

# **L'APPLICAZIONE DELLE TECNICHE DI ANALISI DI RISCHIO INDUSTRIALE ALLA SICUREZZA DEI TRASPORTI ED ALLA SICUREZZA STRADALE IN PARTICOLARE**

**Galatola E (1), Toninelli R (1)**  
**(1) Sindar s.r.l., Corso Archinti 35, Lodi, 26900, I**

## **SOMMARIO**

L'analisi di rischio permette di affrontare i temi complessi, cercando di coglierne gli elementi critici e individuando le priorità e le modalità di intervento. Grazie all'applicazione sistematica di tali tecniche è possibile affermare che importanti risultati sono stati ottenuti nel campo del rischio industriale. Altrettanto non si può dire per le problematiche del rischio stradale che è sicuramente la prima emergenza dei tempi in cui viviamo, a fronte di una sempre maggiore richiesta di mobilità.

L'applicazione delle tecniche di analisi di rischio si presta molto bene ad analizzare il rischio stradale e nell'articolo si traccia un quadro partendo dall'importanza del problema, definendo quale livello di tollerabilità possa essere individuato e descrivendo con quali modalità sarebbe possibile proporre tale approccio metodologico.

## **1    PREMESSA**

Con il presente intervento si propone di evidenziare l'utilità dell'analisi di rischio come strumento di programmazione per problematiche complesse come la sicurezza stradale.

In particolare si propone un approccio normalmente non utilizzato in Italia, ma dall'indubbia e comprovata efficacia in altri settori.

L'analisi di rischio infatti permette di affrontare i temi complessi, cercando di coglierne gli elementi critici e individuando le priorità e le modalità di intervento.

## **2    APPROCCIO METODOLOGICO**

### **2.1   Rilevanza del problema**

Per inquadrare la peculiarità e l'importanza del problema che stiamo affrontando, possiamo osservare che nella società contemporanea, ed in particolar modo nel mondo occidentale, sono stati oggettivamente ottenuti, in campo sanitario, grandi progressi; se guardiamo all'Italia, dall'inizio del secolo ad oggi la mortalità infantile è passata da 20 decessi su 100 nati a 5,4 decessi su mille nati (media 2000-2005), mentre la speranza di vita attesa è passata da 45-50 anni a 75 anni per gli uomini e 82 per le donne, uno dei livelli più alti tra i paesi industrializzati.

Vita attesa alla nascita per uomini e donne						
Paese	Donne			Uomini		
	1960	1990	1998	1960	1990	1998
Francia	73,6	80,9	82,2	67,0	72,7	74,6
Germania	72,4	79,0	80,5	66,9	72,7	74,5
Italia	72,3	80,0	81,6	67,2	73,5	75,3
Olanda	75,4	80,1	80,7	71,5	73,8	75,2
Spagna	72,2	80,5	82,2	67,4	73,4	74,8
Svezia	74,9	80,4	81,9	71,2	74,8	76,9
Regno Unito	74,2	78,5	79,7	68,3	72,9	74,6
Media UE	72,6	79,2	80,6	67,5	72,8	74,5
Stati Uniti	73,1	78,8	79,4	66,6	71,8	73,9

Tabella 1 Vita attesa alla nascita per uomini e donne

Ciononostante, dal punto di vista delle morti accidentali (vedi Figura 1), se un decremento vi è stato, sicuramente non è stato significativo, ovvero i progressi nel campo della sicurezza sono decisamente inferiori a quelli nel campo della salute.

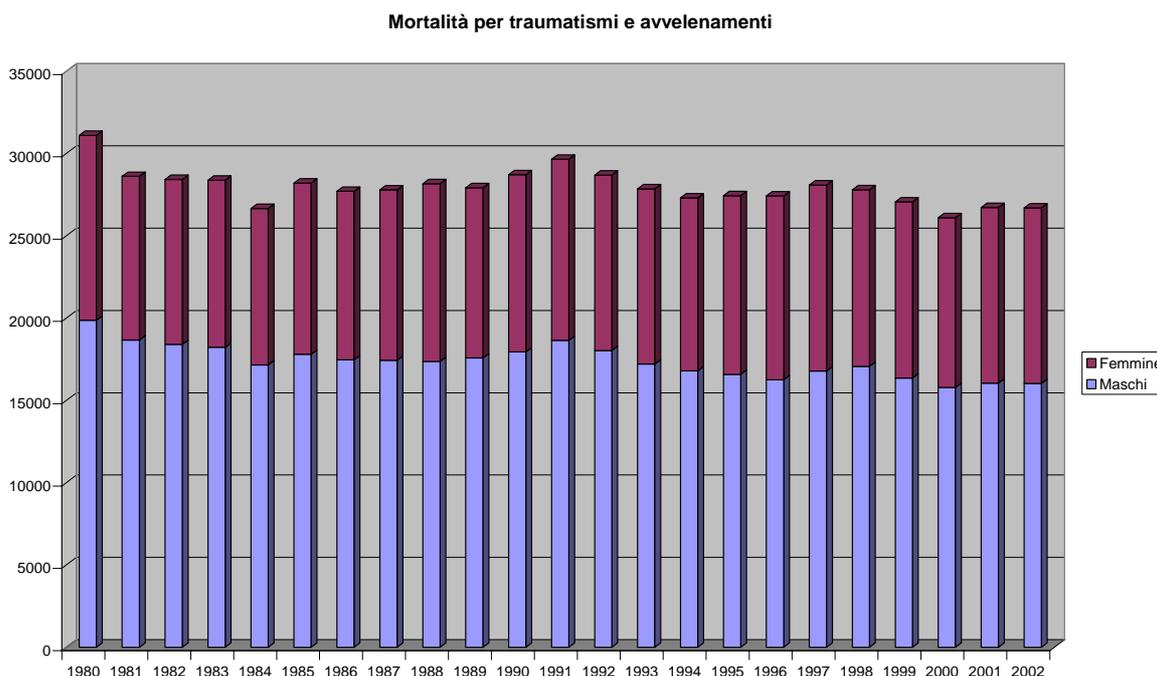


Figura 1: andamento delle morti accidentali in Italia

È interessante notare che la differenza di mortalità accidentale tra maschi e femmine è sempre costante nel tempo, con un rapporto di circa 2 a 1, a dimostrazione che il sesso femminile è più forte e resistente di quello maschile.

