

17° CONVEGNO NAZIONALE
LE RETI DI TRASPORTO URBANO
Progettazione, Costruzione, Gestione

**MODELLI E METODI PER LA VALUTAZIONE DEGLI STANDARDS DI
SICUREZZA DEI GRANDI ASSI STRADALI URBANI**

**UN MODELLO INNOVATIVO PER MIGLIORARE LA
SICUREZZA STRADALE:
DAGLI SCENARI DI INCIDENTE ALLE CONTROMISURE**

Maurizio TIRA ¹, Francesca COSTA ², Chiara BRESCIANI³

1. Introduzione

Le recenti statistiche italiane mostrano un significativo aumento delle vittime di incidente in aree urbane dal 2004 al 2005 (107 morti e 564 feriti in più ⁴). Ciò costituisce un segnale preoccupante, sia per il fatto che gli utenti coinvolti sono spesso pedoni, sia per l'indicazione di insicurezza intrinseca che il dato prefigura.

In sostanza, sembra che le aree urbane non riescano a risolvere in maniera incisiva il problema dell'incidentalità stradale, anche dopo anni di implementazione di moderazione del traffico, pur in assenza di una chiara normativa di riferimento.

Ciò che si ritiene possa essere di grande utilità per una più diffusa consapevolezza delle situazioni di rischio e per una migliore operatività a livello di contromisure, è l'analisi dettagliata delle cause di incidente, al di là delle ovvie constatazioni legate ai fattori accidentogeni (velocità, stato di ebrezza, ...).

Inoltre, per migliorare la sicurezza stradale attraverso la gestione dello spazio urbano, è importante analizzare congiuntamente le forme dello spazio stesso, le stratificazioni, il layout della viabilità, i patterns di mobilità. Con riferimento ai fenomeni di insicurezza, assume particolare valenza l'analisi della conformazione degli spazi pubblici e del sistema viario.

Diversi approcci sono stati esplorati negli anni (Fleury et al., 1991):

¹ Ordinario di Tecnica e Pianificazione urbanistica nell'Università degli Studi di Brescia

² Dottoranda di ricerca in "Luoghi e Tempi della Città e del Territorio" nell'Università degli Studi di Brescia

³ Assegnista di ricerca nell'Università degli Studi di Brescia

⁴ Fonte RST, 2006.

1. l'analisi statistica dell'incidentalità e dei rischi, basata principalmente sul trattamento delle informazioni contenute nei rapporti statistici informatizzati di incidente;
2. l'analisi dettagliata dei casi di incidente, anche definito *approccio clinico*, a partire dall'intervento in situ, alla raccolta delle testimonianze, all'analisi dei rapporti di polizia, alla ricostruzione della dinamica mediante il danneggiamento dei mezzi, ecc.. Tale analisi si struttura su di uno studio sugli incidenti all'interno di un'area di studio (Fleury et al., 1990), su alcuni insiemi rappresentativi di incidenti ottenuti per campionatura aleatoria (Brenac et al., 1996);
3. lo studio degli incidenti stradali attraverso l'analisi di scenario: analizzando le informazioni contenute nei verbali di incidente (solo in alcuni casi arricchite con un sopralluogo), le si organizza in quattro fasi di svolgimento prototipale, definendo dei cluster di eventi fino alla identificazione dei cosiddetti *scenari di incidente*;
4. l'analisi cartografica della ripartizione spaziale degli incidenti (Fleury et al., 1990, Tira, Brenac e Michel, 1999). Questa analisi permette di mettere in evidenza le zone di accumulo degli incidenti e di far emergere delle ipotesi sui legami tra la gestione urbana e delle infrastrutture e i diversi incidenti.

Se il primo approccio è il più diffuso, ma il meno promettente dal punto di vista della identificazione delle contromisure, il secondo è certamente il più costoso e poco applicabile su vasta scala.

Sono stati sperimentati anche approcci combinati dei metodi 3 e 4 sopra esposti (si veda Tira, Brenac e Michel, 1999), dove la rappresentazione cartografica viene fatta per scenario e non per singolo d'incidente.

