dovuto al Fattore Umano al verificarsi di errori di guida che possono evolvere in incidenti più o meno gravi pone anche una serie di interrogativi che si vogliono lasciare alla riflessione di tutti:

- assunto che la correlazione tra comportamento umano durante la guida di un veicolo, con particolare riferimento agli errori di guida e ambiente dell'infrastruttura, è ormai dimostrata; assunto altresì che non esiste processo di causalità

## INFRASTRUTTURE STRADALI PIÙ SICURE. FASE I: I CRITERI

diretto tra tali circostanze; nel caso di tratte stradali con incidentalità superiore alla media, in cui non sia evidente una responsabilità diretta dell'Ente gestore dell'infrastruttura sui singoli eventi (poiché non sono presenti errori di progettazione, costruzione, manutenzione né la classica "insidia stradale") ma sia altresì riscontrabile una chiara presenza della variabile "Fattore Umano", nel senso che al termine si è dato in questo capitolo, ci si chiede se, una volta identificato il problema, sia comunque da ritenere opportuno per l'Ente gestore intervenire per mitigare o eliminare il problema stesso;

- quale livello di responsabilità investe l'Ente proprietario di una strada (dai tecnici progettisti ai responsabili della gestione) in caso di incidente stradale chiaramente dovuto al Fattore Umano?
- quale processo di miglioramento si ritiene necessario e coerente per la normativa in vigore ai fini di ridurre la frequenza di errori dovuti al Fattore Umano?

## BIBLIOGRAFIA

- [1] PIARC-AIPCR TECHNICAL COMMITTEE ON ROAD SAFETY (C13), *Road Safety Manual, Recommendations from the World Road Associations (PIARC)*, World Road Association PIARC-AIPCR, 2003
- [2] Della Valle G. / ELASIS (2006), *La componente veicolo nella sicurezza stradale*, atti del II WORKSHOP NAZIONALE Osservatori degli incidenti stradali: dai dati alle azioni, Arezzo, 12-13 Ottobre 2006
- [3] Noland R.B., *Traffic fatalities and injuries: the effect of changes in infrastructure and other trends*, 2003, *Results strongly refute the hypothesis that infrastructure improvements have been effective at reducing total fatalities and injuries*
- [4] Hauer E., *Cause and effect in observational cross-section studies on road safety*, [http://ca.geocities.com/hauer\\_rogers.com](http://ca.geocities.com/hauer_rogers.com), 2005; con critiche e valutazioni sui risultati di Noland R.B. (2003) di cui al punto precedente.
- [5] AASHTO, *Highway Safety Manual*, 2010
- [6] MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI - ISPETTORATO GENERALE PER LA CIRCOLAZIONE E LA SICUREZZA STRADALE, *Piano Nazionale della Sicurezza Stradale, Azioni prioritarie, Allegati Tecnici*, 2002
- [7] PIARC-AIPCR TECHNICAL COMMITTEE C3.1 ROAD SAFETY, *Human factors guideline for safer road infrastructure*, Rep. N. 2008R18, World Road Association PIARC-AIPCR, 2008
- [8] Wikipedia, *Human Factors*, ([http://en.wikipedia.org/wiki/Human\\_factors](http://en.wikipedia.org/wiki/Human_factors))
- [9] Uno dei primi documenti che affronta l'argomento: Theeuwes, J., and Godthelp, J. (1992). *Self-Explaining Roads* (IZF 1992 C-8). Soesterberg, The Netherlands: TNO Human Factors Research Institute.
- [10] P. Colonna, R. Pascazio, M. Sinatra, *Sicurezza stradale e comportamento dell'utente* TRAS – Trasporti Ambiente Sicurezza, luglio-agosto 2008, pag 16 - 40
- [11] RIPCORDER-ISEREST, *Road User Behaviour Model*, SIXTH FRAMEWORK PROGRAMME. PRIORITY 1.6. Sustainable Development, Global Change and Ecosystem, 1.6.2: Sustainable Surface Transport, 2007
- [12] RIPCORDER-ISEREST, *Human Factors in Road Design. State of the art and empirical evidence*, SIXTH FRAMEWORK PROGRAMME. PRIORITY 1.6. Sustainable Development, Global Change and Ecosystem, 1.6.2: Sustainable Surface Transport, 2006
- [13] US Department Of Transportation FHWA, *Human Factors Literature Reviews on Intersections, Speed Management, Pedestrians and Bicyclists, and Visibility*, PUBLICATION NO. FHWA-HRT-06-034, Research, Development, and Technology/Turner-Fairbank Highway Research Center/ 6300 Georgetown Pike / McLean, VA 22101-2296 (2006)
- [14] National Cooperative Highway Research Program TRB, *REPORT 600A, Human Factors Guidelines for Road Systems / Collection A: Chapters 1, 2, 3, 4, 5, 10, 11, 13, 22, 23, 26*, TRANSPORTATION RESEARCH BOARD, WASHINGTON, D.C., 2008

- [15] National Cooperative Highway Research Program TRB, *REPORT 600B, Human Factors Guidelines for Road Systems / Collection B: Chapters 6, 22 (Tutorial 3), 23 (Updated)*, TRANSPORTATION RESEARCH BOARD, WASHINGTON, D.C., 2008
- [16] National Cooperative Highway Research Program TRB, *Comprehensive Human Factors Guidelines for Road Systems, Web-Only Document*, 2005
- [17] Beirness, D., *Do we really drive as we live? The role of personality factors in road crashes. Alcohol, Drugs and Driving*. 9, 126–143, 1993.
- [18] Carsten, O. (2002). Multiple perspectives, *Human Factors for Highway Engineers*, 11-22, Edited by Fuller & Santos, Pergamon, Elsevier Sciences.
- [19] Fuller, R., Santos, J.A (2002), Psychology and the highway engineer. *Human Factors for Highway Engineers*, 1-10, Edited by Fuller & Santos, Pergamon, Elsevier Sciences.
- [20] Psarianos, B. (2005), *Strategic road safety policies and research needs in Europe and The United States of America. Advances in Transportation Studies*, VII(A); 5-22.
- [21] Summala, H., *Traffic psychology theories: towards understanding driving behavior and safety efforts. Theory and application*, 383-394. Elsevier. 2005.
- [22] Wickens, C.D., Hollands, J.G, (2000), *Engineering psychology and human performance* (3rd edit). Prentice Hall, New Jersey.
- [23] Lamm, R., Choueiri, E.M., Parianos, B., Soilemezoglou, G. *A practical safety approach to highway geometric design. International case studies: Germany, Greece, Lebanon and the United States*, paper presented at the *International symposium on highway geometric design practices*, Boston, Massachusset. 1995.
- [24] Lamm, R., Mailaender, T., Psarianos, B. (1999), *Highway Design & Traffic Safety Engineering Handbook*, McGraw Hill.
- [25] Allen, R.W., Rosenthal, T.J., Aponso, B.L., Klyde, D.H., Anderson, F.G., Hougue, J.R., Chrstos, J.P. (1998), *A low cost PC based driving simulator for prototyping and Hardware-in-the-Loop Applications*, SAE (Society of Automotive Engineers) paper 98-0222, Warrendale, PA.
- [26] Bella, F., *Driving simulator for speed research on two-lane rural roads*, *Accident Analysis and Prevention*, 40 (2008) 1078-1087.
- [27] Bella, F., *Effects of the driver perception of combined curves on speed and lateral placement. Proceedings of the 85th Annual Meeting TRB*. Washington, January 22-26, 2006.
- [28] Benedetto, A., Benedetto, C., De Blasiis, M.R., *A driving simulator based integrated approach for road geometry validation: an assessment of the road safety standards. Proc. VII Intern. Conf. on Application of Advanced Technology in Transportation* (ASCE), Cambridge Massachusset., USA, 2002.
- [29] Benedetto, A., Benedetto, C., De Blasiis, M.R. (2004), *A new effective approach to accidents prediction to improve roads' design and rehabilitation. Advances in Transportation Studies*, IV(A), 5-32.
- [30] Benedetto, A., Calvi, A., D'Amico, F., Zakowska, L., *The Effect of Curve Characteristics on Driving Behavior: a Driving Simulator Study. Proceedings of the 88th Annual Meeting TRB*. Washington, January 13-17, 2009.

- [31] Benedetto, A., De Angelici, A., Di Renzo, D., Guerrieri, F., Markham, S. (2002), *About the standards of a driving simulation for road engineering: a new approach. Proc. VII Intern. Conf. on Application of Advanced Technology in Transportation (ASCE)*, Cambridge Massach., USA.
- [32] Benedetto, C., De Blasiis, M.R., Benedetto, A. (2003), *Driving simulation based approach for quality control of road projects. Advances in Transportation Studies*, I(B), 86-96.
- [33] Calvi, A., D'Amico, F., Zakowska, L., *Advanced simulation methods in solving interdisciplinary problems of planning and designing the transport space. The hearth of the city*. 24-25, 2008, Cracovia.
- [34] Bella, F., *Validation of a driving simulator for work zone design. TRR: Journal of the TRB* n. 1937 pp. 136-144, 2005.
- [35] Törnros, J. (1998), *Driving behaviour in a real and a simulated road tunnel – a validation study. Accident Analysis and Prevention*, 30 (4), 497-503.
- [36] Benedetto, A., Benedetto, C., De Blasiis, M.R. (2004), *Reliability of standards for safe overtaking: advances using real time interactive simulation in Virtual Reality. Proc. 82 TRB Annual Meeting, Washington D.C., USA.*
- [37] Benedetto, A., Benedetto, C., De Blasiis, M.R., *Evaluation of reaction time in virtual reality environment for road safety increasing. Proc. 3rd International Conference on Traffic and Transport Psychology*. Nottingham, UK. 2004.
- [38] Benedetto, A., Calvi, A., D'Amico, F., De Blasiis, M.R. (2005), *Advanced and effective indicator for road risk assessment. Proc. International Conference Road Safety in 4 Continents RS4C*, Warsaw.
- [39] Benedetto, A., Sant'Andrea, L.V., *Road safety evaluation using a driving simulation approach: overview and perspectives. Advances in transportation studies. Special issue*, 9-22. 2005.
- [40] Benedetto, C. (2004), *Comment to "Levels of service and road traffic accident rate". Advances in transportation studies*, III(B),95-96.
- [41] Benedetto, C., *Il progetto della strada sicura. La ricerca sperimentale in realtà virtuale*, Aracne Ed. 2002.
- [42] Benedetto, C., Benedetto, A., De Blasiis, M.R., Calvi, A., *A model for the individuation of road dependent collisions. 2008 International Symposium on Safety Science and Technology*, Beijing, Cina, 2008.
- [43] Benedetto, C., Calvi, A. *Driver's perceived discomfort and road safety. Advances in Transportation Studies*, XIV, 2008.
- [44] Calvi, A., D'Amico, F., *Quality control of road project: identification and validation of a safety indicator. Advances in transportation studies*. IX(A), 47-66. 2006.
- [45] Benedetto, C., De Blasiis, M.R., Calvi, A. *Risk of vehicle rear end collision in function of traffic flow. Proc. International Conference Road Safety and Simulation*, 7-9 Novembre 2007, Roma.
- [46] Benedetto, C., De Blasiis, M.R., *Verifica sperimentale della variabilità della soglia soggettiva di rischio per la manovra di sorpasso in funzione della densità veicolare. Proc. Convegno SIIV, Padova*, 2003.
- [47] Calvi, A., *Risk assessment for road accident prevention. Proc. 2006 International Symposium on safety science and technology*, Changsha, China, 2006.
- [48] PIARC-AIPCR TECHNICAL COMMITTEE C3.3 ROAD TUNNEL OPERATION (2008), *Human factors and road tunnel safety regarding users*, Rep. N. 2008R17, World Road Association PIARC-AIPCR
- [49] D.M. n. 6792 05.11.2001 e s. m.i., *Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade*

- [50] CHRISTENSEN, SAETRE, BECKMAN (1993), *Tunnel fear. A descriptive investigation of the psychological aspects of driving in tunnels*, Nordisk Psykologi, vol 45, pp305-310
- [51] WORMS (2006), *Human behaviour influencing tunnel safety*, *Safety and Operation of Road Tunnels Seminar*, San Juan, Argentina
- [52] Beirness, D., *Do we really drive as we live? The role of personality factors in road crashes*. Alcohol, Drugs and Driving. 9, 126–143, 1993.
- [53] Carsten, O. (2002)., *Multiple perspectives. Human Factors for Highway Engineers*, 11-22, Edited by Fuller & Santos, Pergamon, Elsevier Sciences.
- [54] Fuller, R., Santos, J.A (2002), *Psychology and the highway engineer. Human Factors for Highway Engineers*, 1-10, Edited by Fuller & Santos, Pergamon, Elsevier Sciences.
- [55] Psarianos, B. (2005), *Strategic road safety policies and research needs in Europe and The United States of America. Advances in Transportation Studies*, VII(A); 5-22.
- [56] E. Ronchi, D. Alvear, N. Berloco, J.Capote, P. Colonna, A.Cuesta (2010), *Human Behavior in Road Tunnel Fires: Comparison between Egress Models (FDS+Evac, STEPS, PathFinder)*. Proceedings of the Conference INTERFLAM2010 (pp. 837-848), Nottingham (UK)
- [57] Direzione Centrale Progettazione ANAS, *Linee Guida per la Progettazione delle Gallerie Stradali secondo la Normativa Vigente* (II Ed. 2009).
- [58] Fahy R., Proulx G. (2005), *Guide for evaluating the predictive capabilities of computer egress models*, NIST Report GCR 06-886.

## CAPITOLO 4

### LE ZONE DI TRANSIZIONE A PROTEZIONE DEI TRATTI URBANI APPARTENENTI ALLA VIABILITÀ EXTRAURBANA

#### 4.1 INTRODUZIONE

La conformazione insediativa nazionale è storicamente caratterizzata da centri urbani di piccola entità collegati tra loro da strade extraurbane (statali, provinciali) tipicamente composte da una corsia per senso di marcia, esigui margini laterali ed andamenti spesso tortuosi che si fanno più rettilinei proprio in corrispondenza dell'attraversamento degli abitati. Accade perciò che tali tipologie di strade siano percorse, anche nei tratti che ricadono in ambito urbano, con velocità non consone alle aree urbanizzate (in cui il limite legale di velocità è 50 km/h).

