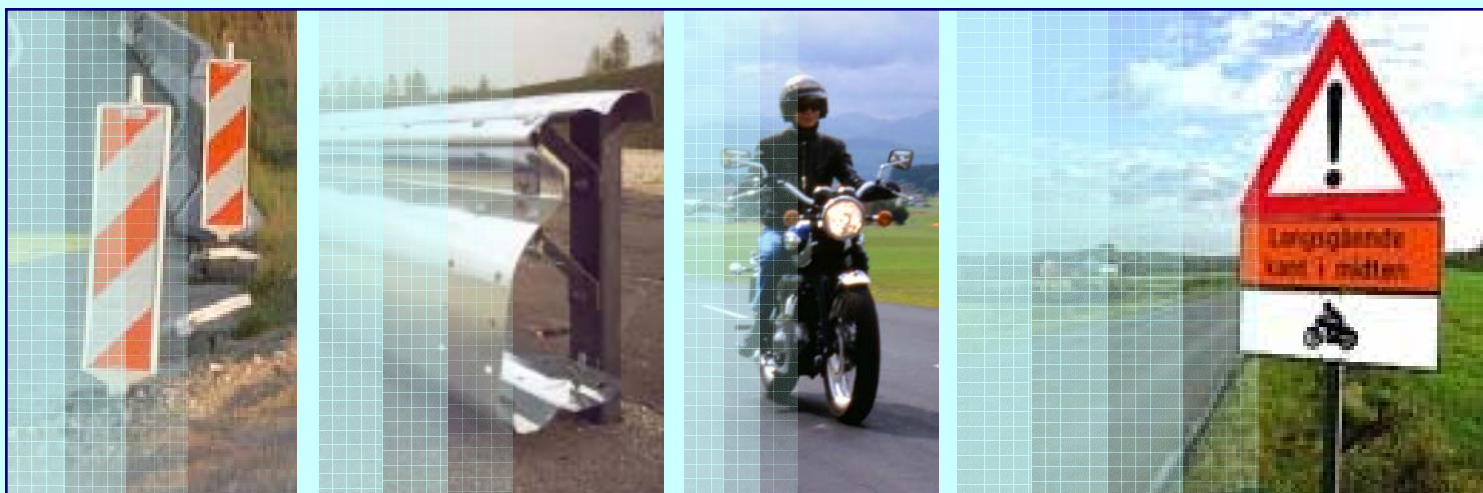


Una guida per chi progetta e costruisce le infrastrutture stradali



versione dimostrativa



Versione dimostrativa

AUTORI:

- prof. ing. Alberto Bucchi;*
- prof. ing. Giulio Dondi;*
- prof. ing. Andrea Simone;*
- ing. Cesare Sangiorgi;*
- ing. Valeria Vignali;*
- ing. Massimiliano Bragaglia;*
- ing. Margherita Marinelli;*
- ing. Francesco Grandi.*

INTRODUZIONE

Il presente volume è stato realizzato con l'obiettivo di raccogliere in un unico e semplice documento le più importanti tematiche relative alla sicurezza stradale direttamente legate agli utenti dei veicoli a due ruote ed alle loro specificità.

Esso è destinato ad un pubblico formato in primo luogo da amministratori e tecnici del settore stradale ed a loro si rivolge come strumento professionale per una progettazione consapevole dell'infrastruttura, che tenga conto delle esigenze e delle necessità di tutte le utenze presenti quotidianamente sulle strade, motociclisti compresi.

La pubblicazione completa è strutturata in capitoli che trattano, in ordine ragionato, vari temi tra loro correlati. Dapprima è presentato un excursus normativo per inquadrare gli strumenti con i quali il tecnico è chiamato a progettare; vengono poi individuate in dettaglio le metodologie di analisi della sicurezza di una infrastruttura sia essa esistente (Road Safety Review) od in fase di progettazione (Road Safety Audit); successivamente si pone l'accento sulle tecniche di rilievo dello stato di fatto dell'infrastruttura stradale per la valutazione delle sue caratteristiche geometriche e strutturali, nonché per l'identificazione dei tratti e/o dei punti singolari a minor sicurezza. Si passa quindi all'analisi degli eventi incidentali motociclistici per stabilire, tra le diverse cause, quali siano le più probabili; tra queste si sottolinea il ruolo del contatto tra pneumatico e piano viabile quale condizione di sicurezza imprescindibile per un controllo sicuro del veicolo. Lo studio prosegue, analizzando anche cosa avviene in seguito alla perdita di controllo del mezzo a due ruote: si illustrano le modalità e le conseguenze dello svio e le conseguenze derivanti dall'impatto del guidatore contro le barriere di protezione o gli elementi adiacenti alla carreggiata.

Al termine è riportato un elenco bibliografico che permette, a chi volesse approfondire alcune tematiche specifiche di reperire i riferimenti utilizzati per la trattazione dei vari argomenti.

Questa versione dimostrativa e ridotta del manuale è da intendersi come un prospetto introduttivo e divulgativo con il quale gli interessati possono prendere visione dei temi trattati e valutarne i contenuti.

In allegato è riportato l'indice integrale della guida completa.

Nella speranza di avere fatto cosa utile e gradita nel proporlo, auguriamo a tutti una buona lettura.

Bologna, Marzo 2006

Gli autori

INDICE

CAPITOLO 1: Elenco per categorie delle norme citate	<i>pag.1</i>
CAPITOLO 2: Analisi di sicurezza delle strade	<i>pag.2</i>
CAPITOLO 3: Rilievo della consistenza stradale	<i>pag.5</i>
CAPITOLO 4: Valutazione della sicurezza dei motociclisti mediante modelli di impatto	<i>pag.8</i>
CAPITOLO 5: Aderenza in campo stradale: importanza del fenomeno e particolarità dei motocicli	<i>pag.12</i>
CAPITOLO 6: Tecniche di analisi della sicurezza dei rilevati stradali per i motociclisti	<i>pag.17</i>
CAPITOLO 7: Svio dei motociclisti: sistemi di ritenuta ed elementi del bordo stradale	<i>pag.21</i>
INDICE COMPLETO	<i>pag.26</i>
BIBLIOGRAFIA PARZIALE	<i>pag.29</i>

CAPITOLO 1:

Elenco per categorie delle norme citate

1.1 Normativa per la progettazione, la costruzione e la manutenzione delle strade.	
1.2 Normativa per la progettazione, l'omologazione e la realizzazione dei dispositivi di sicurezza stradali.	
1.3 Normativa Nuovo Catasto delle strade.	
1.4 Bollettini CNR.	
1.5 Capitolati speciali d'appalto.	

CAPITOLO 2:

Analisi di sicurezza delle strade

2.1 Introduzione	<i>pag.3</i>
2.2 L'analisi preventiva della sicurezza in fase di progettazione (Road Safety Audit)	
2.3 L'analisi preventiva della sicurezza per le strade in esercizio (Road Safety Review)	
2.4 Conclusioni	<i>pag. 4</i>
2.5 Bibliografia	

2.1 Introduzione

Un problema riguardante la sicurezza stradale può essere descritto per mezzo di tre grandezze principali:

- il grado di esposizione, proporzionale al tempo trascorso sulla strada dagli utenti considerati;
- il rischio di incidente, il quale rappresenta a parità di esposizione la probabilità che, per quel determinato gruppo o insieme di utenti considerato, avvenga un incidente;
- le possibili conseguenze dell'evento incidentale.

Per rappresentare sinteticamente il problema, si può utilizzare la seguente espressione:

$$\text{Sicurezza} = (\text{Esposizione}) \times (\text{Rischio}) \times (\text{Conseguenze})$$

La gravità del problema è il prodotto di questi tre fattori.

Tenendo conto che, a parità di sinistro, le Conseguenze sono mediamente più gravi passando da veicoli a quattro ruote a quelli a due, si impongono necessariamente nuove analisi sul fattore Rischio al fine di ridurre l'incidentalità sia sulle strade esistenti, sia su quelle di nuova costruzione.

Per fare ciò è importante agire su tre fattori fondamentali (figura 1):

- l'infrastruttura, che deve essere progettata, costruita e mantenuta per offrire un livello di rischio oggettivo che sia il più basso possibile;
- i veicoli, che devono rispondere a specifici requisiti e devono essere equipaggiati in modo da non costituire pericolo per il conducente, per i passeggeri e per tutti gli altri utenti della strada;
- gli utenti, che devono rispettare le norme del Nuovo Codice della Strada e rispondere in piena responsabilità agli stimoli esterni.