Per la praticabilità e la possibilità di ottenere risultati comunque importanti, questo ci pare essere l'approccio più promettente, di cui nel seguito si darà conto dello sviluppo implementato nel progetto europeo Rankers.

2. Il concetto di scenario di incidente

Utilizzato nell'accezione di descrizione dello svolgimento prototipale del fenomeno, e non come in altre scienze come modello di accadimento di un evento non noto, lo scenario di incidente si costruisce sull'analisi di molti casi reali, con metodi di valutazione fondati su analisi statistiche di campioni aleatori.

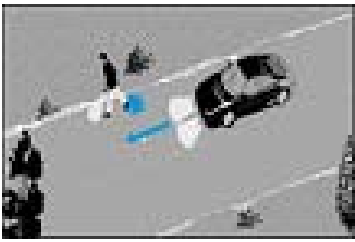
Il concetto di *scenario o scenario tipo* di incidente stradale è stato utilizzato in Francia a partire dalla fine degli anni '80, in particolare dall'Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité – INRETS: si vedano i lavori di Fleury, Brenac, Girard e Clabaux, al fine di valutare contromisure, proporre soluzioni tecniche e politiche di sicurezza.

Uno scenario tipo di incidente può essere definito come *uno svolgimento prototipale corrispondente ad un gruppo d'incidenti che presentano una similitudine d'insieme nel concatenamento degli eventi e delle relazioni causali, all'interno delle diverse fasi che conducono alla collisione* (Brenac e Megherbi, 1996; Fleury e Brenac, 1997).

Questo approccio si basa sull'analisi dei rapporti di incidente stilati dalla Polizia avvenuti in una determinata area, al fine di classificare il loro sviluppo temporale e causale, descrivendo le diverse fasi dell'incidente. Ogni gruppo di incidente che ha particolari similitudini, costituisce uno scenario, e per ogni scenario sono proposte alcune soluzioni.

Un esempio tipico di scenario di incidente che coinvolge un pedone è descritto in tabella I: un pedone cammina lungo una strada di notte, un veicolo procede a velocità elevata e con i fari anabbaglianti, il veicolo non vede il pedone e lo investe.

Tabella I – Esempio di uno scenario tipo di incidente che coinvolge un pedone

Scenario tipo di incidente	Situazione di guida	Situazione di rottura o di incidente	Situazione d'urgenza	Collisione o situazione di choc
	Di notte, in zona rurale, un veicolo procede con i fari anabbaglianti. Il pedone cammina lungo la strada	Il conducente si avvicina a velocità elevate al pedone, senza vederlo	Frenata o sterzata troppo tardiva	Il veicolo investe il pedone

Lo scenario si basa su una similitudine di insieme tra i casi, e non di una identità assoluta degli svolgimenti dei differenti casi. Infatti, ogni singolo caso di incidente viene sottoposto ad una analisi basata su un modello sequenziale dell'incidente, ovvero viene fatta una segmentazione temporale dello svolgimento distinta in più fasi (situazione precedente alla guida, situazione di guida, situazione di rottura o di incidente, situazione d'urgenza, situazione di choc). La similitudine di insieme tra due o più casi viene fatta attraverso un giudizio qualitativo. Per ogni raggruppamento ottenuto, attraverso i singoli incidenti, possono essere costituiti gli scenari, i quali tengono conto delle principali caratteristiche degli svolgimenti dei diversi incidenti del gruppo considerato. La costruzione di scenari di incidente si basa dunque su un approccio induttivo. È quindi importante verificare che questi scenari rappresentino bene la totalità degli incidenti che è più estesa dei campioni utilizzati per la loro costruzione, e stabilire se i raggruppamenti di incidenti creati non dipendano troppo dalle persone che li hanno realizzati.

Alcuni scenari tipo di incidente esistono già in letteratura, specialmente per gli incidenti che coinvolgono le autovetture, i pedoni, i ciclomotori e i motoveicoli, mentre per quanto riguarda i ciclisti ne esiste un numero minore.