Il passaggio dalla viabilità extraurbana a quella urbana è di norma individuato, con finalità puramente amministrative dall'apposito segnale (cfr. figura Il 273 Art. 131 del DPR 16.12.1992, n. 495), sufficiente per il Codice della Strada ad indicare il limite di velocità. Questo si è dimostrato essere insufficiente per indurre a comportamenti di guida più appropriati.

La realizzazione di una efficace zona di transizione tra l'ambito extraurbano e quello urbano è ritenuta essere la soluzione più appropriata a questo problema.

La classifica amministrativa dei tratti di transizione non è al presente trattata da specifiche disposizioni di Legge, per cui resta incerta la definizione dello status di questi tratti di transizione per quanto riguarda le norme di circolazione in vigore al loro interno e le relative competenze alla regolamentazione.

Dal punto di vista tecnico, l'opportunità dell'inserimento di elementi di transizione in corrispondenza del passaggio di tratti stradali extraurbani a tratti che si sviluppano in ambito urbano è dimostrata da numerosi studi e rapporti reperibili in letteratura, basati anche su specifiche analisi di incidentalità. Al presente, però, non sono disponibili né a livello nazionale, né internazionale documenti normativi, cogenti o anche solo informativi, che regolino la materia, precisando i criteri con cui tali tratti vanno progettati e forniscano standard per la loro conformazione.

Il presente documento mira a fare il punto della situazione su questo aspetto dell'ingegneria stradale per la sicurezza, sottolineando con particolare enfasi le azioni che occorre mettere in campo a valle della realizzazione di ciascun specifico intervento al fine di valutarne l'efficacia. Monitorare nel tempo il funzionamento degli interventi effettuati costituisce la base conoscitiva indispensabile per giungere, si auspica, in un prossimo futuro ad un intervento normativo in materia.

Il documento completa la trattazione presentando alcuni esempi significativi di interventi effettuati in Italia.

## 4.2 LA NECESSITÀ DELLE ZONE DI TRANSIZIONE

Nel passaggio da un ambito extraurbano ad un ambito urbano, i fattori di rischio che caratterizzano una strada cambiano radicalmente in numerosità e tipologia.

Rispetto ad un ambiente tipicamente extraurbano, caratterizzato dalla costanza nel dominio dello spazio e del tempo dei parametri di riferimento che influenzano la guida (organizzazione della sezione trasversale, densità veicolare, densità chilometrica degli accessi laterali, antropizzazione dei margini ed attività correlate, interdistanza media delle intersezioni, utenze ammesse in piattaforma), l'ambito urbano presenta una intensa variabilità di situazioni di traffico e di organizzazione dello spazio stradale ed una ampia eterogeneità di utenze e di modalità d'uso della strada e delle sue pertinenze. La maggior frequenza degli accessi laterali, la maggior presenza di pedoni, la ridotta velocità dei veicoli che si immettono sulla strada, la minore attenzione prestata da coloro che frequentano la strada al traffico veicolare in transito sono soltanto alcuni degli elementi di diversità che caratterizzano la circolazione stradale in ambito urbano.

Le condizioni di moto dell'utenza veicolare cambiano di conseguenza in modo sostanziale: da condizioni di moto tipicamente uniforme, i cui parametri dipendono principalmente dai volumi di traffico presenti in carreggiata e dalle caratteristiche del tracciato e della sezione trasversale, si passa, entrando in ambito urbano, a condizioni di moto vario, con necessità di frequenti decelerazioni e di modifiche di traiettoria. Le diverse condizioni di guida sono dovute principalmente all'interazione con utenti ammessi in piattaforma non presenti in ambito extraurbano (pedoni, bambini, disabili ecc.) e con flussi veicolari conflittuali (in attraversamento nelle frequenti intersezioni, in manovra per l'uscita o l'ingresso in stalli di parcheggio, in sosta fuori parcheggio per usufruire di servizi posti a lato strada ecc.). L'organizzazione dei nostri centri abitati, spesso determinata da vicende ed esigenze lontane nel tempo, o, se di più recente realizzazione, da una scarsa attenzione alla risoluzione dei problemi legati all'interazione tra le necessità della vita del centro abitato e le necessità del traffico veicolare, complica consistentemente la situazione in quanto non offre spazi adeguati alle esigenze delle diverse utenze e non prevede elementi di riduzione delle frizioni più evidenti che nascono dal mettere a contatto funzioni disomogenee.

L'utenza stradale veicolare, fatti salvi comportamenti volutamente scorretti o anomali (dovuti questi ultimi a condizioni psicofisiche alterate), conosce in genere molto bene le differenze che caratterizzano l'ambito extraurbano da quello urbano e, soprattutto quando gli spazi sono ben caratterizzati, riconoscono l'esigenza di adottare diversi atteggiamenti alla guida, associando ai diversi ambienti attraversati specifiche aspettative di eventi possibili. L'eventualità di trovarsi di fronte, per esempio, un bambino che esce correndo da un cancello e attraversa la strada rincorrendo una palla colorata è considerata possibile e pertanto attesa in un ambito urbano, ma non lo è in un ambito extraurbano.

Di conseguenza gli utenti in ambito urbano sono preparati e predisposti a mettere in atto le necessarie manovre diversive per evitare i potenziali eventi attesi: l'attenzione viene incrementata (una maggiore concentrazione, che porta ad una maggiore velocità di elaborazione degli stimoli da parte del cervello, comporta una riduzione del tempo di percezione e reazione) e la velocità di guida viene ridotta (in questo modo aumentano, a parità di concentrazione, i tempi a disposizione per percepire gli stimoli esterni, decidere la manovra diversiva da effettuare e mandarla a buon fine).

I più grossi problemi sorgono nei tratti di passaggio da una condizione all'altra, soprattutto quando il cambiamento di ambiente non è caratterizzato con chiarezza e non viene di conseguenza riconosciuto dai guidatori. In questa ipotesi gli utenti mantengono, durante la percorrenza del centro abitato o per lo meno delle sue più esterne propaggini, lo stesso atteggiamento di guida che avevano nel percorrere il precedente tratto extraurbano di strada. Soprattutto coloro che non sono interessati allo specifico insediamento urbano ma ad uno successivo, costituendo così il cosiddetto traffico di attraversamento, tendono a mantenere le elevate velocità ed il livello di attenzione che avevano precedentemente, senza curarsi delle variazioni urbanistiche che incontrano; a volte, provenendo da tratti di strada tortuosi, i conducenti approfittano della particolare apertura del tracciato per effettuare anche manovre di sorpasso.

## LE ZONE DI TRANSIZIONE A PROTEZIONE DEI TRATTI URBANI APPARTENENTI ALLA VIABILITÀ EXTRAURBANA

Tutto ciò comporta la presenza di elevate condizioni di rischio, sottolineate dal particolare andamento dell'incidentalità in questi tratti. Secondo alcuni studi [1] nei tronchi urbani delle strade provinciali e statali si registrano valori di incidenti che sono dell'ordine del 10% di quelli totali e circa il 15% dei morti totali, con un indice di mortalità (incidenti mortali/incidenti totali) triplo rispetto alle strade comunali urbane. Per quanto attiene al rapporto con le utenze deboli, si osserva che il 10% degli incidenti per investimento di pedoni sono mortali.

Per risolvere questi problemi, la letteratura tecnica in materia è unanime nel riconoscere la necessità di interporre tra l'andamento extraurbano della strada ed il suo ingresso nell'area urbana un tratto di transizione. Questo deve essere chiaramente caratterizzato con elementi di arredo urbano in modo tale da richiamare l'attenzione dei guidatori, di far loro chiaramente percepire la diversa qualità dell'ambiente stradale nel quale stanno inoltrandosi e di favorire di conseguenza l'attivazione di quei processi cognitivi che conducono alla modifica dell'atteggiamento di guida. L'obiettivo con cui questi tratti devono essere configurati è quello di far percepire ai guidatori che cambia il tipo di eventi che essi possono essere chiamati ad affrontare e che quindi occorre prestare maggiore attenzione alle attività che si sviluppano anche ai margini della strada e ridurre consistentemente la velocità attuata.

### 4.3 DEFINIZIONE E DELIMITAZIONE DI CENTRO ABITATO

La definizione di centro abitato e la sua delimitazione è un atto formale che acquista rilevanza ai fini della applicazione di specifiche norme circolatorie e determina la relativa competenza alla regolamentazione.

L'articolo 3 del Nuovo Codice della Strada [2] definisce come "centro abitato" un insieme di edifici, delimitato lungo le vie di accesso ad esso da appositi segnali di inizio e fine. Per insieme di edifici si intende un raggruppamento continuo, anche se intervallato da strade, piazze, giardini o simili costituito da non meno di venticinque fabbricati e da aree ad uso pubblico con accessi veicolari o pedonali su strada. Alla delimitazione di centro abitato provvede il Comune con deliberazione della Giunta (art.4 del Nuovo Codice della Strada).

La delimitazione di centro abitato, come sopra definito, è finalizzata ad individuare l'ambito territoriale in cui, per le interrelazioni esistenti tra le strade e l'ambiente circostante, è necessaria da parte dell'utente della strada, una particolare cautela nella guida e sono imposte particolari norme di comportamento. La delimitazione del centro abitato individua altresì, lungo le strade statali, regionali e provinciali, che attraversano i centri medesimi, i tratti di strada che:

- a) per i centri con popolazione non superiore a diecimila abitanti costituiscono i cosiddetti "tratti interni";
- b) per i centri con popolazione superiore a diecimila abitanti costituiscono le "strade comunali".

In altri termini individua i limiti territoriali di competenza e di responsabilità tra il Comune e gli altri Enti proprietari delle strade (v. Figura 4.1).

I tratti di strade statali, regionali o provinciali che attraversano i centri abitati con popolazione superiore a diecimila abitanti, individuati a seguito della delimitazione del centro abitato, sono classificati quali strade comunali con la stessa deliberazione della giunta municipale con la quale si procede alla delimitazione medesima. Il passaggio di proprietà di una strada o di un tratto di essa al nuovo ente proprietario è oggetto di apposito verbale di consegna.

Nel caso in cui l'intervallo tra due contigui insediamenti abitativi, aventi ciascuno le caratteristiche di centro abitato, risulti, anche in relazione all'andamento planimetrico della strada, insufficiente per un duplice cambiamento di comportamento da parte dell'utente della strada, si provvede alla delimitazione di un unico centro abitato, individuando ciascun insediamento abitativo col segnale di località. Nel caso in cui i due insediamenti ricadano nell'ambito di comuni diversi si provvede a delimitazioni separate, anche se contigue, apponendo sulla stessa sezione stradale il fine del primo centro abitato e l'inizio del successivo.

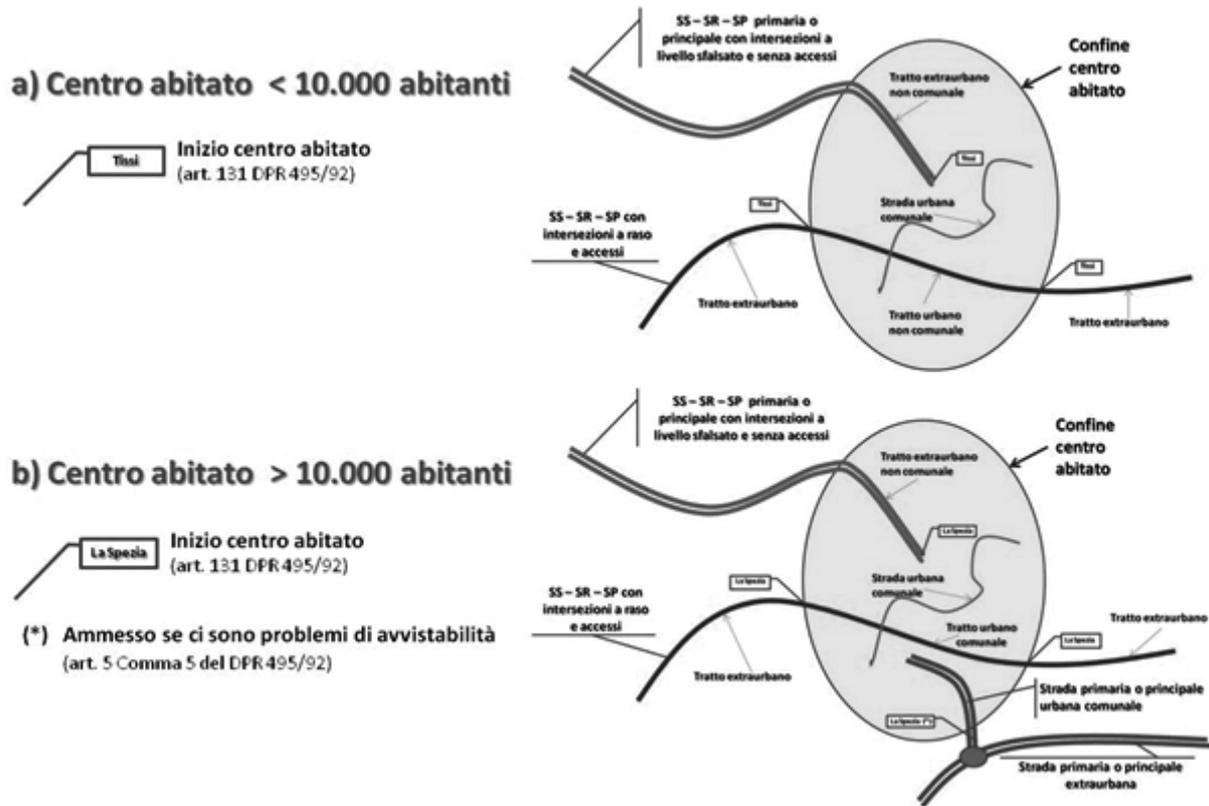


Figura 4.1: definizione di strada urbana ed extraurbana e di Ente Proprietario (art. 5 DPR 495/9) [3]

La perimetrazione del centro abitato deve essere effettuata in relazione alla situazione edificatoria esistente o in costruzione e non anche a quella ipotizzata dagli strumenti urbanistici. La individuazione e la delimitazione formale dei centri abitati, effettuata col suddetto procedimento e basata sullo stato di fatto, contribuisce a fare un po' di chiarezza anche nei confronti degli utenti della strada ai fini della percezione dell'ambito territoriale in cui stanno viaggiando. Per i tratti di transizione dall'ambito extraurbano a quello urbano non vi è una specifica classifica amministrativa, comunque dovrebbero appartenere all'ambito extraurbano.