Quali sono le cause delle morti accidentali? Le cause sono molteplici, ma le due principali sono il trasporto stradale e gli incidenti domestici (vedi Figura 2).

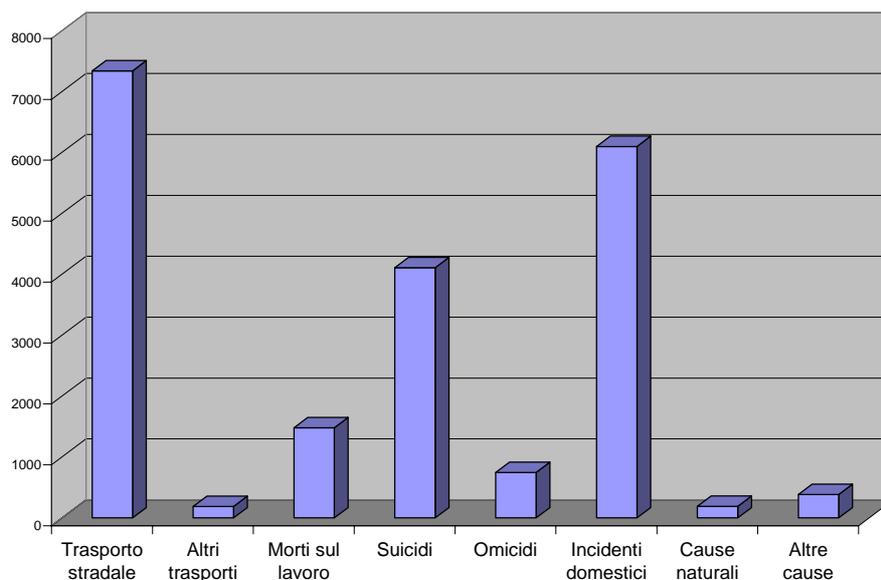


Figura 2: morti accidentali in Italia per causa

Non affrontare con la dovuta attenzione queste che sono ormai le cause più importanti di riduzione della vita umana significa non affrontare razionalmente (e quindi efficacemente) il problema.

## 2.2 La percezione del rischio

Prima di valutare le cause è opportuno però fare alcune considerazioni sul problema della percezione del rischio. I rischi che noi percepiamo come più rilevanti sono quelli per i quali la regolamentazione è risultata essere più articolata. Se un rischio è regolamentato, denota la preoccupazione che esso genera e l'esigenza collettiva di ridurlo e circoscriverlo quanto più è possibile.

Proviamo a confrontare alcune problematiche di rischio diverse, ma di interesse generale:

- Il rischio derivante dalla presenza di stabilimenti a rischio di incidente rilevante
- Il rischio derivante dalla circolazione di mezzi adibiti al trasporto di merci pericolose
- Il rischio derivante dalla circolazione di mezzi adibiti al trasporto di merci non pericolose
- Il rischio connesso allo spostamento delle persone sulle arterie stradali

Immaginiamo di domandare ad una persona a caso di ordinare questi rischi, a cui tutti siamo soggetti, secondo una scala di pericolosità. Probabilmente otterremo la stessa risposta del grafico riportato in Figura 3 in cui è individuata la scala di priorità del nostro normatore in funzione del numero e della tipologia di adempimenti (obblighi) a cui sono soggette le diverse attività.

Nell'ottica delle priorità la movimentazione delle persone su strada è sicuramente un problema minore. È interessante però confrontare lo stesso grafico non più in un'ottica di scala arbitraria per numero di adempimenti, attenzione dei media e percezione, bensì su una scala numerica del rischio effettivo.

Nel grafico di Figura 4 sono riportati i dati in morti/anno attribuibili alle diverse cause. Il dato relativo agli incidenti industriali ed agli incidenti nel trasporto di sostanze pericolose (per eventi connessi con la pericolosità delle stesse) è un dato medio ricavato dagli eventi occorsi negli ultimi 40 anni. Il dato relativo al trasporto merci è invece stato calcolato computando tutti gli eventi incidentali con il coinvolgimento di un mezzo pesante.