Esiste, però, un altro database relativo agli incidenti che coinvolgono i pedoni e i ciclisti che è quello dell'*American National Highway Traffic Safety Administration (N.H.T.S.A.)*⁵; esso collega alcuni tipi di incidenti che avvengono frequentemente a delle contromisure appropriate. Si tratta di un approccio un po' più deterministico (si veda la Tabella II), basato più sulla nozione di crash type che di svolgimento sequenziale. In ogni modo esso costituisce un utile riferimento (pur se contestualizzato negli USA). Come si nota dall'esempio, manca la descrizione delle quattro fasi, tipica dello scenario, che consente di identificare contromisure per ciascuna delle fasi stesse. Infatti alcuni interventi possono essere adeguati alla vigilanza sullo stato degli utenti coinvolti (fase: situazione di guida);

⁵ FONTE Zeeger et al, 1971

mentre altri possono riguardare prettamente l'infrastruttura stradale (situazione d'urgenza).

Tabella II – Esempio di un incidente tipo che coinvolge un ciclista (N.H.T.S.A.)

Descrizione Ad una intersezione non segnalata un pedone, che sta cercando di attraversare, viene investito. Il conducente non vede il pedone o il pedone attraversa la corsia senza vedere il veicolo che sta sopraggiungendo Contromisure generali Installare attraversamenti pedonali rialzati Installare semafori pedonali ...	
---	---

3. L'e-book degli scenari e delle contromisure

Il progetto RANKERS (RANKing for European Road Safety) è un progetto di ricerca finanziato dalla Commissione Europea nell'ambito del Sesto Programma Quadro, ideato per acquisire nuove idee e conoscenze dalla ricerca e dagli studi sull'interazione tra infrastrutture stradali e gli utenti della strada e veicoli, al fine di identificare buone pratiche e prevedere il loro livello di sicurezza.

Questo progetto (2005-2008) mira a creare nuove linee guida per la sicurezza delle infrastrutture stradali per promuovere una mobilità sostenibile e più sicura. Ciò viene affrontato attraverso l'analisi sulla sicurezza delle infrastrutture e attraverso lo studio dei fattori umani, cioè dei comportamenti degli utenti della strada.

Uno degli obiettivi del Progetto RANKERS è quello di aggiungere alle tradizionali misure di sicurezza passive, insieme con la conoscenza delle cause degli scenari di incidente, una significativa mitigazione del rischio, legando la conoscenza approfondita degli eventi alle soluzioni.

In particolare, l'obiettivo è stato sviluppare questo metodo attraverso uno strumento basato sul web, l'e-Book, dove raccomandazioni ben note dallo stato dell'arte sono a disposizione degli utenti attraverso un'interfaccia elettronica.

L'U.O dell'Università degli Studi di Brescia, coordinata dal Prof. Maurizio Tira, ha sviluppato la struttura per i casi di incidenti che coinvolgono pedoni, ciclisti e veicoli motorizzati a due ruote. Gli scenari di incidente sono raccolti in un database, ordinato attraverso alcune caratteristiche degli incidenti, che corrispondono ad alcuni campi del database statistico degli incidenti (ISTAT): localizzazione dell'incidente (strada urbana, extraurbana, autostrada), tipo di intersezione, tipo di incidente, utenti coinvolti (o più esposti a rischio di incidente), circostanze particolari di incidente, età del pedone, conseguenze dell'incidente.

Oltre questi campi, gli scenari sono raggruppati anche per altre specificità, come problemi di visibilità o particolari problemi riguardanti il comportamento del conducente, o del pedone (cosiddette Relevant questions). In questo modo è possibile scegliere una combinazione di caratteristiche ed essere indirizzato ad una lista di potenziali scenari di incidente che possono avvenire in particolari situazioni precedentemente scelte.

Tali domande consentono di aggiungere informazioni anche a coloro i quali, pur non avendo a disposizione i verbali di polizia (dato molto difficile da acquisire nel nostro paese, causa la tutela della privacy e l'iter giudiziario di molti eventi incidentali). Inoltre, per ogni scenario sono associate alcune contromisure e delle fonti bibliografiche e normative.