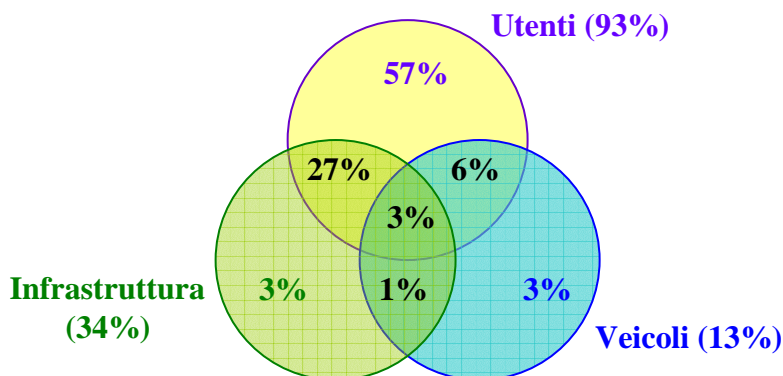


Figura 1: Fattori che influenzano la sicurezza stradale

L'incidente stradale può essere quindi la conseguenza di una o più carenze all'interno di un sistema complesso che comprende i conducenti, i veicoli e l'infrastruttura.

Numerosi studi disponibili in letteratura evidenziano che la principale causa d'incidentalità è costituita dal comportamento scorretto degli utenti. Lo studio del fattore umano e del rischio soggettivo percepito dai conducenti in relazione alla strada percorsa diventa quindi fondamentale per giungere ad una efficace progettazione della sicurezza stradale.

Per questo motivo, negli ultimi anni, si sono sviluppate numerose ricerche mirate ad individuare, in quale misura e con quali effetti, le caratteristiche geometriche della strada possono condizionare il comportamento degli utenti, i cui meccanismi di percezione, riconoscimento e decisione influenzano il rischio di incidente. L'obiettivo è la progettazione di un tracciato stradale intuitibile e leggibile per gli utenti alla guida dei veicoli (*Self Explaining Road*).

In tale ottica si inseriscono le analisi preventive di sicurezza delle strade (definite in ambito internazionale "*Road Safety Audit*", se riferite ai progetti, o "*Safety Review*", se riferite alle strade in esercizio), le quali, partendo dalle modalità con cui lo spazio stradale viene percepito, interpretato ed utilizzato dai diversi utenti, possono aiutare ad individuare la presenza in un tracciato di situazioni di rischio potenziale per la circolazione.

In particolare esse si prefiggono di:

- identificare i potenziali pericoli insiti in nuovi progetti o sulle strade esistenti in modo tale che possano essere eliminati o mitigati prima che diano luogo a punti ad elevata incidentalità;
- assicurare che i requisiti per la sicurezza di tutte le categorie di utenza siano esplicitamente considerati nella pianificazione, progettazione, costruzione, gestione e manutenzione delle infrastrutture stradali;
- ridurre il costo globale di gestione delle infrastrutture stradali, tenendo conto che, dopo la costruzione, la correzione di progetti insoddisfacenti dal punto di vista della sicurezza può essere estremamente costosa o addirittura inattuabile.

2.4 Conclusioni

È possibile confermare le potenzialità della procedura di *Road Safety Review*, la quale, consentendo di evidenziare le situazioni di rischio potenziale per la circolazione e di definire le principali ipotesi di dinamica incidentale in funzione delle problematiche del tratto stradale, si propone come un valido strumento per programmare le azioni di intervento scegliendo, fra le possibili strategie di riqualificazione, quelle più adatte a migliorare le condizioni di sicurezza.

CAPITOLO 3:

Rilievo della consistenza stradale

3.1 Premessa	<i>pag. 6</i>
3.2 Fonti	
3.3 Il rilievo	<i>pag. 6</i>
3.4 Strumenti e tecniche di rilevamento	
3.5 Archiviazione dei dati	
3.6 Raccomandazioni	
3.7 Conclusioni	<i>pag. 7</i>
3.8 Bibliografia	

3.1 Introduzione

La necessità, recepita dalla legislazione italiana (D.L. 30 Aprile 1992 n° 285, "Nuovo Codice della Strada" e seguenti modificazioni, D.P.R. 16 Dicembre 1992 n° 495, "Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada") di intervenire sul problema dell'incidentalità per eliminare i fattori di rischio, porta all'urgenza di operare con continuità sull'esistente per mantenere il manufatto stradale in condizioni ottimali e aumentarne le prestazioni di sicurezza.

Per individuare le zone ad elevata incidentalità, o comunque ritenute pericolose a causa, ad esempio, di un'errata geometria, dell'inserimento di elementi funzionali di arredo non idonei o mal posizionati, dello stato del manto stradale, etc., col fine ultimo di determinare le soluzioni più idonee per la messa in sicurezza attiva e passiva dell'infrastruttura, occorre rilevare lo stato di fatto.

A tale scopo molteplici sono le metodologie e le tecnologie a disposizione per l'acquisizione e la conservazione dei dati necessari all'integrazione delle banche dati esistenti (cartacee od informatizzate) e per la successiva implementazione di Sistemi Informativi Territoriali Stradali (SIT) attraverso cui gestire la rete infrastrutturale esistente, programmandone la manutenzione e gli interventi di ammodernamento con l'obiettivo primo della sicurezza.

3.3 Il rilievo

Accanto alle informazioni ricavate dagli archivi e dai dati incidentali, possono essere presenti le informazioni derivanti dai sopralluoghi e dalle operazioni di rilevamento attuate sia mediante il Road Safety Review, sia mediante rilievi strumentali.

Come detto, tali informazioni permettono di avere una conoscenza completa ed aggiornata della consistenza stradale, al fine di verificarne il livello di sicurezza per tutti gli utenti e di identificare i fattori di potenziale pericolo.

Si comprende l'importanza dei sopralluoghi, e quindi delle operazioni di rilievo, come metodologia per acquisire non solo dati aggiuntivi che estendano la conoscenza della consistenza stradale, ma anche che provino la veridicità dei dati esistenti. L'applicazione di moderne tecniche di gestione e manutenzione del patrimonio infrastrutturale, infatti, richiede la rapida disponibilità di dati aggiornati e georeferenziati sugli elementi significativi dell'infrastruttura. Questo compito può essere assolto utilizzando i già citati SIT. Tali sistemi sono efficaci solo se consentono rapidi aggiornamenti ed integrazioni delle informazioni in esse contenute; risulta pertanto indispensabile disporre di tecniche di rilievo speditive ed interfacciabili coi software di gestione.

Occorre pertanto prevedere, in primo luogo, la definizione dei parametri da rilevare, la descrizione delle metodologie di acquisizione e l'ottimizzazione di queste per ogni entità rilevata.

In secondo luogo, al fine di redigere una lista di raccomandazioni cui attenersi sulla base delle informazioni aggiornate derivanti dal rilievo, è necessario codificare i dati acquisiti ed organizzarli attraverso una idonea architettura hardware e software.

3.7 Conclusioni

A partire dalla necessità di creare un SIT per la gestione del patrimonio stradale nell'ottica della sicurezza attiva e passiva per gli utenti ed, in particolar modo, per risolvere le problematiche relative ai motociclisti negli scenari delle infrastrutture stradali esistenti, si rendono indispensabili nuove tecniche e tecnologie hardware e software di acquisizione e conservazione dati in grado di rendere dinamica l'attività dei tecnici preposti.

Un siffatto approccio si basa su una programmazione dei compiti suddivisa in fasi principali quali, ad esempio:

- la ricerca in archivi;
- la raccolta e comparazione dati ottenuti di incidentalità con particolare riferimento alla dinamica;
- l'analisi di sicurezza preventiva (RSR) e rilievo diretto.

In particolare, per quanto riguarda la fase di rilievo diretto, sono state descritte diverse tecniche a disposizione dei tecnici:

- rilievi aerei, eventualmente eseguiti con voli di elicotteri: gli apparecchi sono dotati di scanner laser e di GPS differenziale, integrati da una piattaforma inerziale in grado di misurare la distanza dal terreno con la massima precisione;
- immagini georeferenziate del territorio con restituzione delle ortofoto delle aree sorvolate;
- indagine puntuale per tutti gli elementi non identificabili con il volo (segnaletica verticale ed orizzontale, tombini, pozzetti etc.) eseguita per mezzo di appositi autoveicoli, i cui risultati di indagine sono interfacciati e confrontati con quelli rilevati dal volo;
- indagine puntuale della qualità della strada (stato della pavimentazione, consistenza degli strati sottostanti, verifica della funzionalità idraulica, etc.);
- elaborazione dei dati e restituzione numerica cartografica delle strade con la indicazione di tutti gli elementi accessori.

Si comprende, pertanto, l'importanza del legame tecnologia-sicurezza per il quale, l'efficacia delle tecniche di rilievo della consistenza stradale consente ai SIT di restituire informazioni georeferenziate dinamicamente aggiornabili nel tempo che, al limite, possono evolvere quotidianamente rappresentando lo stato della rete. Il numero di informazioni acquisibili su strada e consultabili sul software di gestione stabiliscono la qualità del SIT e la sua fruibilità da parte dei tecnici per la gestione diretta della sicurezza stradale. Nell'ottica dei motociclisti i parametri indispensabili per tale compito sono, tra gli altri: le condizioni di aderenza del piano viabile, lo stato e la necessità dei dispositivi di ritenuta e la collocazione degli elementi marginali alla sede stradale potenzialmente pericolosi.

