







# COLLANA DI INGEGNERIA DELLE INFRASTRUTTURE VIARIE

# 2

STUDI E RICERCHE - SUPPLEMENTO N.1

---

## INFRASTRUTTURE E TERRITORIO



Publicazione edita con il patrocinio della  
Società Italiana Infrastrutture Viarie



Copyright © MMVI  
ARACNE editrice S.r.l.

[www.aracneeditrice.it](http://www.aracneeditrice.it)  
[info@aracneeditrice.it](mailto:info@aracneeditrice.it)

via Raffaele Garofalo, 133 A/B  
00173 Roma  
(06) 93781065

ISBN 88-7999-507-3

*I diritti di traduzione, di memorizzazione elettronica,  
di riproduzione e di adattamento anche parziale,  
con qualsiasi mezzo, sono riservati per tutti i Paesi.*

*Non sono assolutamente consentite le fotocopie  
senza il permesso scritto dell'Editore.*

I edizione I.P.S.: maggio 1996  
I edizione Aracne: luglio 2006

La ricerca scientifica nel momento in cui realizza i suoi obiettivi si deve confrontare con nuovi traguardi imposti da un avanzamento delle frontiere della conoscenza e dalle mutabili necessità di una società in rapida evoluzione. Ciò è vero in tutti i settori e non può fare eccezione l'ingegneria stradale che deve dominare uno scenario sempre più complesso, così come avviene per quelle scienze applicate il cui sviluppo è strettamente connesso all'avanzamento delle discipline complementari. In questo contesto svolgono un ruolo determinante quei giovani ricercatori che sanno coraggiosamente affrontare nuovi temi d'indagine o hanno il coraggio di porre in discussione le certezze acquisite. Tuttavia, affinché l'attività speculativa possa produrre i migliori risultati è necessario garantire alcune condizioni fondamentali.

La prima è rappresentata dalla diffusione dei risultati dell'attività scientifica e dall'esercizio del doveroso dibattito che essa deve stimolare. L'esperienza ci insegna che l'avanzamento delle conoscenze procede per successive approssimazioni e spesso la felice intuizione di alcuni ha lo stesso valore degli errori commessi da altri, non foss'altro per lo stimolo che ciò comporta all'esercizio di una critica costruttiva e all'impianto di nuovi ragionamenti. Altrettanto importante è l'orientamento delle attività di ricerca nella giusta direzione che, per le scienze d'ingegneria, è quella che garantisce significative ricadute professionali e tecnologiche. Al riguardo occorre esercitare la fantasia per anticipare le esigenze della società. Se ciò non si verifica si rischia di essere perennemente in ritardo rispetto alle necessità e, soprattutto, di sviluppare l'attività speculativa nella direzione di un perfezionismo teorico il cui effetto è solo quello di produrre una progressiva divaricazione tra l'attività del ricercatore e quella del sistema produttivo e d'impresa a cui essa si rivolge. Infine, nel settore specifico delle infrastrutture viarie, che si correla a monte con le discipline urbanistiche, economiche ed ambientali e a valle con le tecnologie dei materiali, la qualità delle lavorazioni, la manutenzione e l'esercizio delle opere, è indispensabile che sia garantita una rigorosa coerenza tematica, mancando la quale non è ipotetico il rischio di una perdita della nostra connotazione professionale e di un presuntuoso confronto con discipline che non ci appartengono.

Se la ricerca è in primo luogo un esercizio di fantasia non v'è dubbio che essa debba essere affidata alle generazioni più giovani, ma se deve essere produttiva per se stessa e per la società è altrettanto importante che le condizioni da soddisfare siano governate e tenute sotto controllo da parte di coloro che hanno maturato la necessaria esperienza e temperano l'entusiasmo giovanile con le lezioni di una più lunga presenza di frontiera. Il diritto ad esercitare un ruolo in questa direzione non può derivare tuttavia dalla sola anzianità anagrafica, ma deve essere conquistato esercitando correttamente quelle funzioni d'indirizzo e di stimolo che hanno caratterizzato i nostri maestri. Mutano le esigenze, mutano i contenuti della nostra materia, ma ciò che non deve cambiare è il metodo, quel metodo fondato sull'onestà intellettuale che deve consentirci di superare condizionamenti personali e meri interessi di bottega.