#### 4.4 CARATTERIZZAZIONE E LOCALIZZAZIONE DEI TRATTI DI TRANSIZIONE

Una zona di transizione può essere definita, in generale, come quella porzione di strada atta ad ospitare una serie di interventi progettuali, disposti con progressività, culminante nella sezione di ingresso all'area urbana. Deve essere conformata in modo tale che l'utente della strada diretto verso l'ambito urbano sia in grado di percepire il cambiamento dell'ambiente circostante. Affinché questo avvenga, occorre che al termine del tratto di transizione si possa vedere, per esempio, l'avvicinarsi di insediamenti abitativi e/o commerciali, di luoghi di interesse e/o di relazione, la presenza di spazi destinati alla sosta dei veicoli o alla mobilità pedonale e ciclabile, di attraversamenti pedonali, di varchi che comportano la possibilità di trovare veicoli in manovra, etc.

Lungo itinerari di sviluppo notevole, con numerosi attraversamenti urbani in successione, può essere utile caratterizzare l'ingresso nelle zone di transizione mediante segni distintivi particolari, ripetuti con costanza in tutti gli ingressi ai centri abitati così da essere riconosciuti con immediatezza dagli utenti alla guida (le cosiddette "porte di accesso alla città").

Lungo il tratto di transizione sono di solito posizionati elementi di moderazione del traffico o traffic calming: la modifica della geometria dell'asse, l'inserimento di isole spartitraffico, il restringimento della carreggiata, il cambio del tipo e/o colore della

LE ZONE DI TRANSIZIONE A PROTEZIONE DEI TRATTI URBANI APPARTENENTI ALLA VIABILITÀ EXTRAURBANA sovrastruttura stradale, la disposizione di segnaletica verticale e orizzontale particolare, la piantumazione, l'illuminazione, l'arredo urbano, etc.

La Figura 4.2 riporta, a titolo esemplificativo, una sistemazione planimetrica di una zona di transizione.

La Figura 4.3 mostra, invece, un possibile scenario che si potrebbe presentare al conducente in prossimità della sezione di ingresso in area urbana.

La collocazione delle zone di transizione è particolarmente complessa e delicata in quanto occorre indurre un cambiamento di comportamento negli utenti in transito senza sorprendere gli stessi con un inatteso incremento di complessità dell'ambiente stradale, foriero di brusche manovre di modifica di traiettoria o di brusche frenate.

Il tratto di transizione, proprio perché deve indurre un cambiamento di atteggiamento alla guida, non appartiene interamente né al tratto extraurbano, né al tratto urbano. Al suo interno, infatti, il regime di circolazione non è ancora quello urbano (la velocità di percorrenza è, per esempio, in genere, superiore a 50 km/h) ma non può essere più nemmeno quello tipico extraurbano, richiedendo la percorrenza del tratto di transizione una attenzione incrementata ed un velocità ridotta rispetto a quella tipica extraurbana.

Come detto prima, inoltre, all'uscita dal tratto di transizione l'ambiente deve sicuramente presentare connotati urbani, altrimenti l'utente, costretto ad un cambiamento di comportamento senza comprenderne a pieno la motivazione, riprende, all'uscita dal tratto, l'atteggiamento di guida precedente. In questo caso, l'intervento introdurrebbe ulteriori elementi di rischio senza produrre alcun beneficio. Per questo motivo, nel fornire una definizione di tratto di transizione si è detto che esso deve "culminare nella sezione di ingresso all'area urbana".

Il tratto di transizione deve quindi essere collocato immediatamente a monte del tratto in cui l'ambiente acquisisce spiccate caratteristiche urbane, indipendentemente dal fatto che la strada in questo tratto sia amministrativamente caratterizzata come urbana o extraurbana.



Figura 4.2: esempio di sistemazione planimetrica di zona di transizione [www.wfrc.org]



Figura 4.3: possibile scenario in prossimità della sezione di ingresso in area urbana.

Ciò mette in evidenza che può non esserci contiguità tra il tratto di transizione ed il segnale di inizio centro abitato.

Se il segnale di inizio centro abitato, per motivi diversi, è posto in una sezione in cui l'ambiente non è ancora urbano (le case sono ancora sporadiche, gli arginelli della piattaforma stradale sono ancora in erba, non ci sono marciapiedi, la strada è ancora circondata da terreni coltivati ecc.), la zona di transizione va collocata a valle del segnale di inizio centro abitato, nel tratto immediatamente a monte del vero e proprio inizio dell'area urbana. In questo caso la zona di transizione ricade in un tratto in cui la strada è classificata come urbana, ma viene comunque realizzata in quanto i veicoli non riconoscendo di entrare in una zona abitata, si avvicinano alla zona di transizione a velocità ancora sostenuta, superiore al limite di 50 km/h che invece vige nel tratto. Qualora l'area urbana si dovesse espandere nel tempo, per l'avvio di nuove iniziative urbanistiche, il tratto di transizione dovrà essere via via arretrato, seguendo l'espansione dell'area urbanizzata.

Viceversa, se il cartello di inizio centro abitato effettivamente coincide con l'inizio dell'area urbanizzata, il tratto di transizione sarà posto immediatamente prima di esso e terminerà in corrispondenza della sezione ove è posto il segnale stesso. In questo caso il tratto di transizione ricade in un tratto di strada extraurbana e dovrà essere preceduto dall'apposizione di cartelli di limite localizzato di velocità, con valori progressivamente decrescenti.

In entrambi i casi, il tratto di transizione deve essere "avvistabile" da lontano, in modo tale che l'utente comprenda e decida in tempo utile di adottare un cambiamento di comportamento alla guida. La distanza alla quale la prima sezione della zona di transizione dovrebbe essere avvistabile dovrebbe rispettare il primo dei tre assiomi mediante i quali si può tener conto del fattore umano nella progettazione stradale [4], e cioè l'assioma dei 6 secondi: l'inizio della zona di transizione deve essere avvistabile da una distanza pari a quella percorsa dal veicolo in 6 secondi alla velocità di progetto del tratto (meglio sarebbe: alla velocità operativa con cui il tratto è percorso).

## 4.5 ANALISI DELLA LETTERATURA

La distinzione, all'interno dello sviluppo di una stessa strada, di diverse condizioni amministrative, gestionali e quindi comportamentali da parte dei conducenti non sempre è chiaramente intuibile, così da indirizzare un pionieristico studio [5] verso l'individuazione di alcuni indicatori e al loro confronto con dei valori di soglia per tentare di definire se un tratto di strada sia da considerare urbano o extraurbano.

## LE ZONE DI TRANSIZIONE A PROTEZIONE DEI TRATTI URBANI APPARTENENTI ALLA VIABILITÀ EXTRAURBANA

In Francia, alla fine degli anni '80, si è iniziato a dare un opportuno risalto ai problemi della sicurezza stradale urbana a seguito delle esperienze condotte su scala nazionale con il programma *Ville plus sûre* [6]. Tale programma aveva, infatti, tra le finalità quella rilevante di dimostrare come fosse possibile organizzare la coesistenza dei diversi utenti della strada ed, in particolare, integrare meglio nella vita urbana il traffico motorizzato grazie alla qualità ed al linguaggio fisico dell'ambiente stradale stesso. Le fasi successive del programma hanno esplicitato che la sicurezza stradale in aree di transizione deve passare necessariamente per l'integrazione degli approcci stradali ed urbanistici (sistemazione della piattaforma, inserimenti di alberature, zone a verde, risistemazione di aree industriali, etc.)[7].

L'European Transport Safety Council [8] individua due principi di riferimento per le zone di transizione da ambito extraurbano a quello urbano. Il primo riguarda il conseguimento della massima efficacia con l'effetto cumulato di più provvedimenti (per esempio la combinazione di restringimento di corsia e collocazione ai margini di alberi ed altri elementi verticali) introdotti con progressività lungo la zona di transizione e culminanti nella effettiva sezione di ingresso all'area urbana; il secondo riguardante la realizzazione all'interno dell'area urbanizzata di misure di moderazione del traffico atte al contenimento delle velocità.

La normativa olandese [9] prevede la possibilità di realizzare per le porte di accesso un'isola spartitraffico rialzata e la piantumazione di alberature lungo il margine.

La normativa danese [10] differenzia le porte d'accesso delle strade di scorrimento da quelle delle strade locali. Nelle strade di scorrimento sono ammesse alberature lungo i margini, rifacimento della pavimentazione, posa in opera di impianti di illuminazione e lievi restringimenti di carreggiata, mentre nelle strade locali sono ammessi anche dossi ed altri interventi strutturali.

Nelle linee guida irlandesi [11], oltre ad essere indicati quali sono i dati di base per una buona progettazione (traffico, incidentalità, velocità operative, geometria del sito), è di interesse soprattutto l'introduzione del concetto di larghezza ottica. Quest'ultima è definita come rapporto tra la larghezza della carreggiata e l'altezza degli elementi posti a margine della strada. In ambito extraurbano, infatti, le dimensioni delle carreggiate sono generalmente maggiori delle altezze degli elementi verticali che confinano la visione periferica, mentre in ambito urbano il rapporto è solitamente inverso. Poiché le velocità operative sono maggiori dove la larghezza ottica è più grande, l'impiego di elementi marginali di idonea altezza ne consente una graduale riduzione fino alla porta di accesso. Gli elementi al margine, cioè, devono essere progettati e disposti con progressività fino ad arrivare al punto in cui hanno altezza pari alla larghezza della strada ovvero in corrispondenza della porta di accesso all'abitato.

La norma svizzera [12] riguardante le velocità quale elemento fondamentale della progettazione stradale, il cui campo di applicazione sono le strade extraurbane, presta una attenzione anche alle zone di transizione tra ambito extraurbano ad urbano (in cui vige un limite massimo di velocità  $\leq 50$  km/h). A tal proposito nel caso di strade extraurbane principali e di collegamento, essa raccomanda al progettista di estendere la redazione del diagramma delle velocità ad un tronco supplementare, fino all'interno dell'area urbana, la cui lunghezza è pari allo spazio percorso alla velocità di progetto nel tempo di 10-15 secondi.

L'effetto delle porte di accesso dipende dal contesto e dalla tipologia dell'intervento. In generale è maggiore se all'interno dell'area sono attuate altre misure di moderazione del traffico. Nel Regno Unito [13, 14] si è riscontrato che la riduzione di velocità è pari a 10 km/h se la porta di accesso non è seguita da ulteriori provvedimenti nel centro abitato e sale a 15 km/h se si adottano anche altri sistemi di moderazione; inoltre, si sono riscontrate [15] riduzioni dell'ottantesimo percentile delle velocità sino a 25 km/h nel caso di porte di accesso accoppiate ad ulteriori misure di moderazione del traffico all'interno dell'abitato.

Taylor e Wheeler [16], nella valutazione dell'efficacia di nove progetti, hanno riscontrato una riduzione di velocità compresa tra 5 e 24 km/h in corrispondenza della porta di accesso ed una ulteriore riduzione di velocità tra 5 e 22 km/h all'interno del

centro abitato. In uno studio successivo esteso a 56 casi, nei progetti che prevedevano solo porte di accesso ([17] e [18]), si è riscontrata una riduzione di incidentalità all'interno dei centri abitati del 10% e degli incidenti mortali e con feriti gravi del 43%. I maggiori benefici sono stati conseguiti per i pedoni ed i ciclisti. Nei casi in cui le porte di accesso erano integrate con provvedimenti supplementari all'interno dei centri abitati (deviazioni, restringimenti, miniroatorie, dossi) si sono conseguite riduzioni di incidentalità maggiori con valori del 37% per gli incidenti con feriti lievi e del 70% per gli incidenti con morti e feriti gravi. Il Department for Transport [19] considera due condizioni nelle quali le porte di accesso possono risultare particolarmente efficaci: elevate velocità di approccio ai piccoli agglomerati urbani e centri urbani in cui il punto di inizio dell'abitato non sia chiaramente riconoscibile.

Negli Stati Uniti, è stata condotta la valutazione di due porte di accesso e cinque misure isolate di moderazione del traffico (Hallmark et al., 2007) [20]. I risultati del progetto mostrano una riduzione fino a 10 km/h delle velocità operative ed una significativa riduzione del numero di veicoli che non rispettano i limiti di velocità. In uno studio successivo Hallmark ed altri [21] verificano la efficacia in termini di riduzione delle velocità di tre tipici trattamenti europei a basso costo, cioè basati su tipo e organizzazione della segnaletica, delle porte di accesso applicati alla realtà americana. Essi trovano che l'impiego di segnaletica orizzontale costituita da barre trasversali oppure da frecce utilizzate per ridurre la larghezza della carreggiata nella direzione del centro urbano sono più efficaci, così come è l'indicazione sulla pavimentazione del limite di velocità da tenere. Essi comunque richiamano l'attenzione sul fatto che tale efficacia potrebbe variare nel tempo successivo alla loro prima installazione.

In Italia, alcuni studi hanno evidenziato una significativa riduzione dell'ottantacinquesimo percentile delle velocità con la realizzazione di porte di accesso costituite da un portale del tipo a "bandiera" posto all'inizio di un piccolo centro abitato preceduto da una zona di transizione costituita da bande sonore e segnaletica orizzontale di forma triangolare (denti di drago), quest'ultimi atti a rappresentare una riduzione virtuale della larghezza della corsia di marcia nella direzione urbana [22]. La zona di transizione ha la funzione di graduare la trasformazione dello spazio stradale, da ambiente extraurbano ad urbano, per indurre i conducenti ad adeguare la propria condotta di guida. La zona porta di accesso, costituita oltre che dal suddetto portale verticale anche da segnaletica orizzontale di tipo longitudinale per rappresentare un restringimento virtuale della corsia di marcia e strisce trasversali di colore rosso, rappresenta l'elemento di separazione di due ambienti stradali differenti. È da metter in evidenza il fatto che l'efficacia è maggiore quando le velocità non condizionate sono più elevate. In uno studio successivo [23] gli scenari inerenti interventi di due tipologie di porte di accesso - una a basso costo che prevede l'impiego della sola segnaletica e un'altra di maggiore costo basata su modifica planimetrica del tracciato per realizzare una traiettoria di deflessione - furono rappresentati con un simulatore di guida. Trattandosi di un simulatore di tipo dinamico fu possibile simulare sia la percezione visuale dell'ambiente stradale attraversato sia la sensazione cinematica del guidatore (spostamenti e rotazioni). I risultati mostrano un buon accordo tra le velocità misurate in sito e quelle simulate in realtà virtuale; inoltre risulta che con gli interventi proposti si possono raggiungere riduzioni delle velocità medie fino a 17 km/h.