## Regolamentazione e percezione del rischio

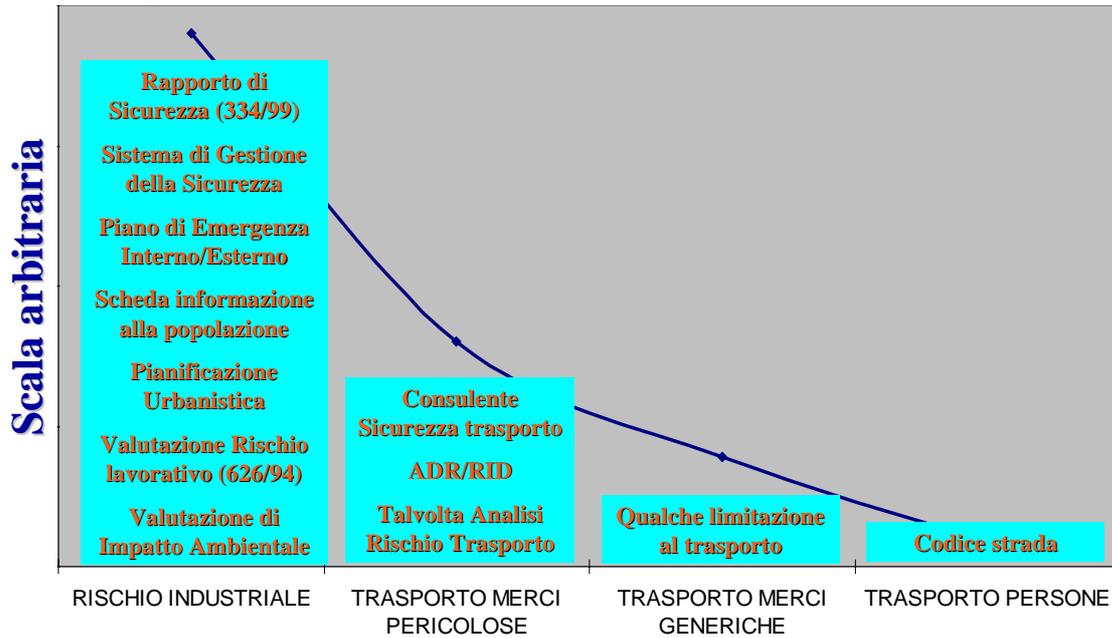


Figura 3 Regolamentazione e percezione del rischio

## Rischio effettivo

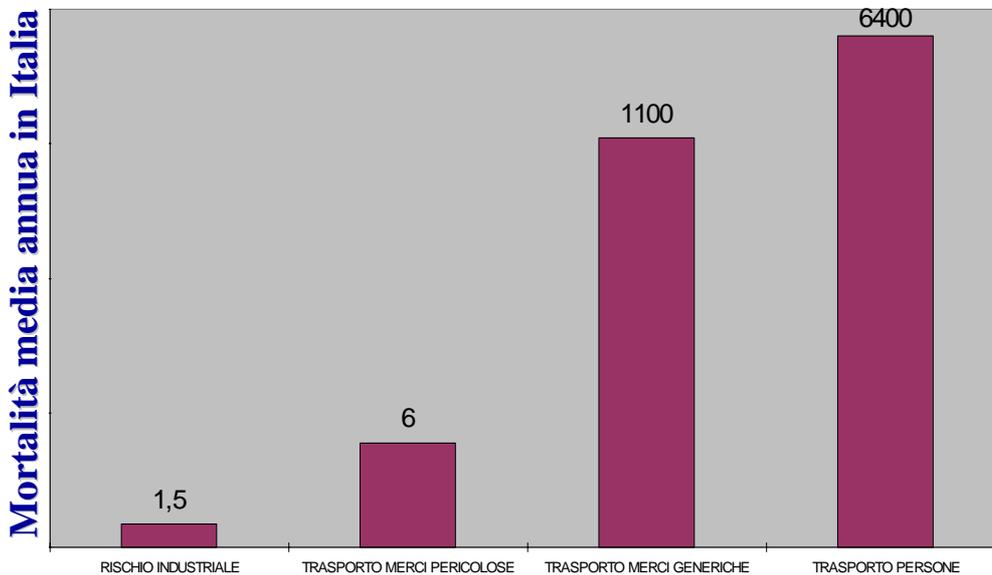


Figura 4 Rappresentazione del rischio effettivo

In Figura 5 sono confrontati i due approcci. Escludendo in questa sede qualsiasi giudizio su eventuali sopravvalutazioni del problema dei rischi rilevanti, è però evidente una forte sottovalutazione del problema del trasporto stradale sia in termini di strumenti normativi coercitivi, sia in termini di

pressione della pubblica opinione per considerarlo per quello che è, ovvero una vera, se non la vera, emergenza nazionale.

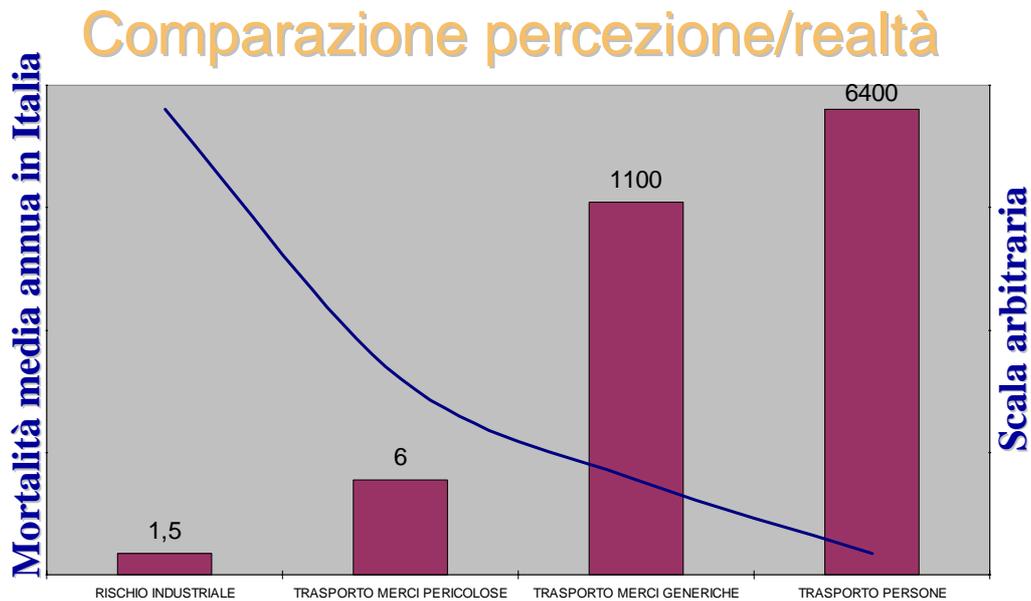


Figura 5 Comparazione tra percezione e realtà

Diciamo che tra la percezione e la realtà esiste una dicotomia piuttosto forte. Non è sbagliato affrontare il rischio industriale con così forte attenzione, dato che in effetti se ne è conseguita la riduzione.

L'errore sta nel fatto che non poniamo uguale attenzione a tutti i problemi effettivi, che, per quanto riguarda il trasporto stradale possono essere sintetizzati nella costante scomparsa dell'equivalente di una città all'anno, per non dire che risulta essere la prima causa di morte tra i giovani fino a 34 anni.

Il confronto tra la Figura 3 e la Figura 4 permette di fare anche un'altra considerazione: dove esiste una regolamentazione efficace e capillare, i risultati (in termini di riduzione di incidentalità) non vengono a mancare; viceversa dove la regolamentazione risulta essere inadeguata, gli effetti restano invariati.

### 2.3 Importanza dell'approccio probabilistico

Quest'ultimo risulta essere proprio il caso del trasporto stradale: la perdurante difficoltà nel riuscire a ridurre i danni e il sostanziale non rispetto delle direttive comunitarie che ci impongono di dimezzare il numero delle vittime in dieci anni dimostra l'inefficacia dell'approccio deterministico sinora seguito. Tale approccio si basa sull'assunto per cui le misure di riduzione del danno sono note a priori ed è solo la loro corretta applicazione a permettere di raggiungere i risultati prefissati.