In figura 1 è rappresentato lo schema logico del tool.

Lo strumento è stato sviluppato attraverso un sistema web che può essere usato da tecnici ed amministrazioni locali al fine di trovare quali potenziali incidenti possono avvenire in specifiche situazioni e identificare le relative contromisure.

È ben presente agli autori la necessità in ogni caso di contestualizzare l'analisi e l'intervento: non può esistere decisione sulla contromisura che non parta dall'analisi in situ e dalla contestualizzazione nell'ambiente stradale e urbano dato. Non ultima anche la considerazione dei costi della misura deve entrare nella valutazione del tecnico, non essendo sempre possibile realizzare la misura "ideale".

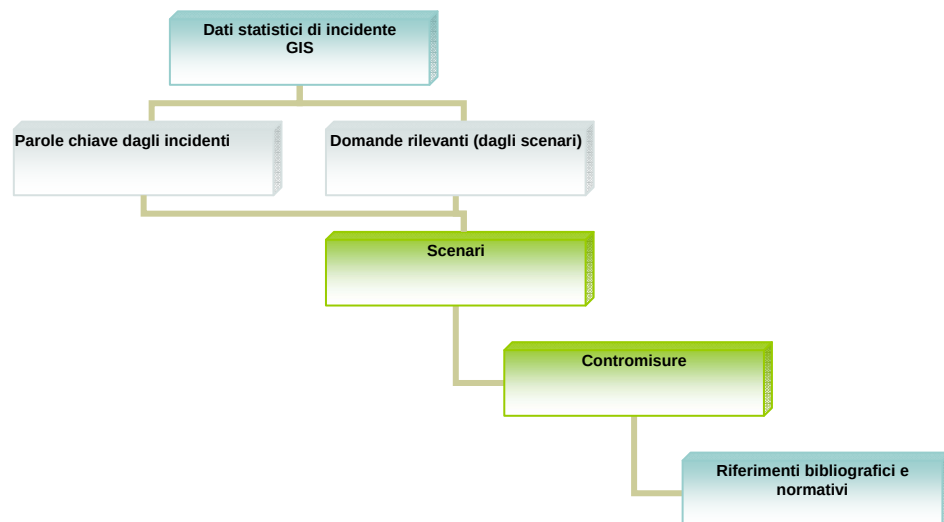


Figura 1 – La struttura teorica del progetto

Nella prima pagina dell'e-Book l'utente può scegliere l'utente più vulnerabile coinvolto nell'incidente (figura 2). In questo modo l'e-Book va ad una lista di keywords (che sono uguali a quelle del database dell'ISTAT) che dovrebbero descrivere o la più frequente situazione di incidente o una situazione stradale presente: localizzazione del problema (strada urbana, extraurbana o autostrada), tipo di intersezione, tipo di collisione, utente coinvolto (o più esposto a rischio di incidente), circostanze particolari, ecc... (figura 3).

L'utente può scegliere tra una ricerca o selezione degli scenari ristretta o estesa. Nel primo caso l'e-Book fornisce solo gli scenari dove tutte le keywords selezionate sono presenti, mentre nel secondo caso, e cioè per la ricerca estesa, compaiono tutti gli scenari in cui almeno una parola chiave selezionata è presente.

Ogni combinazione di queste parole chiave porta ad una lista di scenari (figura 4). Se l'utente vuole specificare altri aspetti che non sono selezionabili dalle parole chiave dell'ISTAT, relativi per esempio al contesto urbano od extraurbano in cui si è verificato l'incidente, si possono selezionare le *domande rilevanti* (contesto stradale, comportamento del pedone, manovra del secondo veicolo, ecc...). In questo modo gli scenari sono più adeguati alle specifiche situazioni. All'utente apparirà così una lista di scenari, dove potrà selezionare quello che sarà più idoneo al contesto specifico. Selezionando poi uno scenario, l'utente visualizza una serie di contromisure associate. Queste contromisure sono il risultato di una profonda ricerca sulle cause degli scenari di incidente e dell'esperienza del gruppo di ricerca e sono documentate da riferimenti bibliografici e normativi.