Comunque c'è da dire che, sebbene la realizzazione delle porte di accesso comporti una riduzione delle velocità dei veicoli che appare essere significativa, non risulta si sia sufficientemente indagato l'effetto sulla corrispondente riduzione dell'incidentalità in ambito urbano. Taylor ed altri [24] hanno trovato che una riduzione della velocità media dell'ordine di 1 miglio/ora comporta una riduzione della frequenza degli incidenti compresa tra il 3 e 6%. La riduzione della frequenza degli incidenti è funzione del tipo di strada e della velocità media prima dell'intervento. In particolare è più alta per quelle strade urbane che sono caratterizzate da basse velocità medie del traffico veicolare, come quelle dovute per esempio a numerosi attraversamenti pedonali. In un ulteriore articolo scientifico Taylor e Wheeler [25] trovarono, come risultati di applicazione di *traffic calming* a centri abitati, che una riduzione della velocità media di 1 miglio/ora comporta una riduzione del 4% degli incidenti totali con feriti leggeri e del 10% degli incidenti con morti e feriti gravi, cioè il beneficio ottenibile è maggiore per quest'ultimi. Nello stesso articolo i suddetti autori trovano con riferimento alla velocità relativa all'ottantacinquesimo

## LE ZONE DI TRANSIZIONE A PROTEZIONE DEI TRATTI URBANI APPARTENENTI ALLA VIABILITÀ EXTRAURBANA

percentile (V85) che una riduzione di questa comporta una riduzione degli incidenti totali nei centri abitati del 10%, 14%, 32% e 47% rispettivamente per riduzioni della V85 delle seguenti entità: < 2, 3÷4, 5÷6, 7÷8 miglia /ora.

Hirst ed altri [26, 27] trovano che la riduzione degli incidenti dipende oltre che dalla velocità prima dell'intervento anche dalla tipologia dell'intervento stesso. In particolare gli interventi di ingegneria basati su di una modifica della deflessione verticale (per esempio strisce trasversali in rilievo sulla pavimentazione o dossi) comportano una riduzione degli incidenti del 44% che è pari al doppio di quella ottenuta quando si utilizzavano nel loro studio telecamere per il controllo delle velocità (22%). Gli interventi di ingegneria basati sulla modifica delle caratteristiche orizzontali (per esempio restringimenti, mini-rotatorie o chicanes) hanno mostrato una efficacia minore di quella ottenuta con le modifiche delle caratteristiche verticali ma maggiore di quella ottenuta utilizzando le telecamere, con una riduzione degli incidenti in media dell'ordine del 29%. Comunque Hirst ed altri non trovarono una specifica correlazione tra la diminuzione della velocità media e la riduzione degli incidenti quando si utilizzavano interventi di modifica della deflessione verticale. Invece per altri gli due gruppi di interventi trovarono che una riduzione della velocità di 1 miglio/ora comportava una riduzione del 4% e del 7-8% degli incidenti rispettivamente se si utilizzavano telecamere per il controllo delle velocità o si modificavano le caratteristiche planimetriche. Secondo tali autori il sopracitato modello di Taylor, contenuto in [24] e relativo alle strade con una velocità media prima dell'intervento contenuta nell'intervallo 30-35 mph, sottostima la percentuale di riduzione degli incidenti attribuibile agli effetti degli interventi di riduzione delle velocità dei veicoli soprattutto nel caso in cui siano effettuate modifiche alle caratteristiche planimetriche.

### 4.6 TIPOLOGIE DI INTERVENTI NELLE ZONE DI TRANSIZIONE

Le diverse tipologie di interventi realizzabili nelle zone di transizione sono individuabili tra gli interventi di traffic calming e solitamente distinti in tre principali gruppi secondo l'effetto che prevalentemente producono sul movimento del veicolo e/o sulle manovre. Esse sono generalmente individuate come:

- misure che comportano una modifica della deflessione verticale della traiettoria dei veicoli,
- misure che implicano una modifica della deflessione orizzontale,
- misure che comportano una ostruzione alla circolazione.

Tra le principali tipologie di interventi verticali troviamo soprattutto: dossi, speed cushions, aree rialzate (speed tables), bande rumorose e cambi della superficie della sovrastruttura stradale.

Per quanto concerne i dossi, l'intervento consiste nella realizzazione di una serie di tali elementi, opportunamente intervallati, che interessano l'intera larghezza della carreggiata che riducono la velocità generando una guida poco confortevole alle velocità superiori a quelle desiderate. Essi possono essere realizzati con forma circolare o trapezoidale. Quest'ultima ha un minore effetto negativo sui veicoli di emergenza e sui mezzi pubblici e quindi trova maggiore applicazione.

I *speed cushions* sono dei particolari dossi a forma di "cuscino" che non interessano l'intera larghezza della corsia. Essi sono usati per ridurre le velocità delle automobili senza creare disagio ai veicoli di emergenza e ai mezzi pubblici perché hanno una larghezza maggiore degli assi delle automobili ma minore degli assi dei bus. In altre parole essi sono inevitabili da parte degli automobilisti, che possono salirci con due ruote, mentre sono evitabili dai motocicli e dalle biciclette per i quali potrebbero essere oltre che fastidiosi anche pericolosi. Tali dispositivi non sono consentiti dal Nuovo Codice della Strada e dal suo regolamento di attuazione perché non occupano l'intera larghezza della carreggiata.

Le aree rialzate consistono nell'innalzamento altimetrico del piano viabile con rampe di raccordo (con pendenza, in genere, del 10%) in corrispondenza di aree da proteggere da elevate velocità oppure di attraversamenti pedonali. La lunghezza

interessata dal rialzo supera in genere quella dei normali veicoli (10-12 m), in caso contrario sono classificati dossi. Si segnalano in particolare gli attraversamenti pedonali protetti da due rialzi a monte ed a valle dello stesso e le intersezioni rialzate. La sopraelevazione della pavimentazione stradale viene adottata in strade urbane di quartiere e locali, in corrispondenza dei principali itinerari pedonali o edifici pubblici. La pavimentazione stradale viene rialzata anche in corrispondenza di accessi a strade residenziali e alle intersezioni tra strade locali.

Le bande rumorose sono sistemi di rallentamento ad effetto acustico realizzati mediante irruvidimento della pavimentazione stradale, ottenuta con la scarificazione o incisione della stessa o l'applicazione di strati sottili di materiali in rilievo. Possono altresì realizzarsi mediante particolari pavimentazioni in pietra. Generalmente sono posti trasversalmente alla strada in corrispondenza dell'approccio ad una intersezione o ad un attraversamento pedonale per avvisare gli utenti della situazione di pericolo. Possono essere utilizzati efficacemente anche per preavvisare le porte di accesso. Hanno effetto come misura di avvertimento dell'utente, ma possono creare problemi di rumorosità.

Il cambio della superficie stradale consiste nella realizzazione di zone con pavimentazione differenziata, come masselli in calcestruzzo oppure pavimentazione colorata. È un provvedimento di effetto limitato se non utilizzato in combinazione con altre misure.

I principali interventi che riguardano una modifica della deflessione orizzontale sono le deviazioni trasversali e le rotatorie.

Le deviazioni trasversali sono deviazioni orizzontali dell'asse, senza riduzione di larghezza e numero delle corsie del tracciato stradale, realizzate anche mediante l'introduzione di aiuole e isole spartitraffico. Inducono negli utenti la sensazione a distanza di "strada chiusa" in modo da indurli a ridurre la velocità di percorrenza. È generalmente necessario abbinare tali interventi ad altri accorgimenti (differenziazione dei materiali della pavimentazione, piantumazione, ecc.).

L'inserimento di rotatorie o mini-rotatorie mediante la deviazione del percorso da rettilineo a curvo, consente di ridurre sostanzialmente la velocità dei veicoli in corrispondenza delle intersezioni e di ridurre i punti di conflitto tra i flussi di attraversamento.

In merito agli interventi inerenti il restringimento della carreggiata troviamo: isole centrali e restringimento dai lati.

Le isole centrali consistono nel restringimento delle corsie della carreggiata dal lato della linea di mezzzeria mediante l'introduzione di un'isola spartitraffico. Possono essere efficacemente accoppiate agli attraversamenti pedonali fornendo a quest'ultimi un rifugio durante l'attraversamento nel caso in cui le isole siano non sormontabili. Comunque è necessario individuare degli accorgimenti che mettano in evidenza la presenza dell'ostacolo centrale (per esempio differenziazione della pavimentazione stradale e segnaletica orizzontale).

Il restringimento dai lati consiste nel restringimento delle corsie dal lato esterno della carreggiata, mediante l'introduzione di aiuole laterali o l'estensione dei marciapiedi. Possono essere realizzati sia in punti particolari dei tronchi stradali, che in corrispondenza di intersezioni ed attraversamenti pedonali. Hanno lo scopo di produrre il rallentamento dei veicoli mediante il restringimento fisico della carreggiata e la riduzione della distanza di visibilità in caso di aiuole con piantumazione. Tali restringimenti migliorano la sicurezza degli attraversamenti pedonali soprattutto in quanto aumentano la visibilità del pedone.

Oltre agli interventi sopra esposti, un contributo alla moderazione della velocità può essere fornito anche dall'adeguamento della segnaletica di avviso e dalla realizzazione di porte di accesso.

Si tratta generalmente nel primo caso di segnaletica orizzontale e verticale avente lo scopo di preavvisare gli utenti riguardo la presenza di situazioni successive differenti da quelle in precedenza incontrate.

Nel secondo caso si tratta di cambiamenti fisici e superficiali delle strade in avvicinamento ad un centro abitato. Le porte di accesso sono realizzate mediante trattamenti superficiali, consistenti nel cambio di materiale o di colore per la

LE ZONE DI TRANSIZIONE A PROTEZIONE DEI TRATTI URBANI APPARTENENTI ALLA VIABILITÀ EXTRAURBANA

pavimentazione, nell'utilizzo di piantumazioni, illuminazione ed altri arredi urbani. Le porte di accesso hanno lo scopo di fornire una netta demarcazione, visiva ed in alcuni casi uditiva, tra ambito extraurbano ed urbano, oppure tra zone consecutive con diverse caratteristiche (zone con limiti di velocità ridotti) oppure in particolari poli di attrazione di traffico pedonale, per invitare gli utenti a moderare la velocità.

In merito ai dispositivi per la mitigazione delle velocità vale la pena qui riportare quanto previsto dal Nuovo Codice della Strada [2]. Quest'ultimo prevede che si possano utilizzare come dispositivi "rallentatori di velocità" (art. 42 C.d.S. - art.180 Reg.) "su tutte le strade, per tutta la larghezza della carreggiata, ovvero per una o più corsie nel senso di marcia interessato" sistemi costituiti da "bande trasversali ad effetto ottico, acustico o vibratorio, ottenibili con opportuni mezzi di segnalamento orizzontale o trattamento della superficie della pavimentazione".

Sulle strade ove vige un limite di velocità  $\leq 50$  km/h si possono adottare dossi artificiali evidenziati mediante zebraure gialle e nere parallele alla direzione di marcia. I dossi artificiali possono essere posti in opera solo su strade residenziali, nei parchi pubblici e privati, nei residence, ecc.; possono essere installati in serie e devono essere presegnalati. Ne è vietato l'impiego sulle strade che costituiscono itinerari preferenziali dei veicoli normalmente impiegati per servizi di soccorso o pronto intervento.

Nella scelta e impiego dei dispositivi di moderazione del traffico sopra menzionati vanno considerati diversi aspetti tra cui il tipo di strada, la velocità massima consentita, le utenze interessate in termini di volumi e componenti di traffico coinvolte. Alcune indicazioni, oltre a quelle previste dal Nuovo Codice della Strada, sono contenute nelle "Linee guida per la redazione dei piani della sicurezza stradale urbana" [28] che si riportano nelle Tabelle 4.1 e 4.2.

Oltre ai citati dispositivi vanno ricordati i dissuasori elettronici di velocità. Trattasi di particolari segnali dotati di dispositivi elettronici in grado di fornire informazioni al conducente ed attirare la sua attenzione con la finalità di indurlo al rispetto dei limiti di velocità. Esistono svariati modelli da quello più semplice che indica soltanto la velocità a modelli più complessi, come i pannelli a messaggio variabile, che possono riportare oltre che la velocità altri messaggi utili alla guida. In alcuni modelli si accendono anche luci gialle intermittenti che rendono ancora più evidente l'infrazione commessa. L'uso di questi dispositivi deve però essere attentamente valutato verificandone la rispondenza alle prescrizioni del Codice della Strada.

Tabella 4.1: classificazione dei limitatori di velocità in funzione della velocità e della categoria della strada<sup>19</sup>

	Classe funzionale		
	D	E	F
	Massima velocità consentita dal codice della strada [km/h]		
Tipologie principali	< 70	< 50	< 30
1. Segnali di preavviso, bande sonore, trattamenti superficiali	X	X	X
2. Porte di accesso		X	X
3. Aree stradali rialzate, attraversamenti pedonali rialzati, speed tables		X	X
4. Dossi		X	X
5. Speed-cushions		X	X
6. Deviazioni trasversali		X	X
7. Restringimenti della carreggiata con isola centrale o salvagenti pedonali		X	X

<sup>19</sup> Per strada di tipo D, E ed F si intendono rispettivamente strade urbane di scorrimento; strade urbane di quartiere e urbane locali. Per le strade di tipo "F" la massima velocità consentita è pari a 50 km/h. In presenza di particolari caratteristiche ambientali, il sindaco, con una ordinanza, può ridurre il limite di velocità, al fine di favorire l'integrazione delle diverse componenti di traffico e proteggere gli utenti della strada più deboli.