Nell'affrontare il tema del rischio industriale si è invece seguito un diverso approccio, che per semplificare possiamo definire probabilistico; questo approccio si basa sull'assunto che non esista il rischio zero, ma che per poter ridurre il rischio occorra prima di tutto conoscerlo e quantizzarlo, dopodiché è possibile intervenire sulle problematiche di maggiore rilevanza e poi man mano su quelle probabilisticamente meno significative.

Questo approccio è quello che si vuole proporre anche per il trasporto stradale.

### 3 TOLLERABILITÀ DEL RISCHIO STRADALE

#### 3.1 Tollerabilità del rischio stradale puntuale

Innanzitutto è opportuno procedere alla definizione di rischio ed in particolare a quella di rischio individuale. Per Rischio Individuale si intende la probabilità annua che un individuo subisca un certo livello di danno, a seguito di un determinato incidente.

Ove si faccia riferimento a quello che è normalmente considerato come il più grave livello di danno (perdita della vita), il rischio individuale può essere esplicitato come "la probabilità annua che ha un individuo di perdere la vita a seguito di un determinato incidente".

In paesi come il Regno Unito, l'Olanda, la Danimarca si è provveduto a definire un rischio individuale "tollerabile" in modo da rendere oggettiva l'accettabilità o meno di una nuova realtà produttiva, secondo il concetto per cui il rischio a cui un individuo è esposto non deve essere incrementato significativamente da attività umane (industriali o di servizio) create da terzi, a meno di un'esplicita e cosciente accettazione dello stesso.

In altre parole: le attività generate da terzi non devono comportare un peggioramento rilevante delle condizioni di sicurezza di un individuo che non ne tragga direttamente e coscientemente dei benefici.

Il livello di riferimento per valutare l'alterazione delle condizioni di sicurezza è il rischio "naturale", cioè quello a cui ogni individuo è esposto per il solo fatto di vivere a contatto con il mondo naturale.

A tal proposito è possibile tenere conto di alcune considerazioni di valenza generale:

- il rischio individuale per eventi naturali nefasti (alluvioni, terremoti, tempeste, etc.) è variabile a seconda del sito, ma è in generale compreso nella fascia  $10^{-6}$ ÷ $10^{-5}$  occ./anno (considerando i valori medi degli ultimi venticinque anni in Italia si possono calcolare una media di 100 morti/anno per terremoti, 30 per alluvioni, 20 per fulminazioni e 40 per punture insetti/morsi animali, per un rischio totale pari a  $3.3 \cdot 10^{-6}$  occ./anno (vedi Figura 6)

#### Morti traumatiche per eventi naturali nefasti

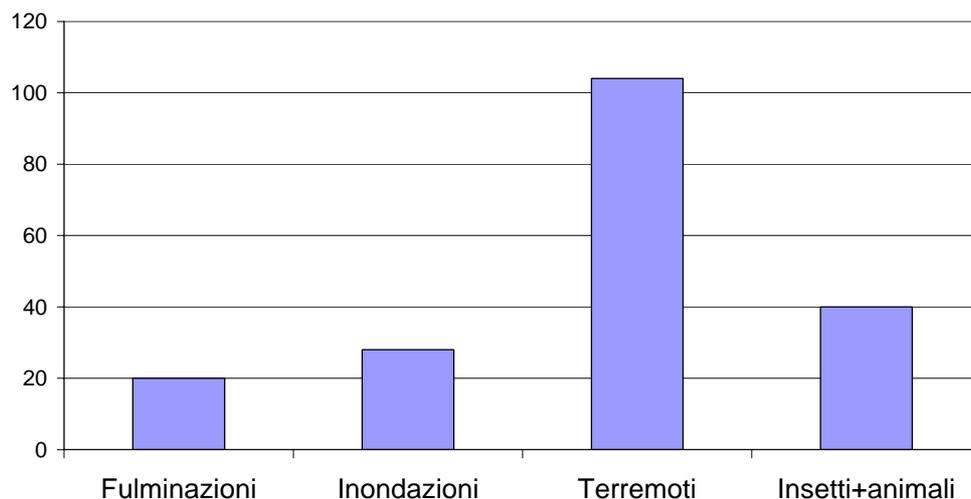


Figura 6 Mortalità per eventi naturali (media ultimi 25 anni Italia)

- esiste un rischio individuale di morte dovuto ad incidenti di natura non lavorativa, quali incidenti stradali, incidenti domestici, incendi, annegamenti, ecc; secondo l'annuario ISTAT, il rischio individuale annuo di morte per tutte le cause incidentali (compresi i casi d'omicidio e

suicidio) risultato pari a  $4,6 \cdot 10^{-4}$ , (vedi Figura 1 e Figura 2) (nota i dati sugli incidenti sul lavoro provengono da fonte INAIL, quelli sul lavoro domestico vengono dall'Istituto Superiore di Sanità). L'esposizione è calcolata sulle 24 ore.

- il rischio individuale d'origine lavorativa, solitamente calcolato con riferimento ad una durata d'esposizione di circa 1800 ore/anno, varia significativamente a seconda del particolare settore industriale, ma, è generalmente compreso nella fascia  $10^{-5} \div 10^{-3}$ , ( $1,7 \cdot 10^{-4}$  nel 2000) (vedi Figura 7 e Figura 8)