CAPITOLO 4:

Valutazione della sicurezza dei motociclisti mediante modelli di impatto

4.1 Introduzione	<i>pag. 9</i>
4.2 Flusso e sicurezza	
4.3 Precedenti studi empirici	
4.4 I modelli di impatto per i motociclisti	
4.5 Conclusioni	<i>pag. 11</i>
4.6 Bibliografia	

4.1 Introduzione

In questo capitolo si è voluto analizzare il rapporto intercorrente tra flusso di traffico e sicurezza degli utenti a due ruote motorizzati (Two-wheeled Drivers TWDs) al fine di costruire delle funzioni di prestazione della sicurezza necessarie nella fase decisionale.

La frequenza e la gravità degli incidenti stradali dipendono da numerosissimi fattori fra loro correlati come ad esempio i flussi di traffico, la loro composizione e la velocità media dei veicoli.

Si cercherà in particolare di analizzare la relazione intercorrente tra la portata veicolare e la frequenza incidentale per i TWDs; ciò comporterà delle ovvie semplificazioni, ma permetterà di valutare il parametro “sicurezza” in funzione di una unica variabile indipendente permettendo così una più facile lettura dei dati incidentali.

Prima di introdurre altri concetti è fondamentale definire cosa si intende per “sicurezza” di una data “entità viaria” o di un determinato gruppo di utenti (ad esempio i TWDs): la sicurezza di una determinata entità si definisce come il numero di incidenti di un certo tipo che si presume possano avvenire su quel determinato tratto in un certo periodo, per unità di tempo.

In questa definizione piuttosto generale per “tipo di incidente” si intendono categorie fra loro anche molto differenti come: tamponamenti, incidenti isolati, incidenti con feriti, incidenti che coinvolgono motocicli, ecc. Il numero di incidenti “attesi” deve risultare indipendente da tutte le variabili fondamentali e mediato nel lungo periodo.

La locuzione “entità viaria” può significare ad esempio uno specifico tratto di strada o una determinata intersezione, un gruppo di curve aventi la stessa pendenza o lo stesso raggio od anche gruppi più specifici come l’insieme di tutte le intersezioni semaforizzate o l’insieme degli incidenti mortali che coinvolgono motociclisti.

La sicurezza di ciascun elemento può variare notevolmente nel tempo; è quindi sempre indispensabile specificare il periodo temporale di riferimento. Inoltre, per facilitare lo scambio dei dati la sicurezza è spesso espressa in termini di frequenza incidentale. Per esempio, si può definire il numero di incidenti mortali attesi in una certo tronco nel periodo 2000-2004. Per rendere più confrontabili fra di loro i dati, spesso si divide il tutto per la lunghezza complessiva del tratto in esame, ottenendo così una nuova unità di riferimento: incidenti / (anno x km). Quindi in base a questa definizione la sicurezza di un tratto o di una intersezione risulta essere un vettore di frequenze incidentali, $m_1, m_2, \dots, m_i, \dots$ una per ogni tipologia di incidente considerata.

Sarà tuttavia sufficiente parlare di un generico tipo di incidente, senza specificarlo, o meglio comprendendo in esso tutte le possibili cause, la cui frequenza incidentale attesa sarà m .

L’attenzione sarà rivolta specificatamente ai TWDs perché con un parco veicoli di circa 3 milioni e cinquecentomila mezzi, i motociclisti rappresentano appena l’8% del parco veicolare nazionale costituito da 44 milioni di veicoli, ma pagano un prezzo nella mortalità da incidente stradale di oltre il 13% e dell’11,2% fra i feriti (dati ISTAT 2001).

Ove si consideri poi la più ridotta percorrenza chilometrica, per il fermo invernale, si può constatare che l’incidentalità primaverile ed estiva fra i veicoli

motorizzati a 2 ruote, compresi i ciclomotoristi, nei fine settimana raggiunge percentuali di oltre il 50% della sinistrosità grave totale.

Facendo riferimento ai dati dell'ufficio statistico del comune di Bologna nel triennio 2002-2004 (vedi tabella 1) la gravità del problema risulta ancora più evidente.

Anno	2004	2003	2002
Numero incidenti totali	2765	2737	2842
Morti totali	32	44	42
Feriti totali	3538	3595	3763
Numero incidenti MTWs (inc. %)	1490 (54%)	1442 (53%)	1462 (51%)
Morti MTWs (inc. %)	7 (22%)	15 (34%)	12 (29%)
Feriti MTWs (inc. %)	1694 (48%)	1673 (47%)	1688 (45%)

Tabella 1: Dati incidentalità Comune di Bologna

Più della metà degli incidenti con morti e feriti vede coinvolti veicoli a due ruote e gli utenti di motocicli e ciclomotori (N.B. esclusi quindi ciclisti e pedoni) rappresentano quasi la metà dei feriti ed un terzo dei morti.

Occorre inoltre considerare che qualunque problema riguardante la valutazione della sicurezza stradale non può essere analizzato utilizzando solamente il numero di eventi incidentali.

Il problema, infatti, deve essere descritto per mezzo delle tre grandezze principali già descritte in precedenza:

1. la prima grandezza rappresenta il grado di esposizione e quindi è proporzionale al tempo trascorso sulla strada dall'utente o dalla categoria di utenti considerati;
2. la seconda grandezza è legata al rischio di incidente e quindi rappresenta a parità di esposizione se per quel determinato gruppo o insieme considerato è più o meno probabile che avvenga un incidente;
3. la terza grandezza infine è collegata alle conseguenze dell'incidente ed è quindi relativa al fenomeno incidentale quando questo è già avvenuto. Rappresenta in sintesi un indice di gravità o di severità dell'incidente stesso.

Queste tre grandezze: esposizione, rischio e conseguenze coprono i tre principali campi su cui si può operare per modificare le condizioni di sicurezza.

Un cambiamento di una di queste tre grandezze può modificare l'intera situazione.

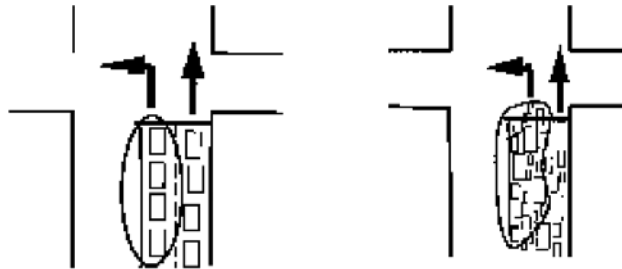


Figura 1: Descrizione delle corsie di canalizzazione nel caso di traffico omogeneo ed eterogeneo.

4.5 Conclusioni

Purtroppo, non è ancora possibile esplicitare con un unico modello o con un'unica equazione tutto ciò che attiene la complessa dinamica del fenomeno incidentale.

Spesso durante la fase decisionale o operativa si afferma: “questo tipo di infrastruttura è più sicura per i motociclisti”, “questo tipo di intervento è più utile ai fini della sicurezza delle utenze deboli”, ma assai raramente queste affermazioni sono accompagnate da una quantificazione dei vantaggi.

Le funzioni di performance descritte rappresentano un primo tassello per cercare di definire “quanto” un intervento o una infrastruttura aumenti la sicurezza per motociclisti ed altre utenze deboli.

Da queste prime analisi si può supporre che gli interventi tesi a diminuire la velocità o meglio ancora che cercano di renderla il più omogenea possibile sono da preferire rispetto a semplici interventi di miglioramento dei livelli di servizio.

Sicuramente è necessario cercare di diminuire le velocità medie ma ancora più importante risulta diminuire la differenza tra le velocità dei vari veicoli circolanti.

I riferimenti descritti rappresentano il primo passo per ulteriori e più approfondite analisi.

CAPITOLO 5:

Aderenza in campo stradale: importanza del fenomeno e particolarità dei motocicli

5.1 Introduzione	<i>pag. 13</i>
5.2 Metodi di rigenerazione dell'aderenza	<i>pag. 14</i>
5.3 Il fenomeno dell'aderenza	
5.4 Il pneumatico del veicolo a due ruote	
5.5 L'aquaplaning	
5.6 La velocità d'innescò dell'aquaplaning	
5.7 Il deflusso del velo idrico nelle zone di transizione	
5.8 Ulteriori problematiche: polveri, pavimentazioni in elementi lapidei, segnaletica orizzontale	
5.9 Prevenzione: sistemi antibloccaggio	<i>pag. 15</i>
5.10 Bibliografia	

5.1 Introduzione

Le forze necessarie al sostentamento, alla guida e alla trazione/frenatura si generano attraverso il contatto ruota-terreno. L'area di contatto è molto ridotta e, nel caso di un motociclo anche la perdita di uno solo dei punti di contatto può portare a risultati negativi per la stabilità del veicolo e la sicurezza del conducente e dell'eventuale passeggero.