Nella certezza che questa pubblicazione possa essere di stimolo a proseguire il percorso comune già iniziato in tale direzione, si ringraziano tutti coloro che hanno contribuito a realizzarla offrendo alla comunità scientifica un quadro certamente lusinghiero delle nostre volontà e capacità di studiosi.

Carlo Benedetto



## Le problematiche della sicurezza

*La prima condizione che deve essere garantita dalla moderna progettazione stradale è quella di un esercizio quanto più possibile sicuro dell'infrastruttura viaria. Nuove condizioni di traffico, più elevate prestazioni dei veicoli e una diversa maturità dei conducenti impongono una revisione critica di quelle verifiche tradizionali pienamente adeguate alle necessità in un diverso contesto di fruizione viaria.*

*S'impone pertanto una nuova lettura del problema capace di interpretare i fenomeni in chiave statistica e recepirne gli orientamenti che ne derivano per la progettazione. Lo studio dei provvedimenti per la prevenzione degli incidenti non esime tuttavia dalla necessità di approfondire le conoscenze per attuare adeguati provvedimenti di sicurezza passiva facendosi carico nel contempo delle nuove esigenze, tra cui una delle più significative è quella che deriva dall'esercizio del trasporto a rischio.*

*I contributi scientifici raccolti in questa sezione offrono numerosi spunti d'interesse affrontando tutte le questioni sopra richiamate.*





# Tassi di incidentalità e limiti di velocità in autostrada

Gerlando Barresi, Leonardo Bruno

Istituto di Costruzioni stradali - Università degli Studi di Palermo

## Sommario

I dati riportati negli annuari statistici dell'ISTAT sugli incidenti stradali hanno permesso, per il periodo 1973-1994, di tratteggiare un quadro, confortante e pur sempre drammatico, dell'evoluzione del fenomeno della incidentalità per le diverse tipologie di collegamenti costituenti la rete stradale extraurbana. Un'analisi più approfondita del suddetto fenomeno è stata condotta per la rete dei collegamenti autostradali in concessione per ognuno dei quali i notiziari dell'AISCAT riportano insieme ai dati di incidentalità anche i relativi dati di traffico. Sulla base di tali dati è stato, infatti, possibile fare alcune considerazioni riguardo sia all'influenza sulla sicurezza della circolazione dei limiti generali di velocità sia alla validità della usuale definizione del tasso di incidentalità.

*Ricerca effettuata con i fondi erogati nel 1993 "Finanziamenti Ricerca Scientifica-Quota 60%*

## Indicatori di sicurezza

Il miglioramento della sicurezza della circolazione stradale deve essere ricercato attraverso provvedimenti e misure il cui obiettivo sia quello di produrre una riduzione del numero di morti (M), di feriti (F) e di incidenti (I). Anche se, sotto il profilo etico, la contrazione del numero di morti e di feriti dovrebbe assumere un ruolo predominante negli studi sulla sicurezza stradale, particolare attenzione viene rivolta, invece, alla riduzione del numero di incidenti. Si ammette, infatti, l'esistenza di un legame di proporzionalità diretta tra il numero di sinistri e gli altri due indicatori assoluti di sicurezza e si ritiene, inoltre, che il miglioramento della sicurezza passiva possa essere ottenuto equipaggiando i veicoli con idonei dispositivi resi disponibili dal progresso tecnologico. La semplice riduzione della numerosità di sinistri non è, in ogni caso, sufficiente per verificare l'efficacia di un provvedimento di sicurezza, già deciso ed attuato, in quanto il provvedimento stesso si deve ritenere efficace solo se, insieme alla detta riduzione, si registra anche una sostanziale modifica delle possibili combinazioni delle circostanze preincidentali.