INFRASTRUTTURE STRADALI PIÙ SICURE. FASE I: I CRITERI

	Classe funzionale		
	D	E	F
	Massima velocità consentita dal codice della strada [km/h]		
8. Restringimenti laterali della carreggiata, strozzature, prolungamenti dei marciapiedi		X	X
9. Rotatorie	X	X	X
10. Mini-rotatorie		X	X

Tabella 4.2: classificazione dei limitatori di velocità in funzione della velocità e della categoria della strada

Tipologie	TGM	
	>3000	≤3000
Tipologie principali		
1. Segnali di preavviso, bande sonore, trattamenti superficiali	X	X
2. Porte di accesso	X	X
3. Aree stradali rialzate, attraversamenti pedonali rialzati, speed tables	X	X
4. Dossi	X	X
5. Speed-cushions	X	X
6. Deviazioni trasversali	X	X
7. Restringimenti della carreggiata con isola centrale, salvagenti pedonali	X	X
8. Restringimenti laterali della carreggiata, strozzature, prolungamenti dei marciapiedi	X	X
9. Rotatorie	X	X
10. Mini-rotatorie	X	X
Tipologie derivate		
Deviazioni trasversali con pavimentazione rialzata	X	X
Restringimenti laterali della carreggiata ad una sola corsia		X
Restringimenti laterali della carreggiata ad una sola corsia con pavimentazione rialzata		X
Restringimenti laterali della carreggiata ad una sola corsia con dossi		X
Restringimenti laterali della carreggiata ad una sola corsia con deviazione trasversale		X
Restringimenti laterali della carreggiata ad una sola corsia con deviazione trasversale e pavimentazione rialzata		X
Restringimenti laterali della carreggiata ad una sola corsia con deviazione trasversale e dossi		X

È bene tener presente che, in base alle considerazioni espresse nel paragrafo 4.4, le zone di transizione sono considerate appartenenti all'ambito extraurbano ma che alcuni degli interventi esposti sono, a norma del Codice della Strada, consentiti soltanto in ambito urbano. Nel richiamare pertanto l'attenzione dei progettisti sulla necessità di rendere comunque coerenti gli interventi proposti con le prescrizioni del CdS, si auspica che tale discrasia possa essere risolta con l'esplicita introduzione nel nostro corpo normativo del concetto di zona di transizione e dei criteri da seguire nella sua realizzazione.

## **4.7 STRUMENTI DI ANALISI PER LA VALUTAZIONE DELL'EFFICACIA DEGLI INTERVENTI**

Gli interventi stradali mostrano la loro efficacia nel livello di rispondenza raggiunto rispetto agli obiettivi prefissati. In generale, tali obiettivi mirano ad indurre comportamenti di guida più corretti da parte dei conducenti, che devono essere messi in condizione di interpretare correttamente la strada per geometria, segnaletica ed altro, e, di conseguenza, attraverso la ricaduta positiva sul fenomeno incidentale locale per numerosità e severità associata.

La progettazione di un intervento stradale, ivi incluso quello inerente le aree di transizione dall'ambito extraurbano a quello urbano, implica dunque, per il progettista, l'analisi di un numero elevato di variabili che dovranno essere tutte soddisfatte al fine di garantire un risultato soddisfacente in termini di sicurezza e funzionalità. Nell'ambito della sicurezza stradale la progettazione si basa, oltre che sull'esperienza del progettista, sulla raccolta, catalogazione ed elaborazione dei dati statistici relativi all'incidentalità, sugli studi e sulle sperimentazioni di nuovi dispositivi e materiali e, recentemente, sulla possibilità di ottenere una realtà simulata sufficientemente realistica.

Nel campo della progettazione simulata di infrastrutture si possono, in genere, individuare tre gradi di definizione della applicazione delle tecnologie di creazione di ambienti virtuali con caratteristiche di complessità crescenti. Il primo livello è rappresentato dai modelli tridimensionali statici (Render) che rappresentano una sovrapposizione del progetto alla realtà esterna nella quale si inserisce. Il secondo livello è rappresentato da modelli tridimensionali dinamici che sono la naturale evoluzione dei modelli statici e sono ottenuti mediante una serie di immagini del modello unite a formare un vero e proprio filmato (ottenuto con la tecnica propria delle animazioni). Il terzo livello è quello rappresentato dalla realtà virtuale, nel senso più proprio del termine, che attualmente è applicato a qualsiasi tipo di simulazione virtuale creata attraverso l'uso del computer o avanzate strumentazioni attraverso le quali la realtà viene riprodotta interamente. Attraverso la realtà virtuale è possibile analizzare in particolare:

- la dinamica del comportamento dell'utente, senza esporlo a rischi;
- le reazioni dell'utente di fronte a scenari che riflettono scelte progettuali alternative.

Attraverso un'analisi delle alternative, eseguita per casi tipo, si può determinare la scelta che appare essere migliore tra differenti impostazioni, in considerazione dei comportamenti più sicuri che tale scelta saprà ottenere nel maggior numero di soggetti possibili.

A tal fine i simulatori di guida sono strumenti ormai abbastanza utilizzati. Il simulatore viene preferito alle normali prove su strada perché presenta molti vantaggi tra cui: il controllo dell'ambiente di prove e delle condizioni a contorno, l'efficienza, il minor costo e la maggiore facilità di gestione dei dati in opportuni database. Altro vantaggio, tutt'altro che trascurabile, è la possibilità di monitorare diverse variabili che non sarebbe facile acquisire su strada. Inoltre, mentre le condizioni dell'ambiente in cui si svolgono le prove su strada tendono a variare in modo casuale, in ambiente virtuale è possibile disporre di uno scenario che presenta le stesse caratteristiche nel tempo permettendo la ripetitività degli esperimenti. Alla luce delle considerazioni esposte, il simulatore di guida rappresenta un valido strumento anche per lo studio del comportamento dei guidatori in termini di velocità, nel passaggio dall'ambito extraurbano a quello urbano. È possibile cioè valutare dispositivi di moderazione del traffico combinati a porte d'accesso non ancora esistenti sia per studiare il comportamento dei guidatori che per scegliere tra le varie alternative progettuali.

Nell'ambito delle tecniche simulate, un'ulteriore tecnica utilizzabile per la valutazione della efficacia degli interventi nelle zone di transizione è quella di tipo microsimulativo. Contrariamente alla tecnica basata sul simulatore di guida, riprodotto la guida di un veicolo reale in uno scenario stradale virtuale, la microsimulazione consente di riprodurre dinamicamente il movimento di uno o più veicoli in funzione dell'evolversi delle condizioni del traffico, fornendo altresì i valori dei parametri della circolazione atti classicamente all'analisi quantitativa. Si ottengono in output, infatti, da un lato animazioni bi e

tridimensionali delle condizioni istantanee di esercizio della rete e dall'altro informazioni statistiche sulle velocità, i tempi di attesa, le code, i consumi, gli inquinanti. Tali modelli sono di tipo microscopico perché durante tutto l'intervallo di analisi viene simulato il comportamento di ogni veicolo attraverso algoritmi decisionali di tipo comportamentale che stabiliscono cambi di corsia, distanze tra veicoli, immissioni, sorpassi, etc.

Rispetto ai classici modelli di assegnazione macroscopici che ipotizzavano il traffico come un fluido rappresentato dalle sue caratteristiche medie (velocità e densità) ed attraversante tutti i possibili percorsi della rete, i modelli di micro simulazione ben si prestano per la progettazione di nuovi elementi infrastrutturali (strade, sistemazioni delle intersezioni con rotonde, etc.) o di nuovi dispositivi di regolamentazione (semafori, sensi unici, zone a traffico limitato, etc.) in quanto modificano i parametri caratteristici del flusso istante per istante e per diverse situazioni aggiuntive (cantieri, incidenti, emergenze, etc.). L'attuale disponibilità di software di micro simulazione rende tale approccio generalmente più accessibile per supportare le decisioni di un Ente in luogo del più costoso approccio con simulatore di guida, generalmente disponibile soltanto in centri di ricerca.

È da sottolineare che l'utilizzazione della microsimulazione per la valutazione dell'efficacia di una zona extraurbana di transizione verso l'abitato, se da un lato rende possibile rappresentare realtà molto complesse anche in presenza delle utenze deboli, dall'altro richiede un potenziamento in futuro; il che dovrebbe avvenire mediante lo sviluppo di software di nuova generazione che consentano di riprodurre il cambiamento del modello comportamentale del conducente in corrispondenza anche di elementi perturbativi singolari, come nella sezione di passaggio dall'ambito extraurbano a quello urbano.

Oltre alle più recenti metodologie sopra indicate, va ricordata comunque l'importanza delle più classiche analisi before/after. In queste viene effettuato un confronto tra la situazione precedente alla realizzazione dell'intervento con quella successiva all'intervento stesso. Il confronto può basarsi assumendo come parametro di analisi le velocità di percorrenza e/o gli incidenti stradali.

Comunque poiché i pedoni costituiscono forse la categoria più a rischio in assenza di adeguate zone di transizione tra strade extraurbane ed urbane, sarà necessario in futuro implementare metodologie ad essi maggiormente dedicate per l'analisi e la valutazione dell'efficacia degli interventi. Tali metodologie presumibilmente saranno costituite dalla integrazione dei software di microsimulazione del traffico con quelli specifici relativi alla simulazione dei processi di evacuazione dei pedoni durante scenari di emergenza nel traffico stradale.

### **4.8 CASE HISTORIES**

La moderazione della velocità appare rappresentare la soluzione che meglio permette di venire incontro alle difficoltà di percezione da parte dell'utente del passaggio da ambito extraurbano a quello urbano. Coerentemente con ciò, diversi Enti hanno realizzato tipologie di interventi lungo tronchi stradali sia in avvicinamento a centri abitati che nei tratti interni agli stessi.

Si descrivono, di seguito, gli interventi realizzati dalle Province di Brescia e Modena e dal Comune di Castel Maggiore (Provincia di Bologna).

Gli interventi realizzati dalla Provincia di Brescia sulle strade provinciali hanno riguardato sia l'accesso ad un unico centro abitato, sia, e più spesso, gli accessi a più centri abitati consecutivi, appartenenti a territori comunali diversi. Per la medesima tipologia sia del contesto insediativo sia delle condizioni di traffico gli interventi si sono susseguiti generalmente per circa 13/14 chilometri lungo una stessa strada provinciale. Ciò è stata privilegiata nella progettazione la risoluzione in primo luogo delle problematiche legate alla direttrice principale e poi a quelle locali, ove le diverse istanze fossero conciliabili. Con gli interventi proposti si è determinata una "riconoscibilità" della continuità delle caratteristiche del percorso.

## LE ZONE DI TRANSIZIONE A PROTEZIONE DEI TRATTI URBANI APPARTENENTI ALLA VIABILITÀ EXTRAURBANA

Pertanto gli obiettivi comuni a tutti gli interventi sono stati: mantenimento della fluidità del flusso in transito; riduzione della velocità veicolare; sicurezza degli utenti deboli, eliminazione o messa in sicurezza delle manovre di svolta a sinistra in corrispondenza di accessi ed intersezioni; valorizzazione e miglioramento della vivibilità dei siti in modo da migliorare la qualità dell'immagine urbana a favore della vitalità economica dei comuni. Per ottenere questi obiettivi sono stati ripetuti i seguenti interventi progettuali: porte di accesso tra ambito extraurbano ed urbano, riduzione della larghezza della carreggiata all'interno del centro abitato, attraversamenti pedonali rialzati, rotatorie compatte in ambito urbano, corsia centrale di manovra per la svolta a sinistra. In particolare l'intervento tipo previsto dalla Provincia di Brescia consiste nella realizzazione della "porta di accesso" al centro abitato a mezzo di rotatoria. Tale soluzione caratterizza in modo inequivocabile il passaggio dall'ambiente extraurbano a quello urbano, in quanto interrompe la continuità visiva del tratto extraurbano ed obbliga i conducenti a rallentare. Il completamento dello schema circolatorio con adeguato arredo dell'isola centrale e illuminazione rendono la sistemazione visibile anche di notte inducendo il conducente ad adeguare il proprio comportamento alle caratteristiche dell'ambiente cui sta per accedere. La moderazione della velocità nel tratto urbano, in modo che risulti compatibile con la sicurezza delle utenze deboli, è effettuata mediante un restringimento delle corsie di marcia. Il restringimento è tale da garantire il mantenimento di una adeguata capacità di smaltimento del flusso veicolare e di consentire il transito dei veicoli di emergenza, mezzi pubblici ed eventualmente di quelli pesanti. Il restringimento è generalmente ottenuto con uno "spartitraffico" centrale di separazione dei due sensi di marcia, realizzato in parte con una pavimentazione in masselli autobloccanti delimitata da cordoli in cemento posti a quota strada, che consente al veicolo la manovra di svolta; in parte è costituito da aiuole insormontabili onde evitare che tale spartitraffico possa essere utilizzato per il sorpasso. Alcune aiuole di separazione sono poi interrotte in corrispondenza degli attraversamenti pedonali, svolgendo la funzione dell'isola salvagente (Figura.4.4). L'intervento si completa con attraversamenti pedonali rialzati con opportuna pre-segnalazione orizzontale e verticale ed illuminazione notturna, nonché con la realizzazione di marciapiedi continui e dotati di dissuasori all'attraversamento pedonale. Per ulteriori dettagli tecnici di tale intervento, così come di altri due realizzati da tale Ente, si rimanda all'allegato. Tali interventi hanno portato ad una drastica riduzione degli incidenti, ma soprattutto ad una significativa riduzione dei feriti per incidente con conseguente indicazione di una minore gravità nella tipologia di impatto.

Gli interventi realizzati dal Comune di Castel Maggiore (Provincia di Bologna) risultano sostanzialmente in linea con quanto descritto in precedenza. Le realizzazioni principali consistono in due rotatorie poste agli estremi opposti dell'asse di attraversamento stradale del centro abitato, con funzioni di porte di accesso, opere di moderazione della velocità veicolare in ambito urbano e miglioramento delle intersezioni, realizzazione di percorsi ciclopedonali e di attraversamenti pedonali rialzati, miglioramento della riconoscibilità delle funzioni degli spazi stradali e delle situazioni di conflitto mediante l'impiego nelle sovrastrutture stradali di materiali aventi specificità e tradizioni locali (Figura .4.5).