La perdita di contatto tra ruota (pneumatico) e terreno avviene per mancanza di aderenza, che in prima approssimazione possiamo definire come la forza di attrito che si realizza tra il pneumatico stesso e la sede viaria. L'aderenza si genera tra la gomma del pneumatico e le asperità del conglomerato bituminoso dello strato di usura. Queste asperità previste e realizzate nel conglomerato bituminoso si possono suddividere in micro e macrorugosità. La prima riguarda la scabrezza del singolo aggregato, mentre la seconda si riferisce alle asperità superficiali intergranulari della pavimentazione stradale. La rugosità è però soggetta ad usura da parte del traffico veicolare, per cui dalla conoscenza della progettazione iniziale e dalle condizioni attuali della sovrastruttura si deve arrivare al progetto della manutenzione.

Scelte le sezioni omogenee su cui operare, la quantificazione dell'aderenza residua si può effettuare attraverso diversi indici. Il sistema dell'altezza in sabbia (CNR B.U. n° 94 del 15/10/1994) permette, ad esempio, di rilevare la macrorugosità per brevi tratti di strada; ne esiste poi una versione molto più avanzata tecnologicamente: il "Texture Meter", una macchina ad alto rendimento con misurazione in continuo che permette di ottenere il valore di HS muovendosi ad una velocità di 60 Km/h. Sotto (tabella 1) si riportano alcuni valori indicativi di HS.

HS (mm)	Macrorugosità superficiale
< 0.20	Molto fine
0.20 – 0.40	Fine
0.40 – 0.80	Media
0.80 – 1.20	Grossa
> 1.20	Molto grossa

Tabella 1: Macrorugosità del piano viabile

Generalmente, per nuove costruzioni, si utilizzano i seguenti limiti di accettabilità:

- conglomerati bituminosi: HS > 0.40 mm
- conglomerati bituminosi drenanti: HS > 0.50 mm
- trattamenti superficiali: HS > 0.70 mm
- microtappeti a freddo con dmax degli inerti 5 – 6 mm: HS > 0.40 mm
- microtappeti a freddo con dmax degli inerti 7 – 9 mm: HS > 0.50 mm
- microtappeti a freddo con dmax degli inerti 10 – 13 mm: HS > 0.60 mm

Un metodo di valutazione del coefficiente di aderenza, valido soprattutto per punti singoli e particolarmente sollecitati dal traffico come curve, zone di arresto, ecc. è l'apparecchio portatile a pendolo (CNR B.U. 105 15/03/1985).

I valori limite per le nuove costruzioni, dopo che è avvenuto lo spogliamento del bitume, sono:

- | | |
|---|----------|
| - conglomerati bituminosi: | BPN > 55 |
| - conglomerati bituminosi drenanti: | BPN > 65 |
| - trattamenti superficiali: | BPN > 65 |
| - microtappeti a freddo con dmax degli inerti 5 – 6 mm: | BPN > 55 |
| - microtappeti a freddo con dmax degli inerti 7 – 9 mm: | BPN > 60 |
| - microtappeti a freddo con dmax degli inerti 10 – 13 mm: | BPN > 65 |

Anche il coefficiente di aderenza poi può essere misurato in continuo con una macchina denominata SCRIM. Essa misura il coefficiente di aderenza trasversale (CAT) secondo CNR B.U. 147 del 14/12/1992. Valori di riferimento sono:

- | | |
|---|----------|
| - conglomerati bituminosi: | CAT > 60 |
| - conglomerati bituminosi drenanti: | CAT > 55 |
| - trattamenti superficiali: | CAT > 65 |
| - microtappeti a freddo con dmax degli inerti 5 – 6 mm: | CAT > 55 |
| - microtappeti a freddo con dmax degli inerti 7 – 9 mm: | CAT > 60 |
| - microtappeti a freddo con dmax degli inerti 10 – 13 mm: | CAT > 65 |

Finora sono stati enunciati i valori limite per nuove costruzioni. Per vecchi interventi, invece, la soglia di sicurezza per la quale aumenta il numero degli incidenti e impone un intervento è valutata dai seguenti limiti: HS < 0.25 mm, BPN < 35, CAT < 40.

I maggiori fattori che causano il calo dell'aderenza lato strada sono: perdita di rugosità della pavimentazione dovuta ad usura; accumulo di polveri e residui di gomma negli interstizi della pavimentazione; accumulo di acqua e conseguente creazione di fenomeni di idroportanza.

5.2 Metodi di rigenerazione dell'aderenza

Le tecniche di rigenerazione dell'aderenza sono di due tipi: senza apporto di nuovi materiali o con apporto di nuovi materiali.

Il primo gruppo comprende:

- idropulitura a pressione: si applica specialmente su superfici sporche con facile asportazione dei residui di pneumatici, segnaletiche in disuso, residui di fumi, particelle di terra, polveri. E' realizzata con getti di acqua in pressione fino a centinaia di atmosfere. Le pressioni però devono essere calibrate per non asportare il conglomerato. Si utilizza con il maggior rendimento nelle zone più soggette ad azioni tangenziali, come le curve e le zone di approccio ad intersezioni. Può essere fatto in presenza di traffico e con qualunque tempo atmosferico.
- Sabbiatura od irradiazione: si utilizza la proiezione violenta ed il successivo recupero di materiale abrasivo. La carica usata deve essere calibrata nelle sue dimensioni e proprietà per gestire la quantità di materiale da asportare e la rugosità da ottenere. Si ravviva la tessitura del conglomerato

bituminoso. Anche questo trattamento è indipendente dal traffico e dal tempo atmosferico.

- Bocciardatura: si utilizzano una serie di dischi o utensili fresanti per ottenere una serie di solchi paralleli sulla superficie stradale. Si deve porre grande attenzione alla direzione dei solchi, che non dovrebbero essere solamente longitudinali: questa particolare direzione otterrebbe l'effetto contrario, con una forte diminuzione della capacità di controllo del veicolo. La profondità dei solchi dovrebbe essere inferiore ai 5 mm, in modo da non creare eccessive vibrazioni durante il moto. La profondità suddetta può essere superata per creare pavimentazioni sonore che avvertono l'utente di pericoli sulla sede viaria.

Le tecniche che prevedono l'apporto di nuovo materiale sono, invece:

- rappezzi;
- trattamenti superficiali;
- tappeti superficiali;
- microtappeti armati;
- fresatura e ricostituzione dei conglomerati bituminosi.

Queste ultime tecniche prevedono fundamentalmente la ricostituzione dell'aderenza attraverso la sovrapposizione di un nuovo manto al vecchio, riportando le caratteristiche dello strato di usura al livello originale.

5.9 Prevenzione: sistemi antibloccaggio

Come si può notare da diversi studi sperimentali, l'utente della strada ha alcune responsabilità ben definite nel processo di formazione dell'incidente per aquaplaning (figura 1).

Dapprima, infatti, non sono riconosciute come pericolose le condizioni che possono portare all'insorgere dell'aquaplaning e perciò l'utente tende a mantenere una velocità più alta del dovuto. Infine, quando si presenta la necessità di una frenata di emergenza per evitare un qualsiasi ostacolo, non sempre il guidatore è all'altezza della situazione, sia come riflessi sia come addestramento. Qui intervengono i sistemi antibloccaggio, che permettono una maggior efficienza in frenata e il mantenimento della direzionalità del veicolo.

I veicoli leggeri a quattro ruote dotati delle più moderne tecnologie possono raggiungere decelerazioni di 10 m/s^2 , mentre i mezzi pesanti riescono a frenare fino a 8 m/s^2 .

Da misurazioni effettuate con fotocellule, la decelerazione media di un campione rappresentativo di motociclisti sul proprio veicolo è risultata essere compresa tra 6 e $6,5 \text{ m/s}^2$, mentre il 13% del campione si attesta a 5 m/s^2 : costoro necessitano quindi di uno spazio di frenata doppio di una vettura.

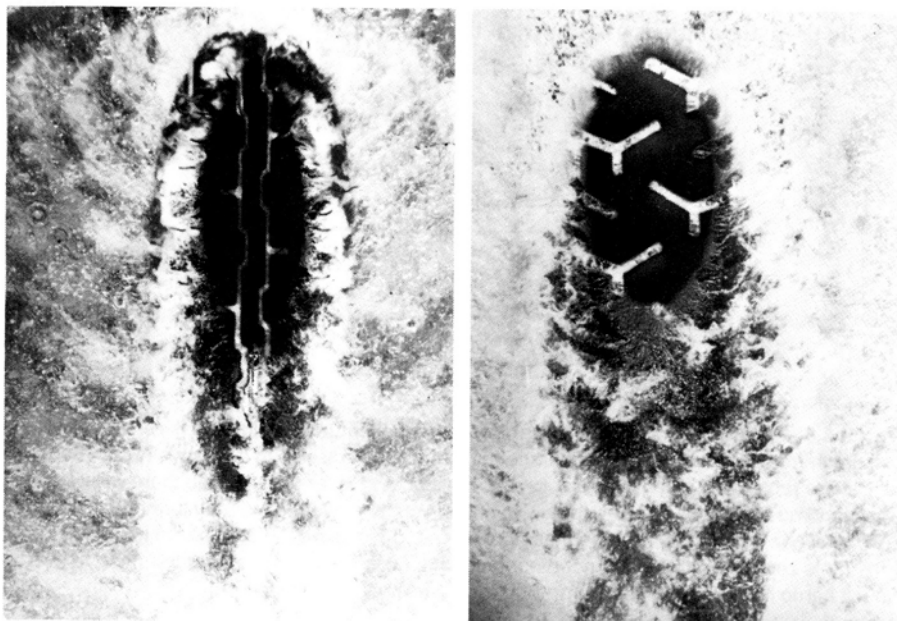


Figura 1: Pneumatici di motociclo in aquaplaning parziale

Ai partecipanti è stato chiesto, per confronto, un veicolo dotato ed uno sprovvisto di ABS: la media delle decelerazioni si è attestata tra i 7 e gli 8 m/s^2 . Importanti correlazioni trovate sono:

- la percorrenza annua è un importante fattore di correlazione;
- gli utenti sottoposti al test che dimostrano una decelerazione più alta con il proprio mezzo ottengono i migliori risultati con il motociclo dotato di ABS;
- la decelerazione raggiunta aumenta con la durata dell'esperienza attiva e con gli anni di patente;
- coloro che utilizzano la moto giornalmente hanno dimostrato migliori prestazioni in frenata dei "guidatori della domenica" ognuno sul proprio mezzo. Tuttavia, utilizzando il mezzo dotato di ABS, questa differenza si è annullata garantendo ai "weekend drivers" un miglioramento di 0.45 m/s^2 ;
- gli utenti sottoposti al test abituati a frenare con entrambe le ruote hanno raggiunto migliori risultati sia con veicoli dotati di ABS sia con veicoli che ne erano sprovvisti. Quelli, invece, abituati a frenare con la sola ruota posteriore non sono riusciti a cambiare le proprie abitudini nonostante l'addestramento all'ABS;
- la maggior parte degli utenti che hanno partecipato al test, confrontando le prestazioni del proprio mezzo e di quello provvisto di ABS si dichiara favorevole all'acquisto di un mezzo con tali caratteristiche, preoccupata però del costo.

CAPITOLO 6:

Tecniche di analisi della sicurezza dei rilevati stradali per i motociclisti

6.1 Introduzione	<i>pag. 18</i>
6.2 Studio dello svio dei veicoli a due ruote	
6.3 Conclusioni	<i>pag. 19</i>
6.4 Bibliografia	

6.1 Introduzione

Lo studio dell'incidentalità di un generico ramo stradale presenta notevoli difficoltà poiché tale fenomeno è influenzato da numerosi fattori, sintetizzabili nelle quattro componenti fondamentali che sono rispettivamente l'uomo, il veicolo, la strada e l'ambiente, delle quali non sempre si conoscono con esattezza le modalità ed il grado di interazione reciproca alla base della nascita dell'evento incidente.

Sperimentalmente è stato osservato che tale fenomeno avviene quando la domanda del sistema supera la capacità di risposta del conducente (figura 1).

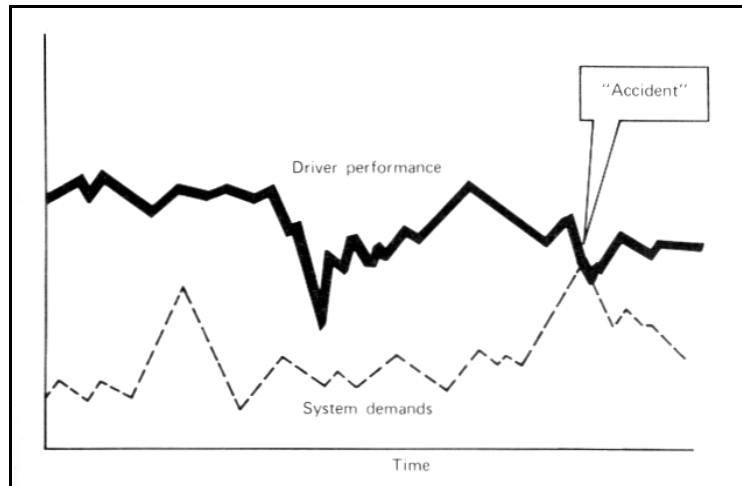


Figura 1: La "nascita" dell' evento incidentale

Secondo l'ISTAT gli incidenti stradali costituiscono la principale causa di decesso tra le persone con età inferiore ai 40 anni e sono quindi responsabili di una perdita, in termini di anni di vita, superiore a quella imputabile ai decessi per cancro e per disturbi cardiovascolari.

Le strade possiedono una pericolosità intrinseca che dipende non solo dalla loro configurazione geometrica e dal livello di deterioramento della pavimentazione, ma anche dal tipo di veicolo coinvolto nell'evento incidentale.

L'eterogeneità delle categorie abilitate a circolare sulla strada rendono il problema maggiormente complesso poiché interventi finalizzati alla riduzione del danno da impatto sugli occupanti di un veicolo a quattro ruote non sempre sono efficaci quando nell'incidente vengono coinvolti veicoli a due ruote.

I ciclisti ed i motociclisti sono infatti maggiormente esposti alle conseguenze traumatiche di una collisione rispetto ai conducenti dei veicoli a quattro ruote per la mancanza, salvo l'uso del casco, di protezioni adeguate del corpo.

Per limitare le conseguenze traumatiche è necessario che gli utenti dei veicoli a due ruote prendano coscienza dei rischi legati ad una guida veloce o sotto l'effetto di sostanze alcoliche e stupefacenti, indossino il casco, possibilmente integrale, adottino a protezione della schiena le tipiche conchiglie in gomma ed usino ginocchiere e paragoniti.

Ridurre il numero di incidenti che coinvolgono cicli e motocicli non è facile poiché il sistema del trasporto su gomma è fortemente disomogeneo.

Si deve inoltre sottolineare che le misure volte a migliorare la sicurezza stradale, oltre ad essere onerose, stentano ad assumere una forma definitiva

per i seguenti motivi: risultano impopolari tra gli utenti della strada perché in genere limitano la loro libertà, vengono attaccate dalle lobby che proteggono la mobilità e le forze dell'ordine non possiedono mezzi sufficienti per operare su larga scala.

6.3 Conclusioni

Si è visto come il problema della sicurezza del trasporto su gomma sia per gli autoveicoli che per i cicli, i ciclomotori ed i motocicli, assuma l'aspetto di un vero e proprio problema sociale che coinvolge numerose figure della nostra società: la classe politica alla quale viene demandato il compito di promuovere iniziative volte a ridurre il numero di incidenti, l'opinione pubblica nel ruolo di osservatore dei risultati dei diversi interventi, gli utenti della strada rappresentanti di una categoria che deve prendere ancora atto della pericolosità della circolazione, le forze dell'ordine nella parte di controllori del rispetto delle decisioni della classe politica ed infine l'ingegnere stradale che deve progettare o mettere in sicurezza le strade al fine di eliminare quelle criticità alla base dell'evento "incidente".

A tal proposito è stato trattato l'argomento della fuoriuscita dei veicoli a due ruote dalle strade in rilevato citando i principali metodi di cui si avvale il progettista per esprimere un giudizio sulla sicurezza di questi tracciati.

Le metodologie elencate nel presente lavoro sono: le curve di isoseverità, la definizione della "clear zone", gli abachi di valutazione del rischio, l'analisi del rischio e quella costi-benefici ed infine tecniche numeriche di ricostruzione della dinamica incidentale.

Le prime due forniscono un'indicazione di massima sulla pericolosità del rilevato con o senza barriere, l'analisi del rischio associata o meno a quella costi-benefici permette di stimare la pericolosità considerando anche l'andamento plano-altimetrico del tracciato e dati sull'incidentalità pregressa della strada.

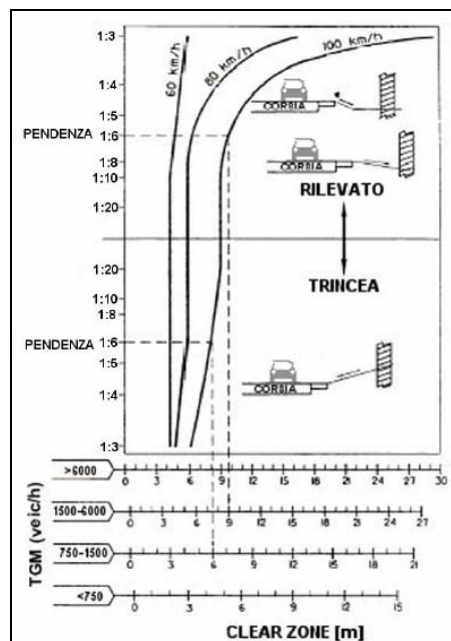


Figura 2: "Clear zones"

Successivamente sono stati analizzati i modelli di traiettoria e di collisione utilizzati nei programmi dedicati alla ricostruzione della dinamica incidentale; è stato osservato che la scelta di uno dei due metodi verrà presa dal tecnico in funzione della quantità e della tipologia dei dati iniziali disponibili: per l'analisi della traiettoria sono infatti indispensabili le informazioni rilevate dalla scena dell'incidente, mentre per l'analisi del danno sono necessarie quelle relative ai coefficienti di rigidità dei veicoli ed al presunto punto di impatto.