Le difficoltà di reperire informazioni complete ed attendibili sulle predette circostanze inducono ad affrontare, tranne che per alcune ricerche specifiche, la verifica di efficacia basandosi esclusivamente sull'analisi delle variazioni, nel tempo o nello spazio, della frequenza di uno dei tre principali indicatori assoluti di incidentalità (I, M, F). I risultati di siffatta verifica potrebbero essere distorti a causa della notevole diversità tra i livelli di *esposizione al rischio* che, secondo una prassi comune, si misurano mediante il numero globale degli eventi osservati, siano essi positivi o negativi, purché egualmente possibili. Il rapporto tra il valore dell'indicatore assoluto e la corrispondente esposizione, per fissati caratteri del rischio di incidente, inteso nella sua più ampia accezione, consente un approccio probabilistico, più consono del precedente, sia per le verifiche da effettuare che per l'individuazione delle cause predominanti d'incidente. Per i sinistri, la variabile che meglio si presta ad individuare l'esposizione al rischio, nell'ipotesi abbastanza realistica che tutti i veicoli

che percorrono un tronco stradale hanno la stessa probabilità di incorrere in un incidente, si considera la percorrenza (P) espressa in veic. km. Per i morti e per i feriti si utilizza, a seconda delle finalità perseguite, come variabile di esposizione in taluni casi la percorrenza ed in altri il numero dei sinistri. Esiste, tuttavia, una vasta gamma di variabili di esposizione che, pur discostandosi dal significato precedentemente loro attribuito, vengono impiegate per ottenere degli indicatori puramente descrittivi o convenzionali. Tra queste variabili si ricordano: il numero dei veicoli immatricolati o in circolazione, il numero dei residenti, l'estesa della rete in studio. Generalmente, per affrontare le questioni inerenti la sicurezza, gli indicatori relativi più idonei e più comunemente utilizzati sono:

F/P tasso di lesività

I/P tasso di sinistrosità

F/I rapporto di lesività

M/P tasso di mortalità

M/I rapporto di mortalità

Qualsiasi sia l'indicatore scelto, a causa della natura stocastica del verificarsi di sinistri, devono essere definiti i limiti oltre i quali le differenze numeriche tra i valori posti a confronto non rientrino, con un prefissato margine di errore, nella normale oscillazione casuale dei valori stessi. L'intervallo tra tali limiti, definibili mediante la teoria della inferenza statistica, è tanto più ampio quanto minore è il numero delle prove effettuate. Pertanto la possibilità di stabilire l'efficacia di un provvedimento, vista la rarità e la dispersione, sia temporale che spaziale, dell'evento incidentale, impone un ampliamento dei periodi o delle zone oggetto di osservazione. Da ciò deriva la difficoltà di distinguere in che misura la variazione del valore dell'indicatore prescelto sia originata:

- dagli effetti del provvedimento di sicurezza (efficacia);
- dalla casualità del verificarsi dell'evento incidentale;
- dalla difformità intrinseca nei caratteri e nelle modalità associate agli eventi stessi.

Per quest'ultimo punto si osserva che ognuna delle componenti interagenti nel sistema (il veicolo, il conducente, la strada ed il suo ambiente), subiscono nel tempo o nello spazio delle modificazioni che non è possibile, neanche volendo, evidenziare nella scheda di rilevamento statistico d'incidente. Le modificazioni intrinseche dei caratteri delle singole componenti, non originate quindi da provvedimenti all'uopo predisposti, e delle loro reciproche interazioni alterano il sistema cui riferirsi rendendo, in taluni casi, inattendibili le conclusioni cui si perviene sulla base di un confronto tra i valori assunti da un indicatore di sicurezza pur accuratamente scelto. Il confronto, infatti, risulta utile solo se, ad eccezione del carattere o dei caratteri tenuti sotto controllo, si mantengono assolutamente identici tutti gli altri. A stretto rigore, la differenza di tempo o di luogo inficia la comparabilità dei dati che, del resto, verrebbe compromessa dal considerare ininfluenti alcuni caratteri, senza aver preliminarmente testato statisticamente che essi producano effetti di disturbo contenuti entro il livello di precisione fissato per l'indagine o per la valutazione da effettuare.