### Morti traumatiche attività lavorative

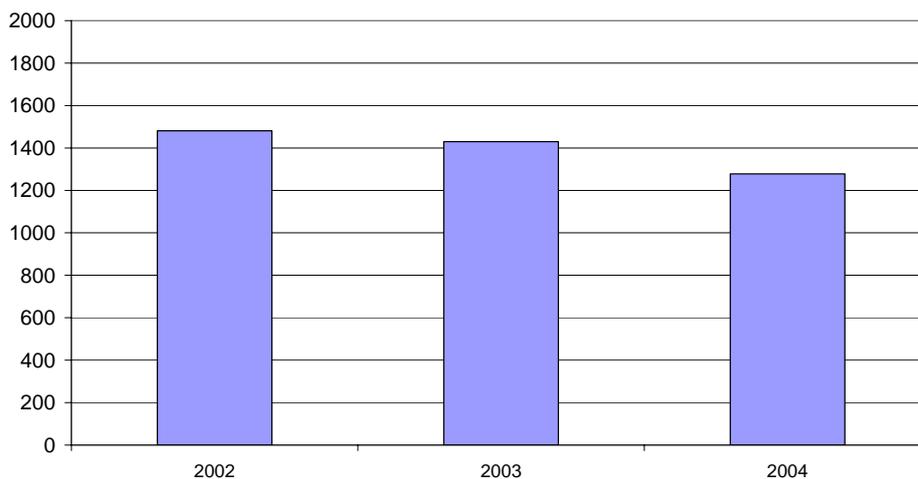


Figura 7 Andamento mortalità attività lavorative

### Morti traumatiche attività lavorative 2004

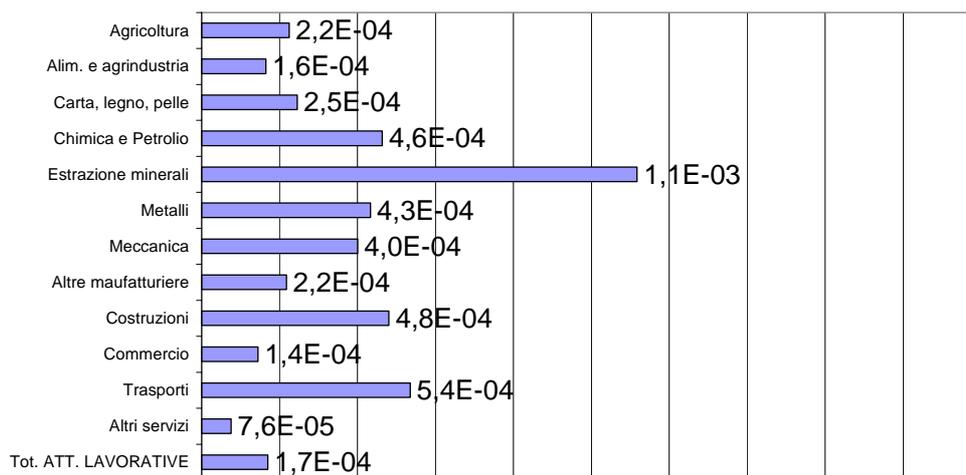


Figura 8 Distribuzione mortalità attività lavorative

- il rischio di letalità per cause naturali (malattia, esclusi i traumatismi) per fasce d'età tra 5 e 54 anni varia nel campo da  $10^{-4}$  a  $10^{-2}$  ( $1,1 \cdot 10^{-3}$  nel 2002) (vedi Figura 10)

### Probabilità di morte per cause naturali 2002

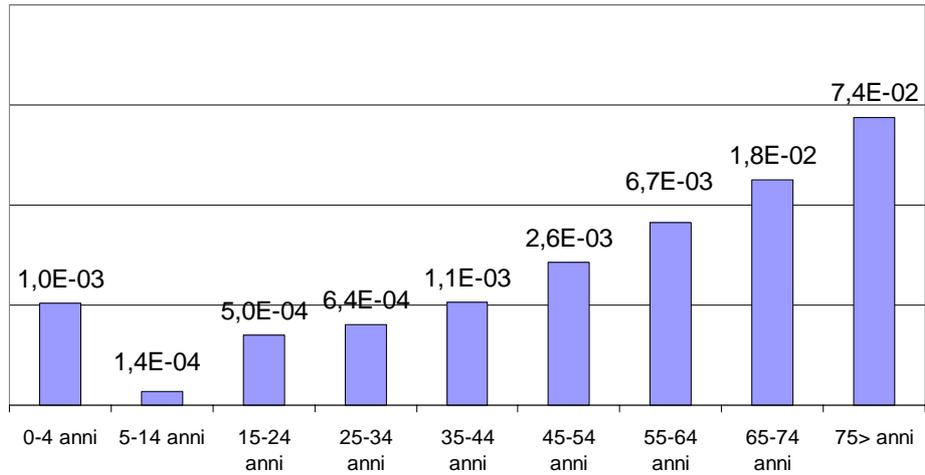


Figura 9 Letalità per cause naturali (tutte le cause)

### Prob. morte cause naturali (solo malattia) 2002

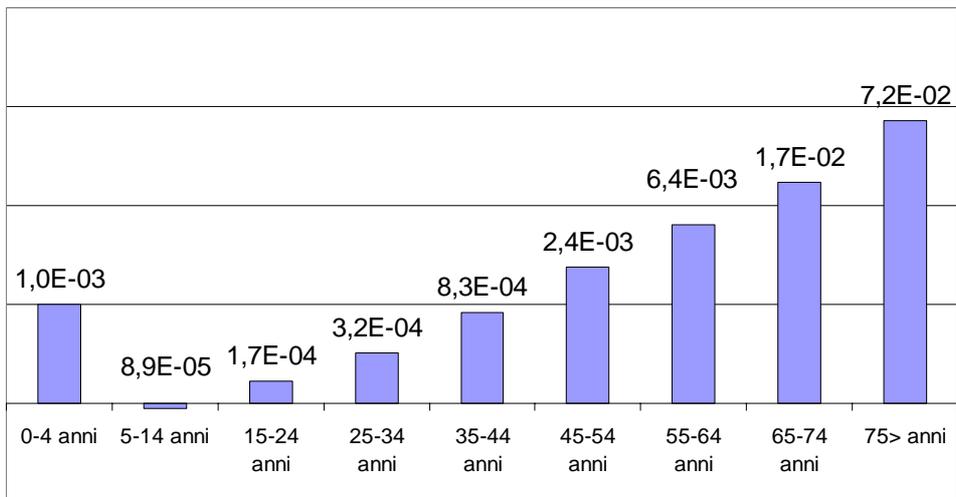


Figura 10 Letalità per cause naturali (sottraendo le cause accidentali)

Analizzando i dati, a partire da un valore di rischio di circa  $10^{-6}$  per catastrofi naturali,  $10^{-6} - 10^{-5}$  per attività non lavorative,  $10^{-4} - 10^{-3}$  per attività lavorative, si è arrivati comunemente all'adozione del criterio per cui il livello di riferimento per i rischi individuali tollerabile generato da attività umane (industriali o di servizio) create da terzi, a meno di esplicita e cosciente accettazione dello stesso dovrebbe essere nell'ordine di  $10^{-6}$ .