Figura 3: Confronto tra crash-test reale e simulazione FEM

Indipendentemente dal modello adottato nella simulazione dell'incidente i risultati presentano sempre le medesime chiavi di lettura, indicative della dissipazione energetica dovuta all'impatto ed espresse in termini di variazione della velocità del sistema (ΔV , *EES* e *EBS*).

Si è visto inoltre come le simulazioni numeriche con programmi specificatamente dedicati permettano di valutare la pericolosità del tratto di strada in esame con una precisione superiore alle altre metodologie, poiché servendosi di tali codici il progettista è in grado non solo di costruire, elaborare e sviluppare curve di isoseverità ed abachi del rischio relativi al tratto di strada preso in esame e specifici per cicli, ciclomotori e motocicli, ma anche di studiare l'evento incidentale conseguente allo svio di tali veicoli in funzione della variazione dell'aderenza e della velocità del mezzo.

Nel caso specifico dei veicoli a due ruote, le simulazioni permettono infine di capire quale tipo di caduta può svilupparsi durante il moto in curva al limite dell'aderenza, studiando così l'influenza del raggio di curvatura con riferimento alla dinamica incidentale ed alla pericolosità per il conducente conseguente allo svio del motociclo.

CAPITOLO 7:

Svio di motociclisti: sistemi di ritenuta ed elementi del bordo stradale

7.1 Introduzione	<i>pag. 22</i>
7.2 Normativa vigente e stato della ricerca	
7.3 Scenari di Impatto e punti neri	
7.4 Soluzioni Tecniche Innovative e Raccomandazioni	
7.5 Conclusioni	<i>pag. 25</i>
7.6 Bibliografia	

7.1 Introduzione

Il problema della sicurezza dei motociclisti in particolare e dei cosiddetti Two-wheeled Drivers (TWDs) in generale, non è ancora percepito, in tutta la sua importanza, da parte dei gestori delle infrastrutture stradali. In sostanza, l'attenzione è stata rivolta in passato principalmente ai veicoli a quattro o più ruote, per i quali vengono progettati sistemi di ritenuta ed elementi funzionali del bordo stradale il più possibile sicuri. Le modalità con le quali un TWD impatta contro un sistema di ritenuta od un elemento funzionale esterno sono assai differenti da quelle tenute da un veicolo dotato di cockpit. L'esempio della pericolosità dei montanti delle barriere di sicurezza per un corpo umano che li impatta è lampante (figura 1), così come intuibile è il maggiore rischio che l'utente a due ruote corre quando investe un palo della segnaletica verticale. Non ultimi i cordoli stradali che, se nel caso dei veicoli a quattro o più ruote rappresentano una minaccia per ruote e sospensioni, nel caso dei TWDs possono diventare anche letali.



Figura 1: Montanti stradali visti dai motociclisti (FEMA)

7.5 Conclusioni

La sicurezza dei veicoli sulla strada è ad oggi uno dei più scottanti campi di ricerca e sviluppo da parte dei tecnici e degli ingegneri delle infrastrutture stradali. Notevoli passi avanti sono stati fatti nella sensibilizzazione dei progettisti nei confronti del problema della sicurezza tanto che i sistemi di ritenuta sono passati, negli ultimi anni, da semplici elementi di completamento dell'infrastruttura a vere e proprie strutture da progettare e dimensionare. Resta tuttavia una grave lacuna legata alle utenze deboli della strada ed in particolare dei TWDs: essi non vengono contemplati nelle norme di omologazione ed i sistemi che ne scaturiscono assieme alla loro installazione risultano non compatibili con la biomeccanica del corpo umano. Ecco che spesso, eventi incidentali altrimenti di scarsa entità si traducono in eventi troppo spesso letali. In quest'ottica deve muovere la ricerca, con l'intento di progettare una infrastruttura che risulti compatibile con tutti i veicoli che la percorrono, senza privilegiarne alcuni.

7.5.1 Soluzioni future

Con riferimento allo studio ed allo sviluppo di Motorcyclists Friendly Devices MFD si può affermare che occorra:

- ampliare la banca dati incidentale riferita ai TWDs per meglio comprendere le cause e gli effetti degli eventi di svio;

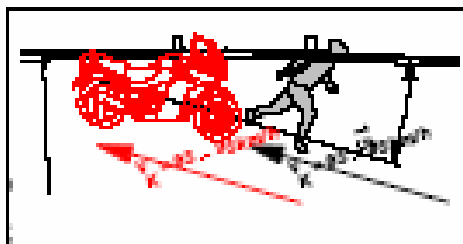


Figura 2: Rilievo di evento incidentale.

- realizzare prove su scala reale attraverso crash-test specifici per TWDs grazie alle quali possano anche essere messi a punto i nuovi riferimenti normativi per l'omologazione delle barriere di sicurezza e degli attentatori d'urto;

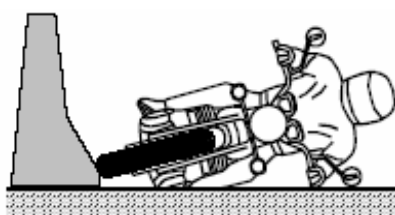


Figura 3: Crash tests motociclistici per barriere in new jersey

- progettare nuovi tipi di MFD che siano facilmente applicabili alle barriere esistenti o che nascano assieme alle barriere di nuova realizzazione;



Figura 4: Motorcyclists Friendly Devices

- verificare l'efficacia delle installazioni di MFD attraverso confronti tra eventi incidentali avvenuti nello stesso tratto stradale prima e dopo l'intervento di messa in sicurezza.

Con riferimento alla messa a punto di nuovi dispositivi di sicurezza si può affermare che occorra:

- provvedere alla messa in sicurezza dei sistemi di ritenuta esistenti e riconosciuti come pericolosi (es. sostituire i montanti a doppia T);

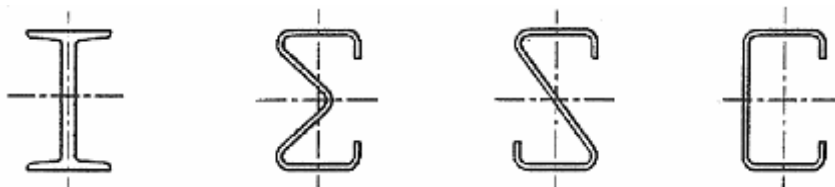


Figura 5: Sezioni di montanti metallici (FEMA)

- mettere a confronto i vari tipi di incidenti contro barriere di vario tipo in condizioni simili al fine di meglio indirizzare lo studio di nuove soluzioni;
- incentivare lo studio di nuove tipologie di barriera che risultino efficaci per tutte le categorie di veicoli stradali;



Figura 6: Nuove tipologie di barriere efficaci anche per i TWDs

- sfruttare le simulazioni numeriche computerizzate per contenere i costi delle sperimentazioni. Con esse non è possibile omologare le barriere, ma si possono produrre notevoli quantitativi di simulazioni con le quali individuare il sistema ottimale per l'omologazione; si possono paragonare geometrie, materiali ed installazioni diverse per ciascun tipo di barriera;



Figura 7: Fotogrammi della simulazione MADYMO di crash-test

- uniformare le nuove soluzioni proposte unificando le metodologie di omologazione nelle quali si tenga conto anche dei TWDs;

- progettare una metodologia unica europea per lo studio di barriere di sicurezza sicure anche per i TWDs da incorporare nelle norme EN 1317;
- migliorare la bio-affidabilità dei dummy impiegati fino ad oggi nei crash-test per veicoli con abitacolo, per renderli più veritieri nelle prove con veicoli a 2 ruote.

Fino a quando quanto sopra esposto non sarà realizzato completamente si dovrà fare riferimento al buon senso e giudizio personale di chi è chiamato alla progettazione ed alla installazione dei sistemi di sicurezza. Questo anche per individuare quale sia l'approccio progettuale migliore nel rispetto degli utenti a due ruote in ciascun caso stradale specifico. In genere sono proprio i tecnici della strada ed i manutentori locali che meglio di tutti conoscono le problematiche della propria rete stradale, anche alla luce degli eventi incidentali registrati. A tale proposito si rende necessaria anche la preziosa collaborazione dei gruppi e delle associazioni di TWDs riconosciute localmente.

Si sottolinea, poi, l'importanza dell'approccio delle safety and recovery zones nella progettazione stradale e dello studio delle piantumazioni più adatte al bordo stradale, in particolare di arbusti in grado di ridurre le energie possedute dai veicoli in svio.