Se la verifica di efficacia sulla scorta di dati consuntivi pone dei problemi di affidabilità, a maggior ragione si dubita che essa possa avere i requisiti di obiettività ed esattezza se i dati di incidentalità sono il risultato di una previsione del comportamento del sistema modificato per effetto di una qualsiasi misura di sicurezza che si intende attuare. Le previsioni di efficacia sono, però, indispensabili nella fase

decisionale che, a causa della limitatezza delle risorse, impone una attenta analisi costi-efficacia introducendo, così, un ulteriore motivo d'incertezza dovuto alle difficoltà di una corretta stima preventiva dei costi da sostenere non solo da parte delle amministrazioni ma anche degli utenti e della società.

### Esame dei dati disponibili

La fonte principale dei dati inerenti la frequenza degli incidenti stradali sono gli annuari statistici dell'ISTAT che, fino al 1990, tenevano conto di tutti i sinistri, qualunque fosse la loro gravità, per i quali si era avuto l'intervento, richiesto o d'ufficio, degli organi preposti al controllo della circolazione e la cui scheda di rilevazione risultava correttamente e compiutamente compilata. Molti sinistri con danni materiali e con lievi lesioni alle persone non erano oggetto di rilevazione statistica e se ne aveva notizia solo attraverso le denunce presentate alle diverse compagnie assicurative. Sfuggivano, comunque, a qualsiasi conteggio tutti i sinistri per i quali gli interessati preferivano accordarsi privatamente per la liquidazione dei danni. Anche il numero dei morti riportato negli annuari statistici degli incidenti stradali delineava e delinea un quadro del fenomeno molto meno grave di quello che è nella realtà. I dati in questione, infatti, risultano, per motivi legati ai criteri di rilevamento adottati, mediamente inferiori del 30% circa rispetto a quelli denunciati nelle statistiche sanitarie. Inoltre, la evidente carenza di informazioni sulla gravità dei traumi subiti dalle persone coinvolte impedisce una visione delle reali conseguenze, in termini sociali ed economici, della incidentalità stradale.

Non potendo escludere la potenziale gravità, in termini di danni materiali e fisici, per tutti i sinistri non inseriti negli annuari, qualsiasi indagine statistica a carattere non esclusivamente descrittivo ha evidenti limiti di affidabilità ed esattezza dovuti anche alla poca rappresentatività dei campioni disponibili. Negli ultimi anni, la situazione si è aggravata ulteriormente a causa della ristrutturazione della rilevazione statistica introdotta nel 1991 per adeguarsi alle direttive europee. Da quest'anno in poi, le elaborazioni dell'ISTAT non tengono, infatti, in considerazione gli incidenti che hanno provocato solo danni materiali. Malgrado le lacune e le carenze annunciate, nell'intento di commentare, pur se sulla scorta di dati parziali, i caratteri evolutivi del fenomeno dell'incidentalità, si sono riportati nella fig.1, limitatamente al periodo dal 1973 al 1994, il numero di incidenti, di morti e feriti che si indicano rispettivamente con  $I_{a,j}$ ,  $M_{a,j}$  e  $F_{a,j}$ , essendo  $a$  ( $a=73, \dots, 94$ ) il generico anno e  $j$  un indice che, a seconda il tipo di strada extraurbana considerata, assume i seguenti valori:

-j=1 per	Strade Comunali	(SC)	Le somme, per tutti i possibili valori di $j$ , del numero di incidenti, di morti e di feriti, relativamente al generico anno $a$ , si indicheranno rispettivamente con $I_a$ , $M_a$ e $F_a$ .
-j=2 per	Strade Provinciali	(SP)	
-j=3 per	Strade ed autostrade Statali	(SS)	
-j=4 per	Autostrade in concessione	(AA)	

Il numero totale di sinistri  $I_a$ , come si osserva dalla fig.1a, nel periodo tra il 1973 ed il 1977, considerando anomalo, per motivi di cui si dirà, il valore del 1974, tende a decrescere. Dopo la ripresa registrata tra il 1977 e il 1979, il valore raggiunge il minimo nel 1982. Da quest'anno in poi, fino al 1988, si assiste ad una rapida crescita di  $I_a$  ed una successiva stabilizzazione tra il 1989 e il 1990.