The screenshot shows the 'rankers' web application interface. At the top, there is a blue header bar containing the 'rankers' logo, a pixelated background image of a road accident, and the University of Turin seal. Below the header, there is a navigation bar with buttons for HOME, Contatti, Ricerca, Ricerca libera, Schede Scenari, and BackOffice. To the right of the navigation bar are flags for the UK and Italy. The main content area is divided into two sections. The first section is titled 'Selezionare l'utente più debole coinvolto' and contains five radio buttons: Pedone, Velocipede, Ciclomotore o motoveicolo, Autoveicolo, and Mezzo pesante. The second section is titled 'Ricerca Libera' and contains a text input field and a Search button.

Figura 2 – Il sistema della pre-selezione basato sull'utente più vulnerabile (VRU)

Localizzazione dell'incidente	
Strada extraurbana	
Luogo dell'incidente	
qualsiasi	Campi del Database dell'ISTAT
Intersezione	
Incrocio	
Non intersezione	
qualsiasi	
Natura dell'incidente	
Investimento di pedoni	
Secondo veicolo coinvolto	
qualsiasi	
Circostanze dell'incidente	
qualsiasi	
Età del pedone	
qualsiasi	

Domande rilevanti		Domande Rilevanti
DR Contesto stradale		
qualsiasi		
DR Comportamento del pedone		
Il pedone è fuori dalla carreggiata (es. sul marciapiede)		
DR Problemi di visibilità (pedoni)		
qualsiasi		
DR Manovra del secondo veicolo		
qualsiasi		

Figura 3 – Esempio dell'e-Book: parole chiave e domande rilevanti

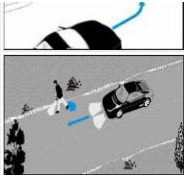
SC35 7.69	Il pedone mentre sta camminando o correndo lungo una strada viene investito frontalmente o da dietro da un veicolo (adattato da Zegeer et al., 2002).	
+ Realizzare rampe di accesso ai marciapiedi + Ricollocare l'arredo urbano eliminando le barriere architettoniche + Vietare il parcheggio sui marciapiedi		Contromisure
SC26 7.69	Un gruppo di scolari attraversa ad una intersezione. Un pedone viene investito da un veicolo che svolta a destra o a sinistra (adattato da Zegeer et al., 2002)	
SC25 7.69	Il pedone attraversa ad una intersezione e viene investito da un veicolo che svolta a destra. Conflitto tra il flusso pedonale e la svolta a destra del veicolo	
SC24 7.69	Il pedone attraversa ad una intersezione e viene investito da un veicolo che svolta a sinistra. Incompatibilità tra il transito del pedone e la svolta a sinistra del veicolo	

Figura 4 – Contromisure correlate allo scenario

SC35	Il pedone mentre sta camminando o correndo lungo una strada viene investito frontalmente o da dietro da un veicolo (adattato da Zegeer et al., 2002).	
7.89		
+	Realizzare rampe di accesso ai marciapiedi	
+	Ricollocare l'arredo urbano eliminando le barriere architettoniche	
Articolo		
it	in G. Maternini et al. <i>Tecniche per la sicurezza in ambito urbano. Le intersezioni stradali a raso. (Linee guida per la progettazione e la gestione ai sensi del DM 19.4.2006, n. 1699). Volume X</i> Egea, Forlì, 2006	
Normativa		
it	Norme sull'arredo funzionale delle strade urbane (CNR n. 150, 15/12/1992)	
it	<u>Regolamento recante norme per l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici, spazi e servizi pubblici (DPR 24/07/1996, n. 503)</u> http://www.handyflex.org/stato/d240796.shtml	
it	Regione Lombardia <u>Legge regionale n. 6 del 20/02/1989. Norme sull'eliminazione delle barriere architettoniche e prescrizioni tecniche di attuazione</u> http://www.copp.regione.lombardia.it/BarriereArchitettoniche.htm	
+	Vietare il parcheggio sui marciapiedi	

Figura 5 – Riferimenti bibliografici e normativi associati ad ogni contromisura

Si può notare come lo scenario scelto può suggerire misure preventive a diversi livelli, all'interno di una politica locale di sicurezza.