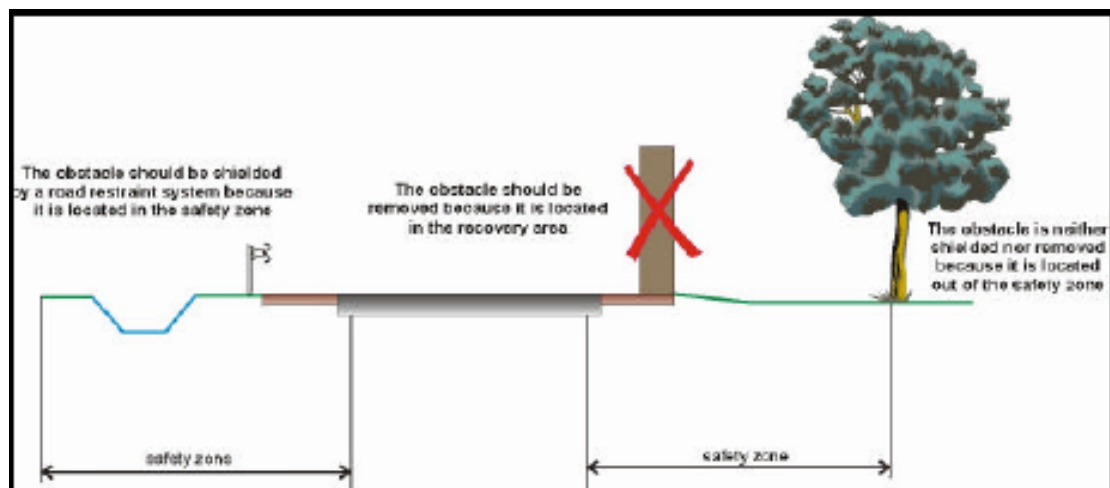


Figura 8: Definizione schematica delle Road Safety Zones

Non meno rilevanti sono i dispositivi di sicurezza passiva montati sul veicolo a due ruote od indossati dal conducente quali airbags, caschi, polsiere, ginocchiere, protezioni della spina dorsale, etc.

Infine, è opportuno sensibilizzare gli stessi TWDs circa i pericoli che si celano dietro ogni curva stradale, informandoli sulle cause di svio e sugli effetti che possono prodursi in relazione alla compatibilità della infrastruttura che stanno percorrendo. In tale ottica si sono realizzati Manuali specifici per la sicurezza dei motociclisti grazie ai quali anche i tecnici ed i manutentori della strada possono rendersi conto delle effettive esigenze dei TWDs. Utile strumento per la redazione dei citati manuali sono certamente le dichiarazioni degli utenti stessi che, con una opportuna modulistica anche telematica, possono descrivere tutte le situazioni che generano pericolo lungo le strade da loro percorse e suggerirne le modifiche.

INDICE COMPLETO

CAPITOLO 1: Elenco per categorie delle norme citate	
1.1 Normativa per la progettazione, la costruzione e la manutenzione delle strade	<i>pag 1</i>
1.2 Normativa per la progettazione, l'omologazione e la realizzazione dei dispositivi di sicurezza stradali	<i>pag 2</i>
1.3 Normativa Nuovo Catasto delle strade	<i>pag 4</i>
1.4 Bollettini CNR	<i>pag 4</i>
1.5 Capitolati speciali d'appalto	<i>pag 4</i>
CAPITOLO 2: Analisi di sicurezza delle strade	
2.1 Introduzione	<i>pag.6</i>
2.2 L'analisi preventiva della sicurezza in fase di progettazione (Road Safety Audit)	<i>pag. 7</i>
2.3 L'analisi preventiva della sicurezza per le strade in esercizio (Road Safety Review)	<i>pag. 13</i>
2.4 Conclusioni	<i>pag. 15</i>
2.5 Bibliografia	<i>pag. 15</i>
CAPITOLO 3: Rilievo della consistenza stradale	
3.1 Premessa	<i>pag. 18</i>
3.2 Fonti	<i>pag. 18</i>
3.3 Il rilievo	<i>pag. 21</i>
3.4 Strumenti e tecniche di rilevamento	<i>pag. 29</i>
3.5 Archiviazione dei dati	<i>pag. 31</i>
3.6 Raccomandazioni	<i>pag. 34</i>
3.7 Conclusioni	<i>pag. 37</i>
3.8 Bibliografia	<i>pag. 37</i>
CAPITOLO 4: Valutazione della sicurezza dei motociclisti	

mediante modelli di impatto	
4.1 Sommario	<i>pag. 41</i>
4.2 Introduzione	<i>pag. 41</i>
4.3 Flusso e sicurezza	<i>pag. 45</i>
4.4 Precedenti studi empirici	<i>pag. 51</i>
4.5 I modelli di impatto per i motociclisti	<i>pag. 56</i>
4.6 Conclusioni	<i>pag. 57</i>
4.7 Bibliografia	<i>pag. 58</i>
CAPITOLO 5: Aderenza in campo stradale: importanza del fenomeno e particolarità dei motocicli	
5.1 Introduzione	<i>pag. 63</i>
5.2 Metodi di rigenerazione dell'aderenza	<i>pag. 65</i>
5.3 Il fenomeno dell'aderenza	<i>pag. 68</i>
5.4 Il pneumatico del veicolo a due ruote	<i>pag. 72</i>
5.5 L'aquaplaning	<i>pag. 77</i>
5.6 La velocità d'innescò dell'aquaplaning	<i>pag. 83</i>
5.7 Il deflusso del velo idrico nelle zone di transizione	<i>pag. 86</i>
5.8 Ulteriori problematiche: polveri, pavimentazioni in elementi lapidei, segnaletica orizzontale	<i>pag. 92</i>
5.9 Prevenzione: sistemi antibloccaggio	<i>pag. 97</i>
5.10 Bibliografia	<i>pag. 99</i>
CAPITOLO 6: Tecniche di analisi della sicurezza dei rilevati stradali per i motociclisti	
6.1 Introduzione	<i>pag. 103</i>
6.2 Studio dello svio dei veicoli a due ruote	<i>pag. 105</i>
6.3 Conclusioni	<i>pag. 132</i>
6.4 Bibliografia	<i>pag. 133</i>

CAPITOLO 7:	
Svio dei motociclisti: sistemi di ritenuta ed elementi del bordo stradale	
7.1 Introduzione	<i>pag. 135</i>
7.2 Normativa vigente e stato della ricerca	<i>pag. 136</i>
7.3 Scenari di Impatto e punti neri	<i>pag. 141</i>
7.4 Soluzioni Tecniche Innovative e Raccomandazioni	<i>pag. 149</i>
7.5 Conclusioni	<i>pag. 160</i>
7.6 Bibliografia	<i>pag. 163</i>
CONCLUSIONI	<i>pag. 166</i>
APPENDICE I:	
Applicazione della procedura di Road Safety Review alla SP n. 4 “del Bidente” in Comune di Meldola	
A1.1 Introduzione	<i>pag. II</i>
A1.2 Il rapporto di analisi	<i>pag. II</i>
A1.3 Definizione del rischio potenziale dell’infrastruttura	<i>pag. XXIV</i>
APPENDICE II:	
Strumenti per il rilevamento	
A2.1 Strumenti tradizionali	<i>pag. XXVII</i>
A2.2 GPS	<i>pag. XXVIII</i>
A2.3 Fotogrammetria	<i>pag. XXX</i>
A2.4 Filmati acquisiti con telecamere	<i>pag. XXXII</i>
A2.5 Scanner Laser	<i>pag. XXXIV</i>
A2.6 Strumenti atti al rilievo delle pavimentazioni	<i>pag. XXXVII</i>

BIBLIOGRAFIA PARZIALE:

- [1]. AIPCR (2003), Road Safety Manual, version 1.00;
- [2]. Bucchi, A. & Simone, A. (2000), Il fattore umano nell'ingegneria della sicurezza, Strade & Autostrade, n. 1, pp. 114-120;
- [3]. Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, Ispettorato Generale per la Circolazione e la Sicurezza Stradale, Circolare n. 3699 dell'8 giugno 2001, Linee Guida per le Analisi di Sicurezza delle Strade.
- [4]. Decreto Legislativo 30 aprile 1992, n° 285. Nuovo Codice della Strada - Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana 18 maggio 1992.
- [5]. Decreto Presidente della Repubblica 16 dicembre 1992 n° 495. Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo Codice della Strada -Suppl.ord. Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana 28/12/1992, n°303.
- [6]. Decreto Legislativo Ministero dei LL.PP. 1° giugno 2001. Modalità di istituzione ed aggiornamento del Catasto delle strade ai sensi dell'art.13, comma 6, del decreto legislativo 30 aprile 1992 n° 285, e successive modificazioni.- Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana 7 gennaio 2002.
- [7]. Regione Emilia Romagna - Assessorato mobilità e trasporti. Linee guida catasto strade regionale VERSIONE DEFINITIVA - 2002.
- [8]. R. Amodeo, Cefalo, G. Manzoni, R. Roberti. Metodi attuali di rilievo per il Catasto Stradale, Riv. "Le strade" - n° 2 - 1994.
- [9]. G. Bitelli, G. Dondi. L'impiego delle tecniche di rilievo GPS nella realizzazione del Catasto Strade, Collana di Ingegneria delle Infrastrutture Viarie n° 2, supplemento n° 1 "Infrastrutture e Territorio", Maggio 1996.
- [10]. A. Bucchi, M. Chinni, G. Dondi. Introduzione alla manutenzione programmata delle strade, Riv. "Ingegneri Architetti Costruttori" -Mar-1995.
- [11]. G. Dondi, A. Bonini A. Un sistema informativo nella gestione della manutenzione stradale, del XXIII Convegno Nazionale Stradale -Verona, 18-21 Maggio, pagg. TEMA II: 35 - 45.
- [12]. Ministero Infrastrutture dei trasporti. Circolare sulle linee guida per le analisi di sicurezza delle strade – 8 giugno 2001, n°3699.
- [13]. Simone A., Analisi della sicurezza stradale mediante sistemi informativi ed algoritmi fuzzy, Tesi di dottorato di ricerca in Ingegneria dei Trasporti, XI ciclo, Università degli Studi di Bologna, Novembre 1998, Nota Tecnica n.20, DISTART, Università di Bologna, Novembre 1998.
- [14]. Bérard R., Roussel J.-C., Incidence des caractéristiques géométriques d'une autoroute sur l'accidentogénie, Revue Générale des Routes RGRA, N. 760, mars 1998.
- [15]. Simone A., La sicurezza in ambito urbano : effetti del grado di congestione sul tasso di incidentalità delle intersezioni, in corso di pubblicazione negli Atti del VI Convegno SIDT : "Protezione e Regolamentazione del traffico nei centri storici e delle località turistiche", Bologna, 12-13 Giugno 1997, Nota Tecnica n.9, DISTART, Università di Bologna, Giugno 1997.
- [16]. Preusser D.F., Williams A.F. and Ulmer R.G., Analysis of fatal motorcycle crashes: crash typing, Accident Analysis & Prevention, Vol. 27, N. 6, pp. 845-851, 1995.
- [17]. OECD Road Transport Research. Road Safety Principles and Models. OECD, Paris, 1997.

-
- [18]. Pfundt K., Three Difficulties In The Comparison Of Accident Rates, Accident Analysis & Prevention, Vol. 1, pp. 253-259, 1969.
- [19]. Mahalel, D., A Note on Accident Risk, Transportation Research Record, 1068, National Research Council, Washington, DC, pp. 85-89, 1986.
- [20]. Brundell-Freij, K. and L. Ekman, Flow and Safety, Presented at the 70th Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington, DC, 1991.
- [21]. Andreassen, D., Population and Registered Vehicle Data Vs. Road Deaths, Accident Analysis & Prevention, Vol. 23, No. 5, pp. 343-351, 1991.
- [22]. Quaye, K., L. Leden and E. Hauer, Pedestrian Accidents And Left-turning Traffic At Signalized Intersections. AAA foundation for Traffic Safety, Washington, DC, 1993.
- [23]. Persaud, B. and Dzbik, L., Accident Prediction Models For Freeways, Transportation Research Record 1401, TRB, NRC, Washington, DC, pp. 55-60, 1993.
- [24]. Fazio J. and Tiwari, G., 1995, Nonmotorized-motorized traffic accidents and conflicts on Delhi Streets. Transport Research Record, 1487, 1995, pp. 68–74.
- [25]. Bocci M., Cerni G. *“Influenza delle polveri sull’attrito radente nelle pavimentazioni stradali”* Atti della giornata di studio sul tema: La sicurezza intrinseca delle infrastrutture stradali – Roma 20/21 Febbraio 1997 – Convegno S.I.I.V.
- [26]. Canale S., Leonardi S., Nicosia F. *“Analisi critica del fenomeno dell’aderenza in campo stradale e ferroviario”* Istituto di Strade Ferrovie ed Aeroporti Facoltà di Ingegneria Università di Catania, Quaderno n° 88
- [27]. Canale S., Leonardi S., Nicosia F. *“Il Fenomeno dell’aderenza in campo stradale, ferroviario ed aeroportuale”* Istituto di Strade Ferrovie ed Aeroporti Facoltà di Ingegneria Università di Catania, dispense del corso di Teoria delle Infrastrutture Viarie
- [28]. Caporali E., Castelli F., Lorenzini C. *“La dinamica dei veli Idrici sulla pavimentazione stradale: indagini sul campo”* in IDRA 2000 – XXVII Convegno di Idraulica e Costruzioni Idrauliche
- [29]. Cossalter V. *“Gli pneumatici della motocicletta”* – <http://www.dinamoto.it> Dinamica del motociclo. Dipartimento di Ingegneria Meccanica - Università degli Studi di Padova.
- [30]. Di Mascio P. *“Incidentalità e caratteristiche superficiali delle pavimentazioni stradali”* Atti del XXII Convegno Nazionale Stradale AIPCR Perugia 1994
- [31]. Di Mascio P. *“Analisi del rischio di incidente per aquaplaning”* in Atti della giornata di studio sul tema: La sicurezza intrinseca delle infrastrutture stradali – Roma 20/21 Febbraio 1997 – Convegno S.I.I.V.
- [32]. Domenichini L., Cera G. *“Distribuzione areale dei veli idrici su piani stradali”* in Atti del XXII convegno Nazionale Stradale, Perugia 27/6 – 1/7 1994
- [33]. Domenichini L., La Torre F. *“Valutazione della sicurezza attraverso un rapporto tra aderenza, caratteristiche superficiali ed intensità di pioggia”* in Atti del International Forum on Road Safety Research, Bangkok, Thailand 25-27 Ottobre 1995. Presentato anche in: Giornata di studio sul tema: La sicurezza intrinseca delle infrastrutture stradali, Roma 20-21 Febbraio 1997.
- [34]. Veith A. G. *“Tires, roads, rainfall, vehicles: the traction connection. Frictional interaction of tire and pavement”* ASTM STP 793-1983.
-

-
- [35]. Fonte ACI-ISTAT (2003);
- [36]. State of California – Business, Transportation and Housing - Department of Transportation (1998), Traffic Safety System, AAVV;
- [37]. S.Leonardi, G.Pappalardo, Proposta di una metodologia per la scelta dei dispositivi di protezione sui rilevati stradali, XI Congresso SIV pg. 1-16, 2001;
- [38]. Main Road Department, Road Planning and Design Manual, Safety Barriers and Roadside Furniture, 2000;
- [39]. H.Steffan, A simulation program for car accidents, ISATA, Aachen, 1993;
- [40]. H.Steffan, A.Moser, The collision and trajectory models of PC-Crash, SAE 960886, 1993;
- [41]. V.Cossalter, Motorcycle Dynamics, Race Dynamics Inc, 2002.
- [42]. FEMA, Motorcyclists & Crash Barriers Project, Final Report, 2000;
- [43]. FEMA, European Agenda for Motorcycle Safety, www.fema.kaalium.com;
- [44]. FEMA, The road to success: improving motorcyclists'safety by improving crash barriers;
- [45]. FEMA, The motorcyclists'agenda for road safety, Antonio Perlot, ERF Infrastructure Safety Forum, March 2005;
- [46]. USDOT, NHTSA, Motorcycle Safety Foundation, National Agenda for Motorcycle Safety, www.nhtsa.dot.gov;
- [47]. Rich Peter, Roadside Safety Review, May 2002;
- [48]. A.M.S.Hamouda, A.B.Ibitoye, S.V.Wong, R.S.Radin, Simulation of motorcyclist's kinematics during impact with W-Beam guardrail, Elsevier, November 2004;
- [49]. F.A.Berg, P.Rucker, M.Gartner, J.Konig, R.H.Grzebieta, R.Zou, Motorcycle impacts into roadside barriers-real-world accident studies, crash tests and simulations carried out in Germany and Australia, 2004;
- [50]. R.H.Grzebieta, R.Zou, T.Jiang, A.Carey, Roadside hazard and barrier crashworthiness issues confronting vehicle and barrier manufactures and government regulators, 2004;
- [51]. T.Guraya, M.H.Fernandes, J.Albizuri, Impact Behaviour of a Recycled rubber Coating for metallic impact Barriers in Highways, Informacion Tecnologica, ISSN 0718-0764, vol 15 n°1, 2004;
- [52]. Ali O.Atahan, A recommended specification for recycled content guardrail posts, NRC Research Press, Canada, 2004;
- [53]. Ali O.Atahan, H.E.Ross jr, Computer Simulation of Recycled Content guardrail Post impacts, Journal of Transportation Engineering, November/December 2004;
- [54]. A.Abu-Odeh, R.P.Bligh, Side Impact Investigations of a Slip Base Luminaire Pole, Texas Transpostation Institute;
- [55]. C.Duncan, B.Corben, N.Truedsson, C.Tingvall, Motorcycle and Safety Barrier Crash-Testing: Feasibility Study, Accident Research Centre Monash University, December 2000;
- [56]. RISER, Roadside Infrastructure for Safer European Roads, Chalmers University of Technology, 2003;
- [57]. M.A.Elliott, C.J.Baughan, J.Broughton, B.Chinn, G.B.Grayson, J.Knowles, L.R.Smith, H.Simpson, Motorcycle safety: a scoping study, TRL Report TRL581, 2003;