NATURA DEL RISCHIO	VAL. MINIMO	VAL. MASSIMO
Catastrofi naturali	$10^{-6}$	$10^{-5}$
Attività non lavorative	$10^{-6}$	$10^{-3}$
Attività lavorative	$10^{-5}$	$10^{-3}$
Senescenza, malattie	$10^{-4}$	$10^{-2}$

Tabella 2 Rischio individuale, varie cause

È ovvio che questo criterio non risulta essere automaticamente applicabile alla problematica del trasporto, ma permette di approssciare in modo analitico il problema.

Dall'analisi della Figura 10 è possibile verificare che esistono fasce d'età per le quali è molto basso il rischio di morte per cause naturali. Per queste fasce d'età l'incidenza della mortalità per strada risulta essere massima.

Con riferimento al trasporto, dovendo confrontare l'utilizzo di mezzi diversi che ci consentono di percorrere un determinato tragitto, più che di rischio individuale per tempo di esposizione occorrerebbe riferirsi al rischio per persona e per km percorso.

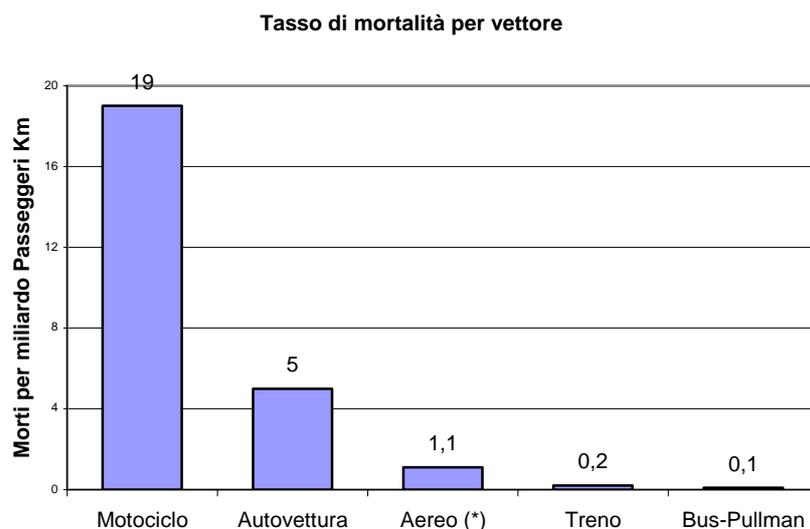


Figura 11 Tasso di mortalità per vettore in Italia (spostamenti medio-lunghi)

Dalla Figura 11 è possibile verificare come sia poco corretta la percezione di maggiore sicurezza nel muoversi in macchina rispetto ad altri mezzi di trasporto (i dati si riferiscono al biennio 2002-2003; i dati relativi al trasporto aereo, tipicamente senza frontiere, si riferiscono al traffico su scala mondiale). In realtà, se vediamo il corrispondente grafico di Figura 12 per i mezzi con i quali si effettuano spostamenti di breve distanza, notiamo che i valori dei tassi di mortalità per persona e km percorso sono ancora superiori.

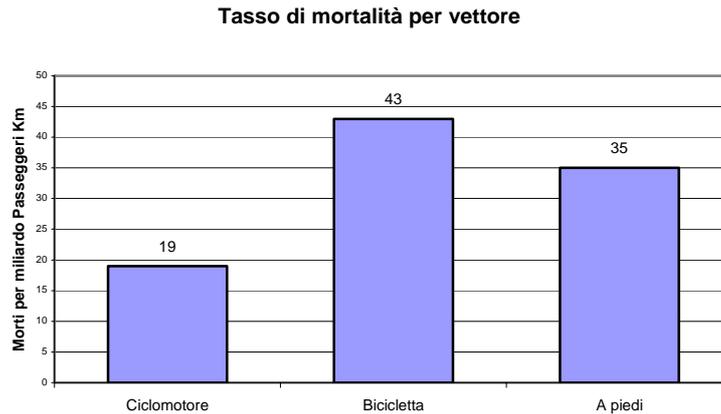


Figura 12 Tasso di mortalità per vettore (spostamenti brevi)

Ciò deve far riflettere, dato che in questi casi la mortalità non viene dal mezzo stesso (una caduta isolata in bicicletta o a piedi raramente ha esiti gravi) bensì da investimenti o scontri con mezzi a velocità ben superiori. Occorre pertanto riconsiderare il traffico stradale. Il rischio ad esso connesso non è totalmente volontario, come ad esempio l'utilizzo del treno (per il quale l'intero rischio si esaurisce nell'uso del mezzo stesso), ma risulta essere anche involontario e quindi deve essere considerato come fenomeno sociale. La rete stradale infatti si sovrappone capillarmente al territorio in cui viviamo.

Per il rischio stradale ha pertanto senso confrontarsi con i valori di Tabella 2 ed in particolare di

Figura 10 per il rischio individuale. Considerando per semplicità un'esposizione giornaliera media di 8 ore, il rischio individuale dovuto al trasporto stradale in Italia può essere calcolato pari a  $3,8 \cdot 10^{-4}$  occ./anno.

È interessante in particolare confrontare i grafici di Figura 9 e Figura 10 nella fascia 5-34 anni per intuire la rilevanza del dato sul rischio individuale connesso al traffico stradale.

Già la comunità europea (e conseguentemente le linee di indirizzo del Piano Nazionale della Sicurezza Stradale) ci ha imposto il dimezzamento dell'incidentalità stradale da raggiungere entro il 2010, quindi di fatto richiedendo un valore massimo del rischio individuale complessivo pari a  $2 \cdot 10^{-4}$  occ./anno.