Con gli interventi realizzati nel centro abitato di Castel Maggiore (Provincia di Bologna) si è registrata una diminuzione degli incidenti di circa il 37%, ma soprattutto una diminuzione della gravità degli incidenti; occorre comunque tener conto della imprecisione che potrebbe influenzare il dato di cui sopra, in quanto non rapportato ai dati dei transiti e influenzato dalle diverse condizioni strutturali e di sviluppo del territorio che nel quinquennio di riferimento (2003-2007) si sono determinate.

Anche la Provincia di Modena ha realizzato interventi volti a migliorare la mobilità lungo l'itinerario che collega il territorio bolognese con la cittadina di Spilamberto. In particolare sono state realizzate intersezioni a rotatoria ed, in ambito urbano, opere volte a razionalizzare le manovre di accesso alle proprietà laterali ed a separare la mobilità ciclopedonale da quella veicolare.

In merito agli accessi privati presenti lungo la strada provinciale (S.P. 16) è stata realizzata una strada pubblica di servizio parallela all'asse della strada provinciale, per lo più a senso unico di marcia (Figura 4.6)

## INFRASTRUTTURE STRADALI PIÙ SICURE. FASE I: I CRITERI



Figura 4.4: esempio tipo di intervento realizzato dalla Provincia di Brescia su una strada provinciale che attraversa un centro abitato.



Figura 4.5: esempio di intervento realizzato dalla Città di Castel Maggiore (Provincia di Bologna) su due strade provinciali che si intersecano all'interno del centro abitato



Figura 4.6: esempio di intervento realizzato dalla Provincia di Modena lungo l’asse di collegamento tra il territorio bolognese e la cittadina di Spilamberto.

Vale la pena sottolineare anche che, nella scelta dei suddetti interventi, è stata verificata la possibilità far precedere la rotonda da un’altra tipologia di intersezione posta nelle immediate vicinanze. I risultati basati sulla tecnica della microsimulazione da traffico hanno mostrato l’efficacia, per lo smaltimento dei flussi di traffico, della soluzione costituita da una rotonda e da una intersezione a T rispetto ad altre soluzioni. Con i suddetti interventi, si è stimata una riduzione dell’incidentalità del centro abitato di quasi il 50%, dato da prendere con cautela, vista la contemporanea presenza di altri lavori in corso sullo stesso asse stradale.

Per ulteriori dettagli sugli interventi della Provincia di Bologna e di Modena si rimanda all’allegato.

Alla luce delle considerazioni sopra esposte si può, in sintesi, affermare che con i descritti interventi si potrebbe tendere al raggiungimento nei centri abitati ad una significativa riduzione dell’incidentalità.

## 4.9 SCELTA DEGLI INTERVENTI

L’intervento da realizzare è tanto più accurato nella scelta e nell’effetto conseguito quanto più è approfondita la conoscenza dei luoghi, delle caratteristiche della circolazione e del fenomeno incidentale. Come indicato nel programma per la verifica di sicurezza delle strade [29], per le strade esistenti il sopralluogo visivo da parte di tecnici esperti è necessario. Esso infatti consente di acquisire le informazioni sulle principali caratteristiche geometriche e di arredo funzionale e sulle caratteristiche del deflusso che più direttamente influiscono sull’incidentalità.

La scelta della tipologia di interventi dipende, quindi, innanzitutto dalle criticità individuate nelle zone di transizione dall’ambito extraurbano a quello urbano, di conseguenza i criteri da seguire per la scelta delle più appropriate contromisure devono tener conto della:

- tipologia di interventi che possono avere un significativo effetto sugli scenari degli incidenti prevalenti;
- efficacia dei precedenti interventi nella riduzione della frequenza e della severità degli incidenti;

## INFRASTRUTTURE STRADALI PIÙ SICURE. FASE I: I CRITERI

- eventuali effetti negativi associati alla loro realizzazione;
- costi e benefici (in termini di riduzione del costo sociale commisurato al potenziale miglioramento della sicurezza).

Quindi al fine di definire le priorità di intervento, si potrebbe delineare un iter procedurale del tipo che segue:

- stima dell'incidentalità in assenza dell'intervento e del relativo costo sociale;
- stima del costo di realizzazione dell'intervento;
- stima della potenziale riduzione del numero e severità degli incidenti a seguito dell'intervento;
- calcolo della riduzione del costo sociale di incidentalità a seguito dell'intervento, confrontato con il costo di intervento per dimostrarne l'opportunità economica e sociale.

La stima degli incidenti in assenza degli interventi può essere effettuata sulla base dei dati degli incidenti resi disponibili dagli organi competenti e dovrebbe essere basata su un monitoraggio finalizzato ad individuare un campione di dati statisticamente significativo, comunque almeno relativo al quinquennio precedente; il costo sociale dell'incidentalità può essere effettuato utilizzando costi unitari standard ed, infine, attraverso un computo metrico, viene calcolato il costo di realizzazione dell'intervento previsto in progetto.

La stima della riduzione degli incidenti può essere fatta sulla base di fattori di modificazione dell'incidentalità e modelli predittivi. I fattori di modificazione dell'incidentalità, espressi come variazione percentuale dell'incidentalità rispetto a quella precedente l'intervento, sono relativi soltanto ad una specifica categoria di intervento quale ad esempio il trattamento della sovrastruttura, la modifica della geometria e della sezione trasversale, della segnaletica orizzontale o verticale, dell'illuminazione, ecc. I modelli predittivi invece, se disponibili, consentono di stimare l'effetto di interventi combinati e di mettere in luce tra le varie variabili che entrano in gioco quelle che hanno una maggiore significatività sul verificarsi dei sinistri. In alternativa una stima approssimata della riduzione dell'incidentalità può essere operata tenendo conto dell'entità della riduzione dell'incidentalità ottenuta con interventi aventi caratteristiche simili a quelle oggetto di studio, tenendo ben presente l'approssimazione dovuta alle caratteristiche del traffico e della velocità che potrebbero aver influenzato in maniera diversa l'incidentalità.

Le operazioni necessarie alla quantizzazione diretta ed indiretta dei parametri utili per la scelta della priorità degli interventi potrebbero confluire in un'analisi economica che può essere realizzata attraverso valutazioni del tipo benefici/costi o multicriteria.

Il confronto tra benefici e costi si realizza attraverso l'esame di alternative progettuali compresa anche quella di "non progetto". Infatti, in linea generale, la situazione di "non progetto" non coincide con quella attuale bensì con una situazione degradata cui si perverrebbe in assenza di interventi; d'altro canto se si dovessero adottare azioni di manutenzione sulla situazione attuale (di tipo ordinario o straordinario) si creerebbe di fatto un'alternativa con costi (di manutenzione) e benefici comunque da valutare. Definite, quindi, le alternative progettuali, la procedura valutativa si articola nelle fasi successive all'identificazione stessa dei progetti da esaminare, individuabili attraverso le già indicate stime dei costi, dei benefici nonché l'individuazione e stima degli indicatori.

L'analisi multicriteria o multi obiettivo, invece, si è andata sviluppando sulle difficoltà insite nell'analisi benefici/costi di valutare contemporaneamente più obiettivi, più criteri di giudizio senza però richiedere necessariamente la quantificazione monetaria ed in particolare tutti i benefici che un progetto produce e di cui è impossibile stimarne il valore. Ci si riferisce ai benefici che per esempio, in senso lato, attengano alla qualità della vita e che esprimono la quasi totalità dei benefici indiretti ed una buona parte di quelli diretti. Nel caso della realizzazione di un progetto di porta d'accesso, si pensi ad esempio alla riduzione dell'inquinamento atmosferico (acustico ed ambientale) grazie alla diminuzione delle velocità dei veicoli che entrano nell'area urbanizzata nonché alla diminuzione del traffico di 'attraversamento', cioè di quella utenza non

interessata all'abitato direttamente servito dalla strada teatro d'intervento bensì al territorio in generale. La semplificazione che opera l'analisi benefici/costi non riesce, inoltre, a tenere in considerazione la distribuzione dei benefici tra le diverse componenti di una collettività, non ritenendo così un valore la distribuzione dei vantaggi tra le diverse componenti sociali. Ulteriore vantaggio nell'uso dell'analisi multicriteria risiede nella trasparenza della procedura la quale prevede che, più volte, i tecnici ed i decisori politici si incontrino e si chiariscano sulle scelte da effettuare.

Analoghi criteri potrebbero essere utilizzati, oltre che per la scelta degli interventi in una data zona di transizione, qualora si volesse stabilire le priorità tra diverse zone di transizioni.

#### 4.10 MONITORAGGIO

Le modifiche geometriche e/o di regolamentazione del traffico che si possono operare nelle zone di transizione potrebbero offrire nel tempo risultati diversi in termini di efficacia. Esse necessitano, pertanto, di ben due fasi distinte individuabili in un monitoraggio prima e dopo l'intervento.

Per monitoraggio prima dell'intervento si vuole intendere l'osservazione per un opportuno periodo del fenomeno incidentale, delle caratteristiche del traffico, della velocità di percorrenza, della presenza di linee di trasporto pubblico e relative fermate, di poli attrattori di traffico, etc. La finalità è quella di fornire tutte le informazioni necessarie per poter progettare l'intervento e/o eventuali alternative da sottoporre poi al decisore politico.

Il monitoraggio dopo l'intervento ha, invece, due principali finalità: controllo dell'efficacia dell'intervento e mantenimento della corretta funzionalità dello stesso. Il controllo dell'efficacia di un intervento si può realizzare, per esempio, attraverso il rilievo di parametri necessari per tecniche di verifica, come, per esempio, quella *before/after*, facendo comunque attenzione a non incorrere in semplificazioni superficiali e inaccettabili dovute per esempio a fenomeni di regressione della media, variazione dei volumi di traffico o di altre condizioni al contorno, ecc. In ogni caso, i parametri oggetto del monitoraggio andrebbero rilevati:

- nella strada extraurbana interessata, per avere una panoramica più estesa dell'area di intervento;
- nella zona di transizione e nella zona porta, per la valutazione della risposta diretta all'intervento;
- nell'abitato, al fine di valutare le ricadute esterne alla realizzazione della porta d'accesso. Vale a dire, per esempio, la diminuzione degli incidenti legata ad un'effettiva diminuzione delle velocità di percorrenza e/o la diminuzione del traffico non interessato all'abitato, cioè quello di attraversamento, che pertanto preferisce un percorso alternativo in cui operare uno stile di guida meno condizionato.

Tutti i parametri oggetto del monitoraggio sarebbero, inoltre, da rilevare nel breve periodo (per esempio 1 mese) all'atto, cioè, dell'entrata in vigore del dispositivo al fine di verificare la risposta immediata dei conducenti per valutare eventuali dannosi effetti sorpresa nel caso in cui la segnaletica d'informazione non risultasse sufficiente; nel medio periodo (per esempio 6 mesi) al fine di valutare se, con il sopraggiungere dell'abitudine anche alla modifica apportata, il conducente riprenda uno stile di guida non appropriato; nel lungo periodo (per esempio 1 anno o più anni) al fine di valutare il perdurare, comunque, di una maggiore attenzione dell'utenza alla variazione di ambiente stradale attraversato.

Il mantenimento in corretto funzionamento dell'intervento, implica la necessità di verificare periodicamente, per esempio, lo stato della segnaletica sia verticale che orizzontale, delle pitturazioni, delle pavimentazioni prescelte, nonché di eventuali apparecchi tecnologici presenti. Ciò al fine di verificare la necessità di ripristinarne le caratteristiche originarie per scongiurare il pericolo che il loro degrado possa negativamente influenzare l'intervento.

## 4.11 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Il passaggio dalla viabilità extraurbana a quella urbana individuato di norma solamente dall'apposito segnale (sufficiente per il Codice della Strada ad indicare il limite di velocità), si è rilevato generalmente insufficiente ad indurre comportamenti di guida più appropriati nelle aree urbanizzate.

La realizzazione di una appropriata zona di transizione tra l'ambito extraurbano a quello urbano può mitigare la rilevanza del fenomeno incidentale concentrato nei tronchi urbani intesi come prolungamenti di quelli extraurbani.

La zona di transizione è stata definita come quella porzione di strada extraurbana atta ad ospitare una serie di interventi progettuali, disposti con progressività, che creino nell'utente la percezione della giusta velocità da tenere e culminante nella sezione di ingresso all'area urbana.

L'analisi della letteratura ha dimostrato il significativo conseguimento della efficacia ottenibile in termini di riduzione delle velocità e/o del fenomeno incidentale con provvedimenti introdotti con progressività lungo la zona di transizione accompagnati da interventi in area urbana.

La valutazione dell'efficacia delle tipologie di interventi che si possono realizzare nelle zone di transizione, generalmente individuabili in misure che comportano una modifica della deflessione verticale e/o orizzontale della traiettoria dei veicoli e misure che comportano un'ostruzione alla circolazione, può essere fatta con strumenti di analisi che principalmente si identificano nel simulatore di guida oppure nell'utilizzo della tecnica della microsimulazione, in alternativa la classica analisi *bifore/after* può essere anche utilizzata.

I criteri analizzati per la scelta della priorità degli interventi in una zona di transizione o tra zone di transizione diverse appaiono indicare una preferenza per l'analisi multicriteria rispetto a quella benefici/costi. Comunque, l'intervento una volta scelto e realizzato deve essere monitorato al fine di controllarne la sua efficacia nel tempo.

I *case histories* esaminati per la realtà italiana appaiono mostrare che con gli interventi effettuati si raggiunge una significativa riduzione degli incidenti in ambito urbano.

La realizzazione di zone di transizione in ambito extraurbano è senz'altro importante per il raggiungimento di una significativa riduzione dell'incidentalità nell'ambito urbano a valle della zona di transizione stessa, anche se alcuni degli interventi esposti nella trattazione sono consentiti dall'attuale Codice della Strada soltanto in ambito urbano.

Il presente documento non deve essere interpretato come uno strumento definitivo, ma piuttosto di indirizzo che, anche in assenza di una specifica normativa e/o linee guida per la realizzazione delle zone di transizione, mostra che sono comunque mature le conoscenze e disponibili gli strumenti che permetterebbero una attività più efficace per il miglioramento della sicurezza stradale nei tronchi urbani delle strade extraurbane.