Nel caso mostrato viene suggerito di realizzare rampe di accesso ai marciapiedi o di ricollocare l'arredo urbano eliminando le barriere architettoniche ed anche di vietare il parcheggio sui marciapiedi.

4. Conclusioni

L'e-Book è stato e sarà ancora soggetto a sperimentazione con il coinvolgimento di autorità competenti in progettazione e manutenzione stradale. I primi esempi sembrano aver dato risultati positivi.

I punti di attenzione per l'utenza tecnica sono:

- l'uso dei riferimenti per utenti non esperti
- l'uso della letteratura difficilmente accessibile
- l'identificazione delle contromisure in un più ampio contesto di riqualificazione stradale (e non solo nel punto incidentato).

I problemi dal punto di vista scientifico sono:

- creare una "versione internazionale" dell'e-Book, per una maggiore ricchezza di informazioni (ci si scontra con il problema delle diverse keywords dei database e dei diversi contesti normativi)
- come divulgare il contenuto del tool.

Una potenzialità certa dell'e-Book è quella legata alla formazione degli operatori. Si tratta di un metodo facile da mostrare e utile per correggere pre-giudizi diffusi circa l'accadimento degli incidenti.

Inoltre esso può stimolare interessanti discussioni sull'efficacia delle contromisure, grazie

all'esplicitazione del percorso decisionale adottato, sia tra tecnici che tra enti gestori.

5. Riferimenti bibliografici

- [1] Andersson, R. and Menckel, E. (1995). *On the prevention of accidents and injuries, a comparative analysis of conceptual frameworks*. *Accident Analysis and Prevention*, 27(6), p. 757-758.
- [2] Brenac, T. (1997). *L'analyse séquentielle de l'accident de la route (méthode INRETS), comment la mettre en pratique dans les diagnostics de sécurité routière ?* Rapport INRETS, Outils et Méthodes, n° 3, p. 79
- [3] Tira, M. and T. Brenac. *Scenari d'incidente stradale e cartografia per la gestione urbana, Trasporti Europei*, n°12, agosto 1999.
- [4] Megherbi, B. (1994). *L'insécurité d'une ville moyenne approchée par l'analyse fine des accidents et leur agrégation en scénarios types*. INRETS, ENPC, Université Paris XII.
- [5] Yerpez, J. and Girard Y (1996). *Le piéton âgé en ville moyenne : insécurité subjective et accidents de la circulation*. Rapport INRETS-PIRVilles, p. 115.
- [6] IHT, Institution of Highways & Transportation, (1996). *Guidelines for Safety Audit of Highways*, UK.
- [7] Brenac, T., Delcamp J., Pelat S., and Teisseire G. (1996). *Scenarios types d'accidents de la circulation dans le département des Bouches du Rhône*. Rapport MA 9611-2, p. 73.
- [8] Clabaux, N. (2005). *Prevention des risques routiers en ville. Contribution au développement et l'évaluation d'outils d'aide au diagnostic s'appuyant sur des scenario types d'accident*.
- [9] Tira, M., Brenac, T., Michel, J-E. (1999). *Insécurité routière et aménagement de la ville. Etude et cartographie de scénarios d'accidents...*, in *Revue TEC* N° 155, Editions ATEC, p. 22-30.
- [10] Brenac, T., Magherbi, B., (1996). *Diagnostic de sécurité routière sur une ville : intérêt de l'analyse fine de procédures d'accidents tirées aléatoirement*.
- [11] Fleury, D., Brenac T., (1997). *Prototypical scenarios, a means for describing traffic accident phenomena in road safety research and diagnostic studies*. International Co-operation on Theories and Concepts in Traffic Safety, ICTCT 97 Conference.
- [12] Snyder, M., and Knoblauch, R., (1971). *Pedestrian Safety: The Identification of Precipitating Factors and Possible Countermeasures* (2 Vols.), Report No. DOT-HS-800-403, NHTSA.