Sempre dalla Figura 10, però, dovrebbe ricavarsi un obiettivo minimo di non superare mai puntualmente in ogni punto del territorio nazionale un rischio di  $1,0 \cdot 10^{-4}$  occ./anno, in modo da non contribuire più in modo predominante al rischio nella fascia 5-34 anni. Questo valore può essere preso a riferimento per la valutazione della tollerabilità dei rischi parzialmente volontari.

In particolare è possibile prendere a riferimento questo valore limite per la verifica di tollerabilità per situazioni di particolare rischio a livello puntuale, come possono essere specifiche intersezioni di nota pericolosità.

### 3.2 Tollerabilità del rischio stradale lineare

Un'altra metodologia per la verifica della tollerabilità del rischio è l'analisi del rischio sociale. Il rischio sociale è rappresentato dalla curva nel diagramma F-N che correla la frequenza attesa al numero di vittime dei vari episodi incidentali e tiene conto del diverso impatto che hanno sull'opinione pubblica eventi più rari, ma con maggior numero di vittime contemporaneamente (es. incidente aereo), rispetto a eventi più frequenti, ma di minor appeal mediatico (anziano investito sulle

strisce). In Europa, attualmente, solo la Danimarca e l'Olanda hanno esplicitamente definito un criterio di tollerabilità per il rischio sociale.

In realtà, con riferimento alla sicurezza stradale, non sembra che tale metodologia risulti essere totalmente pertinente, in quanto il numero di persone coinvolte contemporaneamente negli incidenti stradali è generalmente limitato. È invece importante definire un rischio tollerabile per tratta, ovvero per unità di lunghezza.

A tal proposito l'ACI calcola già specifici indici di pericolo e rischio per tratta, ma poiché la valutazione, in questa fase è effettuata per ordini di grandezza, è possibile considerare un valore medio nazionale pari al numero di morti fratto il totale dei km delle strade esercite.

Il dato di difficile valutazione è sempre quello del numero dei morti, a causa dello scostamento costante tra il numero di morti ufficiale ACI-ISTAT e quello derivante dalle statistiche sanitarie (disponibile successivamente) da cui risulta che il primo dato è sottostimato del 10-30%. Prendendo il dato del 2003 pari a 6065 morti, sovrastimando il dato del 10% si ottiene un valore pari a 6700 morti. Di questi il 41% avviene su strade urbane ed il rimanente su strade extra-urbane (autostrade, regionali, provinciali e comunali). Essendo lo sviluppo stradale pari a circa 170000 km di strade urbane e 480000 km di strade extraurbane, si ottiene un rischio pari ad 8 morti per 1000 km\*anno su strade extraurbane e 16 morti per 1000 km\*anno su strade urbane.

Il limite di tollerabilità può essere pertanto portato a 1 morto per 1000 km/anno. Ciò permette anche di poter classificare le strade (vedi PNSS) in:

Classe di rischio strade extraurbane	Morti per 100 km
massimo rischio	10
rischio elevato	5
rischio intermedio	2
dato medio nazionale	1
Soglia di tollerabilità	0,1

Tabella 3 Classe di rischio strade extraurbane

#### 4 APPLICAZIONE DELLE TECNICHE DI ANALISI DEL RISCHIO ALLA SICUREZZA STRADALE

Una volta definiti dei limiti sulla tollerabilità del rischio per il trasporto stradale, occorre definire le modalità per poter raggiungere tale obiettivo. La riduzione del rischio si ottiene sia riducendo le conseguenze che riducendo le probabilità, con interventi di mitigazione o di misure preventive.