## BIBLIOGRAFIA

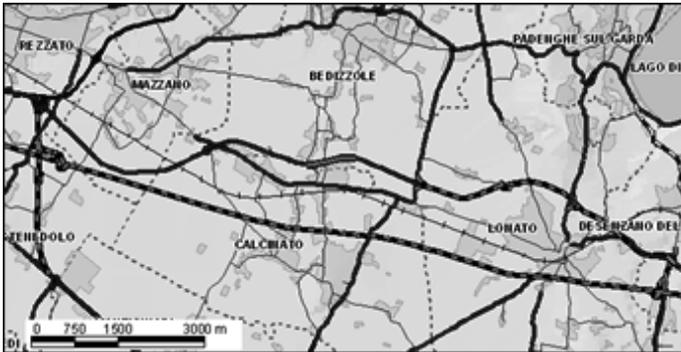
- [1] A. Montella, A. Lista, F. Mauriello, *L'incidentalità nei tratti urbani delle strade provinciali e statali*, 17° Convegno Nazionale SIV, Enna 2008.
- [2] Codice della Strada D.L.vo n.285 del 30 aprile 1992 e successive modifiche.
- [3] L. Domenichini, *Criteri per la classifica funzionale delle strade*, Ed. EGAF, 2009.
- [4] PIARC Technical Committee C3.1 Road Safety, *Human Factors guideline for safer road infrastructure*, 2008.
- [5] Colonna P., *Proposta di criteri di definizione delle strade urbane ed extraurbane*, XI Convegno S.I.I.V., Verona 28/30 novembre 2001.
- [6] CERTU, *Savoir-faire et techniques ville plus sure - Quartiers sans accidents*, 1990.
- [7] CERTU, *Les boulevards urbains: Des voies qui permettent de réconcilier vie locale et circulation*, Fiche Technique N°28 Janvier 1998.
- [8] ETSC European Transport Safety Council, *Reducing Traffic Injuries Resulting from Excess and Inappropriate Speed*,. Brussels, Belgium, 1995.
- [9] CROW, *Recommendations for traffic provisions in built-up areas*, The Netherlands, 1998.
- [10] Vejdirektoratet, *Urban traffic areas*, 1991 (ristampa in inglese del 2000).
- [11] NRA National Roads, Authority *Guidelines on Traffic Calming for Towns and Villages on National Routes*, Dublin, Ireland, 2005.
- [12] VSS Zurich, *SN 640 080b*, Norma Svizzera.
- [13] Highways Agency Design Manual of Roads and Bridges. Volume 6, Section 3, Part 5, TA 87/04. *Traffic Calming on Trunk Roads: a Practical Guide*. UK, 2004.
- [14] VISP Village Speed Control Working Group, *VISP - A Summary*. Traffic Advisory Leaflet, 1/94, UK.
- [15] DETR Department of the Environment, Transport and the Regions. *Traffic Calming on Major Roads*, UK, 2005.
- [16] Taylor M., Wheeler A., *Traffic Calming in Village on Major Roads*, Proceedings of Seminar Traffic Management and Road Safety. Loughborough. UK, 1998.
- [17] DFT Department for Transport, *Village Traffic Calming- Reducing Accidents*, Traffic Advisory Leaflet 11/00,UK, 2000.
- [18] Taylor M., Wheeler A., *Accidents Reductions Resulting from Village Traffic Calming. Proceedings of Seminar Demand Management and Safety Systems*. Cambridge, UK, 2000.
- [19] DFT Department for Transport, *Village Traffic Calming on Major Roads*, UK, 2005.
- [20] Hallmark, S.L., E. Peterson, N. Hawkins, E. Fitzsimmons, D. Plazak, J. Resler, and T., Welch *Evaluation of Gateway and Low Cost Traffic Calming Treatments for Major Routes in Small Rural Communities*, ISU Center for Transportation Research and Education 2007.
- [21] Hallmark, S.L., N. Hawkins, E. Fitzsimmons, D. Plazak, and T. Welch, *Bringing European Small Town Traffic Calming to Rural Iowa*, AAAT 2008-ID207

- [22] G. Dell'Acqua, M.L. De Guglielmo, D. Abate, A., *Lista Efficacia degli interventi di traffic calming in ambito urbano*, 17° Convegno Nazionale SIV, Enna 2008.
- [23] R. Lamberti, D. Abate, M.L. De Guglielmo, G. Dell'Acqua, T. Esposito, F. Galante, F. Mauriello, A. Montella, M. Perneti, *Perceptual Measures and Physical Devices for Traffic Calming Along a Rural Highway Crossing a Small Urban Community: Speed Behaviour Evaluation in Driving Simulator*, Annual Meeting of TRB, Washington D.C., 2009.
- [24] Taylor M.C, Lynam D.S., and Baruya A., *The effects of drivers' speed on the frequency of road accidents*, TRL Report 421, Transportation Research Laboratory, Crowthorne, 2000.
- [25] Taylor M., and Wheeler A., *Accident reductions resulting from village traffic calming schemes*, ETC Proceedings. 2000.
- [26] Hirst, W.M., Mountain, L.J., Maher, M.J., *Are speed enforcement cameras more effective than other speed management measures?. An evaluation of the relationship between speed and accident reductions*, Accident Analysis & Prevention. Vol. 37(2005), pp 731-741.
- [27] Mountain, L.J., W.M. Hirst, Maher, M.J., *Are speed enforcement cameras more effective than other speed management measures?. The impact of speed management schemes on 30 mph roads*, Accident Analysis & Prevention. Vol. 37(2005), pp 742-754.
- [28] Ministero dei Lavori Pubblici, Ispettorato Generale per la Circolazione e la Sicurezza Stradale, *Linee Guida per la Redazione dei Piani della Sicurezza Stradale Urbana*, 2001.
- [29] Ministero dei Lavori Pubblici, Ispettorato Generale per la Circolazione e la Sicurezza Stradale, *Linee Guida per l'analisi di sicurezza delle strade*, 2001.
- [30] R. Busi, L. Zavanella, *Tecniche per la sicurezza in ambito urbano – Volume III – Le normative europee per la moderazione del traffico*, EGAF, Forlì, 2003.
- [31] R. Busi, G. Maternini, S. Foini, *Tecniche per la sicurezza in ambito urbano – Volume VI – Le normative sulla progettazione stradale e l'analisi di sicurezza*, EGAF, Forlì, 2004.

## ALLEGATO 4.1

### Intervento per il miglioramento della sicurezza della tratta in attraversamento al centro abitato di Ponte S. Marco lungo la SPBS 11 “Padana Superiore” – Provincia di Brescia

#### Localizzazione dell'intervento e criticità allo stato di fatto



La tratta riqualificata, lungo la direttrice Brescia-Verona, attraversa l'abitato di Ponte San Marco per un'estesa di circa m 450 ed è classificata di tipo "E".

La componente del traffico di transito scorre lungo la variante alla SPBS 11 "Padana Superiore", a nord del centro abitato.

Le caratteristiche principali della strada che è stata oggetto di intervento sono:

1. un andamento rettilineo avente un dosso in corrispondenza dell'intersezione posta all'ingresso est dell'abitato, con problemi di visibilità per i flussi con senso di marcia verso ovest;
2. la presenza di varie intersezioni e numerosi accessi e della fermata dell'autobus;
3. pista ciclo-pedonale di larghezza variabile (m 1,60÷2,60) sui due lati con spartitraffico di m 0,70 e due corsie veicolari di m 3,75.

#### Interventi realizzati

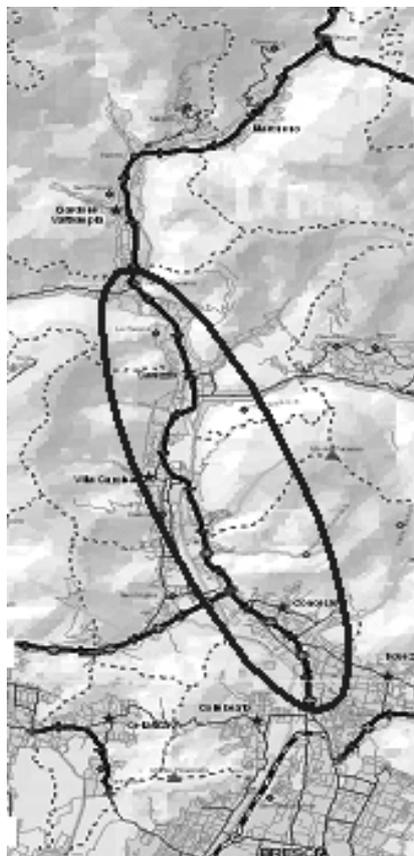


1. Realizzazione della porta di accesso est del centro abitato mediante riorganizzazione con circolazione rotatoria di intersezione a "T". Sull'estremità ovest la porta di accesso è costituita dalla presenza naturale del fiume Chiese e dal ponte stradale, oltre il quale inizia l'edificato.
2. Realizzazione della terza corsia centrale promiscua di svolta, per una estesa di circa 330 m, ottenuta mediante traslazione dell'asse stradale (circa m 2,60). La sezione tipo è costituita da corsie veicolari di 4,00 m (inclusive della striscia di margine), una corsia centrale di 4,00 m utilizzata per la svolta promiscua in corrispondenza degli accessi (nelle tratte estreme di raccordo e in quelle non interessate dalle manovre è occupata da aiuole spartitraffico in modo da impedire i sorpassi veicolari), percorsi ciclopedonali laterali di larghezza minima pari a 2

## ALLEGATO 4.2

### Intervento per il miglioramento della sicurezza della tratta urbana da Brescia a Gardone Val Trompia lungo la SPBS345 “delle tre Valli” – Provincia di Brescia

#### Localizzazione dell'intervento e criticità allo stato di fatto



La Valle Trompia, a nord di Brescia, è caratterizzata da un fondovalle ormai completamente urbanizzato, con densità insediative particolarmente elevate. La tratta riqualificata, di tipo “E”, attraversa più centri abitati per un'estesa di circa 15 km. Il traffico giornaliero supera i 40.000 veicoli, in un distretto di circa 100.000 abitanti e 8.000 imprese.

Gli elevati volumi veicolari, prevalentemente in transito e con notevole presenza di mezzi pesanti, risultano incompatibili con le caratteristiche dell'ambiente attraversato, dove le funzioni commerciali ed industriali coesistono con quelle residenziali. La promiscuità delle diverse utenze comporta un aumento del rischio di incidente: prima dell'intervento si contavano mediamente 1 incidente mortale ogni 3 km (1 morto ogni 2 km), con prevalenza di vittime tra pedoni e ciclisti (4 incidenti mortali su 6, dati 2002, precedentemente l'intervento).

La strada presenta una corsia per senso di marcia e frequenti intersezioni a raso e accessi laterali. Gli obiettivi dell'intervento sono stati quelli di:

mantenere il deflusso fluido e velocità diurne e notturne limitate su tratte estese, attraverso il cadenzamento degli interventi;

ridurre i punti di conflitto in corrispondenza di intersezioni ed accessi mediante circolazioni rotatorie (con funzione anche di “torna indietro”) e separazione delle corsie.

#### Interventi realizzati



1. Regolazione della sezione stradale con separazione fisica delle corsie opposte nei tratti di larghezza superiore a m 15,50 e con segnaletica ad alta visibilità nei tratti inferiori a 15 m.
2. Segnaletica di delimitazione a doppia corsia di m 3,50 + 3,50 per senso di marcia.
3. Regolamentazione delle svolte e delle intersezioni, realizzazione di corsie canalizzate per quelle minori regolate da semplice diritto di precedenza, verifica ed

eventuale adeguamento a cicli ottimali / differenziati per quelle regolate da impianto semaforico.

4. Riordino della segnaletica orizzontale e verticale.

LE ZONE DI TRANSIZIONE A PROTEZIONE DEI TRATTI URBANI APPARTENENTI ALLA VIABILITÀ EXTRAURBANA

5. Miglioramento della pavimentazione, della rete di smaltimento delle acque meteoriche, potenziamento della pubblica illuminazione specialmente alle intersezioni.
6. Eliminazione delle maggiori intersezioni a T o doppio T e sostituzione con intersezioni a rotatoria ad intervalli regolari, ove possibile

## ALLEGATO 4.3

### Interventi di messa in sicurezza della SPBS 572 “Desenzano – Salò” - Provincia di Brescia

#### Localizzazione dell'intervento e criticità allo stato di fatto

Il progetto interviene sul tratto dell'attuale SPBS 572 "di Salò" che va dall'intersezione tra viale Marconi (tratto urbano della SPBS 11 "Padana Superiore") e la "Mini-tangenziale" di Desenzano fino al bivio tra la SPBS 572 "di Salò" per Salò e la SPV "Cunettone – Tormini" per Tormini posto in corrispondenza della rotatoria in località Cunettone, nel territorio comunale di Salò.

Tale tratto, di lunghezza complessiva pari a circa 14,50 km, attraversa i comuni di Desenzano, Lonato, Padenghe, Moniga, Manerba e Salò e costituisce il principale asse stradale della sponda sud-occidentale bresciana del lago di Garda.

Esso pertanto riveste un ruolo strategico nell'assetto viabilistico gardesano, soprattutto in chiave turistica. Tuttavia, proprio per la natura stagionale e caratterizzata da flussi di traffico con punte d'intensità elevatissima ed episodi di congestione molto frequenti durante la stagione estiva, la SPBS 572 "di Salò" era una strada estremamente pericolosa e certamente non adeguata rispetto ai carichi veicolari attuali.

#### Interventi realizzati



Rotatoria Minitangenziale.Via S. Benedetto (Desenzano)

Il progetto mira a realizzare una soluzione viabilistica molto ben definita: tramite l'inserimento cadenzato e sistematico di intersezioni a rotatoria con distanziamento massimo di circa 700 m l'una dall'altra. Si ottiene lungo l'intera tratta un sistema integrato per il quale tutte le immissioni sulla strada statale avvengono necessariamente in mano destra e le eventuali svolte in sinistra possono essere effettuate invertendo la marcia alla prima rotatoria disponibile.

1. Sono state realizzate rotatorie con raggi interni minimi della corona circolare non inferiori a 15.00 m, con doppia attestazione (doppia corsia di immissione), con dell'anello di circolazione in rotatoria da 9.50 m di larghezza bitumata, più fascia sormontabile interna di ulteriori 2.00 m1.
2. Sono state inserite intersezioni a rotatoria con frequenza significativa che rendono impossibile, per le brevi tratte libere residue tra due successive intersezioni, il raggiungimento di velocità di punta troppo elevate e consentono la risoluzione di tutte le interferenze tra flussi di traffico antagonisti nelle intersezioni minimizzando o annullando i tempi di eventuale arresto della marcia; Sono state eliminate le svolte in sinistra con la semplice adozione di segnaletica orizzontale e verticale o con la riconformazione delle immissioni e uscite e con la costituzione di barriere fisiche centrali tra le corsie di marcia opposte, ma anche attraverso la realizzazione di intersezioni a rotatoria disposte lungo l'asse con cadenza di una ogni circa 700 m con funzione di "torna-indietro".
3. È stata realizzata una aiuola centrale di separazione dei due sensi di marcia, il restringimento delle corsie e mantenimento della larghezza necessaria all'affianco dei veicoli in caso di sosta di emergenza tramite realizzazione di una fascia sormontabile verso l'aiuola centrale con pavimentazione differenziata in masselli di calcestruzzo, la realizzazione di marciapiedi continui e dotati di dissuasori all'attraversamento pedonale e la realizzazione di attraversamenti pedonali protetti come descritto nel seguito.



5. La protezione dell'utente debole si è raggiunta attraverso la realizzazione degli attraversamenti pedonali tramite la realizzazione di isole pedonali salvagente, realizzate con cordonature non sormontabili ed opportuna pre-segnalazione orizzontale e verticale ed illuminazione notturna. In considerazione della vocazione fortemente turistica della zona i passaggi pedonali e ciclopedonali costituiscono punti di estrema pericolosità e ad elevata incidentalità. L'adozione dell'isola salvagente, di profondità non inferiore a 1.50 m per consentirvi la sosta ad eventuali portatori di handicap in carrozzella, offre inoltre il sostanziale vantaggio di consentire l'attraversamento pedonale in due tempi con riguardo ad una sola corrente di traffico per volta.

## ALLEGATO 4.4

### Interventi per il miglioramento della sicurezza lungo la SP 4 Galliera in attraversamento al centro abitato di Castel Maggiore - Provincia di Bologna

#### Localizzazione dell'intervento e criticità allo stato di fatto



Castel Maggiore è situato in Provincia di Bologna, a nord del Capoluogo; ha un territorio pianeggiante e circa 17.000 abitanti.

L'abitato di Castel Maggiore è attraversato dalla SP n. 4 Galliera (denominata, all'interno dell'abitato, via Gramsci), che incrocia al centro del paese un'altra strada provinciale, la SP n. 46 Castel Maggiore-Granarolo (denominata, nel tratto interno, via Matteotti).

Le due strade sono soggette ad un traffico notevole, una perché raccoglie quello pendolare dell'area nord della Provincia di Bologna, da e per il Capoluogo, l'altra perché collega frazioni del Comune, l'Interporto di Bologna, il casello autostradale e ospita la sede del Comune. Inoltre la recente apertura del sottopasso ferroviario ha comportato un ulteriore aumento dell'utilizzo della SP n. 46 rispetto a percorsi alternativi.

Le criticità principali da affrontare si riconducono al notevole traffico di attraversamento ed alla promiscuità dei traffici veicolare, ciclabile e pedonale.

#### Interventi realizzati

Nel periodo tra il 2003 e il 2006, sono stati effettuati una serie di interventi previsti dal Piano Generale del Traffico Urbano che hanno permesso di trasformare i due tratti di strada, indistinti nell'abitato, in una Zona 30. Sono state realizzate due rotonde agli estremi opposti dell'asse di attraversamento dell'abitato, con funzioni di porte di accesso, alcune intersezioni, opere di moderazione della velocità e percorsi ciclopedonali.

L'obiettivo era quello di permettere la riconoscibilità delle funzioni degli spazi stradali e delle situazioni di conflitto, anche attraverso l'uso di materiali coerenti con le specificità e le tradizioni locali. In particolare sono stati realizzati:

- Lavori di riqualificazione di via Gramsci (SP n. 4)– (realizzazione piste ciclopedonali delimitate, attraversamenti, rotonda a raso tra via Matteotti (SP n. 64) e via Gramsci (SP n. 4), Incrocio tra via Gramsci (SP n. 4) e via Matteotti (SP n. 46) e incrocio tra via Matteotti (SP n. 46) e via Rimembranze);
- Lavori per la costruzione della rotonda tra via Repubblica e via Galliera (SP n. 4)(accesso all'abitato provenendo da Bologna);

## LE ZONE DI TRANSIZIONE A PROTEZIONE DEI TRATTI URBANI APPARTENENTI ALLA VIABILITÀ EXTRAURBANA

In precedenza era già stata realizzata la rotatoria tra la via Gramsci (SP n. 4) e la via Vancini all'uscita dell'abitato, provenendo da Bologna.

Sulla base dei dati forniti alla Provincia di Bologna, il numero di incidenti su via Gramsci sembra essere diminuito più del 40%. Tale diminuzione sarebbe avvenuta nonostante l'aumento del traffico determinato dal progressivo sviluppo dell'urbanizzazione in corso sia su via Matteotti (SP n. 46) che su via Galliera (SP n. 4).



Rotatoria tra via Repubblica e via Galliera



Via Matteotti prima e dopo l'intervento



Via Gramsci incrocio via Matteotti, dopo l'intervento

INFRASTRUTTURE STRADALI PIÙ SICURE. FASE I: I CRITERI



Via Gramsci in corrispondenza con incrocio via Matteotti, dopo l'intervento

## ALLEGATO 4.5

### Interventi per il miglioramento della sicurezza lungo l'itinerario che collega la cittadina di Spilamberto con il territorio bolognese, attraverso la SP 16 di Castelnuovo di Rangone

#### Localizzazione dell'intervento e criticità allo stato di fatto

Spilamberto è una cittadina di circa 12.000 abitanti, situata ai piedi dell'Appennino Modenese e sulla riva sinistra del fiume Panaro, con un territorio pianeggiante, punto di incontro tra la SP n. 623 e la SP n. 16. Lungo l'itinerario, che si sviluppa da est ad ovest per circa 1,5 km attraverso l'asse viario della SP.16 di Castelnuovo Rangone, sono stati realizzati interventi volti a migliorare la mobilità veicolare e ciclopedonale; in particolare sono stati realizzati interventi puntuali sui singoli nodi della rete, mediante la realizzazione di tre intersezioni a rotatoria, nonché interventi distribuiti volti a razionalizzare le manovre di accesso alle proprietà laterali ed a separare la mobilità ciclopedonale da quella veicolare.

Le criticità principali da affrontare si riconducono alle seguenti:

- Incroci complessi e trafficati, con impianti semaforici che producono lunghe attese e rallentamenti
- promiscuità dei traffici veicolare, ciclabile e pedonale
- elevate velocità in alcuni tratti



Planimetria su CTR con individuazione degli interventi

#### Interventi realizzati



##### 1. Nodo viario fra le SP 623 e SP 16

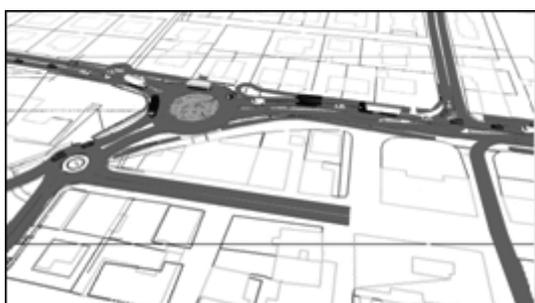
Il nodo viario è posizionato nella prima periferia nord del Comune di Spilamberto ed è punto nevralgico della viabilità pedemontana della provincia di Modena.

È infatti crocevia dei collegamenti sia sull'asse est - ovest (Bologna - Modena) in alternativa alla Via Emilia, che sull'asse nord - sud (Modena - Vignola) quale via principale di collegamento fra l'Appennino Modenese e il Capoluogo stesso. Quest'ultima

direttrice risulta particolarmente dominante in quanto su di essa è posizionato lo svincolo dell'Autostrada del Sole (A1) di Modena Sud ed è quindi interessata sia dal traffico commerciale che da quello di trasferimento per i lavoratori pendolari, fin anche dai flussi di traffico festivo.

La soluzione adottata ha comportato la sostituzione dell'impianto semaforico con una rotatoria avente diametro esterno pari a ml. 55, dimensionata a seguito di simulazione al calcolatore elettronico eseguita dal Servizio Trasporti e Viabilità della Provincia di Modena.

Tale soluzione progettuale garantisce, da un lato, una maggiore sicurezza dell'intersezione, dall'altro lato, una migliore fluidificazione delle direttrici di traffico, con il conseguente miglioramento dell'impatto sull'inquinamento ed ambientale in genere, vista la riduzione dei tempi di attesa e delle partenze da fermo. Inoltre sono stati potenziati i collegamenti per gli utenti più deboli mediante la realizzazione di attraversamenti pedonali protetti e di percorsi pedonali e ciclo-pedonali rialzati in asfalto. Infine, il progetto prevede l'installazione di una barriera acustica a protezione della Casa protetta "Roncati" ubicata in direzione del Centro Storico di Spilamberto.



Rotatoria SP. n 16/Via Tacchini

## 2. Intersezione SP. n 16/Via Tacchini

La soluzione proposta prevede la sostituzione dell'intersezione a "T" SP. n 16/Via Tacchini con una rotatoria avente diametro esterno pari a ml. 35,50, dimensionata a seguito di simulazione al calcolatore elettronico eseguita dal Servizio Trasporti e Viabilità della Provincia di Modena, sulla base di una campagna di rilievi del traffico specifica.

Inoltre l'intervento progettuale prevede l'eliminazione dell'impianto semaforico esistente e la realizzazione di corsie di accumulo per consentire unicamente le manovre di svolta a sinistra dalla SP n. 16

sulla Via Castellaro e Passetto; l'accesso alle abitazioni e alle attività lato nord sarà consentito mediante la realizzazione di una nuova strada pubblica parallela alla S.P. 16, chiusa, a senso unico di marcia in direzione ovest, quasi interamente per la sua lunghezza; da tale strada ci si potrà immettere sulla S.P. 16 poco prima della rotatoria di nuova realizzazione.

Le verifiche, eseguite in seguito alla messa in esercizio, sui tempi di attesa e le code mettono in evidenza la discreta funzionalità della rotatoria, sia in termini di livelli di servizio che di indicatori generali.



Rotatoria SP.14/SP.16  
Intersezione a T SP16 / SP1

## 3. Sistemazione con rotatoria delle intersezioni SP.14/SP.16 e percorso ciclopeditonale lungo la SP.16 in località Altolà.

Per ottenere una moderazione delle velocità di percorrenza dei veicoli in corrispondenza dell'intersezione ed al tempo stesso consentire un buon smaltimento dei considerevoli flussi di traffico presenti, si è provveduto a verificare le alternative di intervento nelle due intersezioni in oggetto. Essendo le intersezioni sfalsate di circa 100-150 metri, si è reso necessario verificare in alternativa l'introduzione di due rotatorie che funzionassero a breve distanza separatamente, oppure, inibendo alcune delle manovre consentite, che funzionassero come un'unica rotatoria o, ancora, soluzioni intermedie. Inoltre è stata verificata

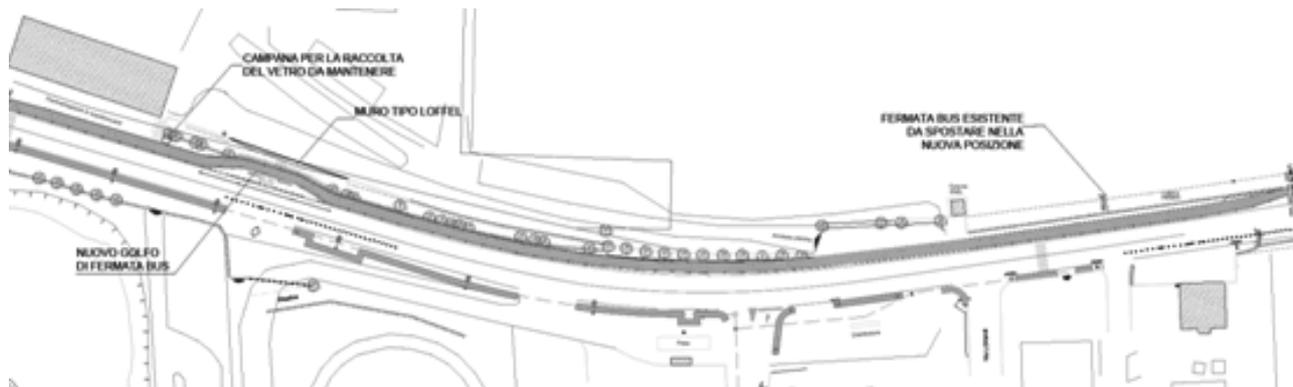
l'ipotesi di affiancare un'intersezione a T con una rotatoria. Per le analisi si è utilizzato un modello di microsimulazione della Provincia di Modena opportunamente tarato con specifici rilievi del traffico.

Quest'ultima soluzione (rotatoria tra la SP 16 e la via Graziosi ed alla ristrutturazione dell'intersezione a T tra la SP 16 -14) è risultata essere la più efficace da un punto di vista dello smaltimento della circolazione

## LE ZONE DI TRANSIZIONE A PROTEZIONE DEI TRATTI URBANI APPARTENENTI ALLA VIABILITÀ EXTRAURBANA

Geometricamente le intersezioni facilitano l'immissione lungo le direzioni che sono risultate le più sollecitate dal traffico veicolare, privilegiando i raggi di curvatura per i mezzi pesanti autoarticolati (mai inferiori a 15,00 m.).

La lunghezza delle corsie di canalizzazione è stata dettata, nella quasi totalità dei casi, da vincoli al contorno (larghezza sede stradale esistente, abitazioni, ecc.), comunque tali da garantire un buon accumulo di mezzi, in particolar modo lungo la SP 14 e la SP 16 per i mezzi provenienti da Spilamberto.



Percorso ciclopedonale lungo la SP 16 in località Altolà