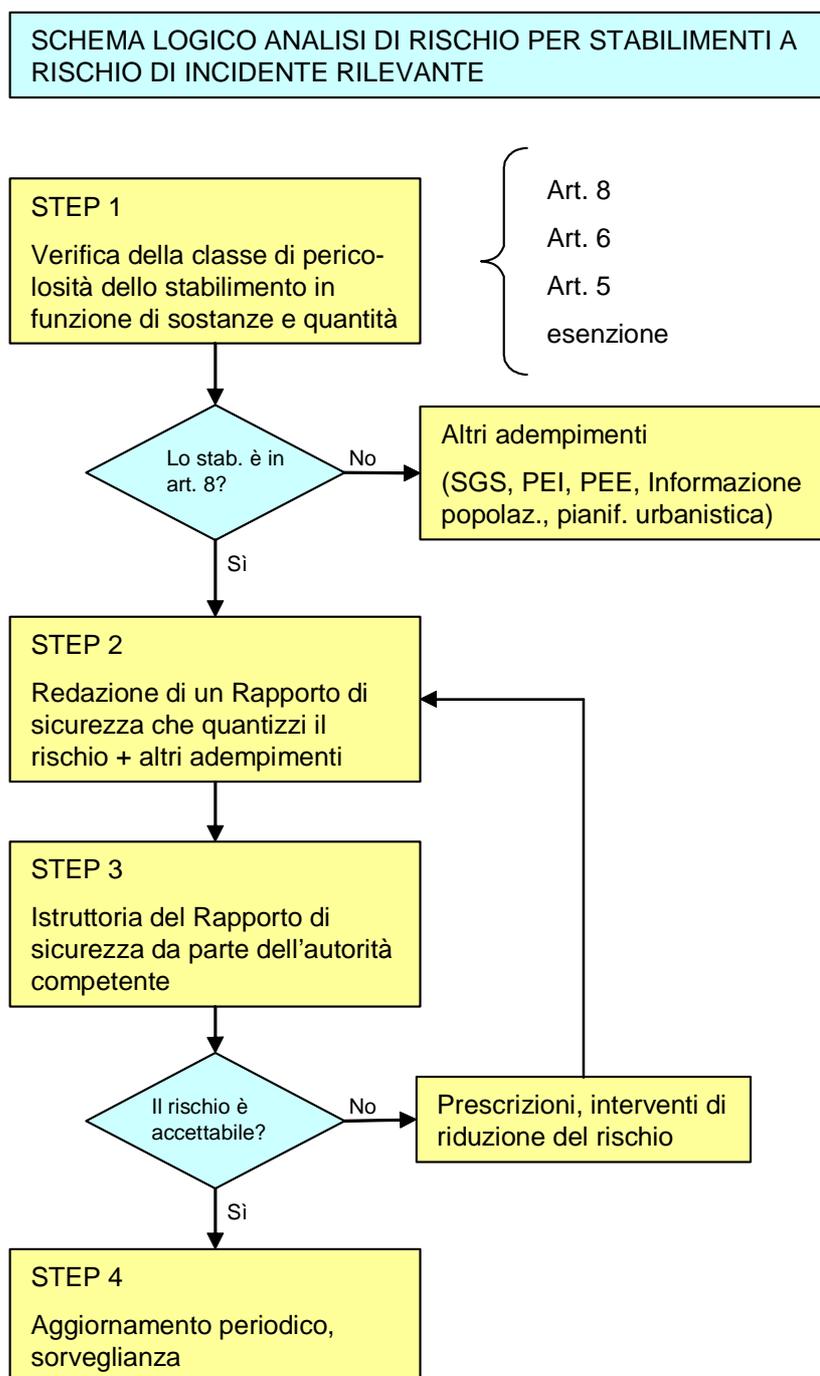


Figura 13 Schema semplificato controllo rischio stabilimenti a rischio incidenti rilevanti

Per raggiungere tale fine occorre utilizzare le tecniche di analisi del rischio, ormai consolidate nel settore del rischio industriale. La valutazione del rischio, obbligatoria per tutte le realtà coinvolte dal rischio industriale, segue uno schema logico sintetizzabile in: guarda cosa è già successo, verifica cosa può succedere, analizza tutti i modi in cui può succedere, identifica gli eventi anomali, valuta l'entità dei danni, individua gli interventi, verifica il raggiungimento degli obiettivi.

In estrema sintesi il processo di controllo del rischio industriale può essere schematizzato come riportato in Figura 13.

Per similitudine si riportano di seguito i vari argomenti di cui alla Figura 13 e si analizzano i corrispondenti contenuti per l'elaborazione di un "Piano di Sicurezza della Mobilità Locale"<sup>1</sup>.

Risulta evidente che la trasposizione degli obblighi individuati dalla cosiddetta Direttiva Seveso (recepita in Italia con il DPR 175/88, sostituita dal D.Lgs. 334/99 e recentemente aggiornata con il D.Lgs. 238/05) per gli stabilimenti a rischio di incidente rilevante non possono essere traslati tout-court per trattare la sicurezza stradale, ma le analogie che di seguito si proveranno ad illustrare sono maggiori e più sorprendenti di quanto uno possa immaginare di primo acchito.

Nella Tabella 4 si propone una legenda per la traslazione della terminologia tra i due settori individuati

	RISCHIO INDUSTRIALE	SICUREZZA STRADALE
Estensore dell'analisi di rischio ed ente controllato	Stabilimento	Provincia/Comune
Analisi di rischio	Rapporto di Sicurezza	Piano di Sicurezza della mobilità Locale
Ente di controllo e titolare dell'istruttoria	Comitato Tecnico Regionale presso la Direzione Regionale dei VVF e/o Regione competente	Costituenda Agenzia Nazionale della Sicurezza Stradale?

Tabella 4 corrispondenza della terminologia tra le analisi di rischio.

#### **4.1 STEP 1 - DEFINIZIONE DELLA CLASSE DI PERICOLOSITÀ PER PROVINCE E COMUNI**

Tutte le attività lavorative devono produrre una valutazione dei rischi a cui sono esposti i lavoratori (art. 4 D.Lgs. 626/94). Gli stabilimenti a rischio di incidente rilevante devono approfondire la valutazione di rischio (per la popolazione) con metodologie quantitative se la quantità di sostanze pericolose presenti superano dei quantitativi di soglia.

Nel caso del trasporto su strada è possibile individuare gli enti gestore dell'infrastruttura pericolosa (la strada) negli Enti locali (Provincia e Comune). Anche in questo caso tutti gli enti dovrebbe condurre un'analisi di rischio, ma l'obbligo dovrebbe scattare per quelli che gestiscono le situazioni più pericolose (e che più ci fanno discostare dalle richieste di riduzione dettate dalla Comunità europea).

##### **4.1.1 Classe di pericolosità viabilità extraurbana**

Con riferimento ai criteri di tollerabilità del rischio precedentemente enunciati, è possibile riferirsi alla Tabella 3 e definire una classe di pericolosità

<sup>1</sup> Si noti che il nome è qui proposto per la prima volta onde differenziarlo da altri studi di settore già esistenti.

<b>CdP</b>	<b>Una o più tratte della rete stradale sono</b>
A- Alta	A rischio massimo o elevato
B - Media	A rischio intermedio
C - Bassa	Tutte le tratte sono a bassa incidentalità

Tabella 5 Definizione di Classe di pericolosità stradale

L'obbligo di stesura di un Piano di Sicurezza della Mobilità locale potrebbe essere previsto per Province e Comuni sul cui territorio siano presenti tratte con 5 o più morti ogni 100 km.

Questo criterio risulta però valido solo per tratte critiche extraurbane e non tiene conto di un'eventuale elevata incidentalità urbana.

A questo proposito il Piano Nazionale della Sicurezza Stradale PNSS individua un altro parametro per stabilire una classe di pericolosità per Comuni e Province: viene definito un indice di danno sociale IDS [Piano Nazionale della Sicurezza Stradale - Progetti Pilota - Documentazione tecnica - Dicembre 2000] ponderando i morti e i feriti in proporzione al costo sociale sostenuto per gli uni e per gli altri e adottando un ulteriore coefficiente di ponderazione (pari a 2) per il dato relativo ai morti, al fine di orientare più decisamente l'indice verso le situazioni di massima gravità e normalizzando tutto a 100.

#### 4.1.2 Classe di pericolosità urbana a livello provinciale

- La classe provinciale di massima entità di danno sociale è caratterizzata da un numero medio di morti per provincia pari a 244, un numero medio di feriti pari a 19.300 e da un IDS pari a 72. Nel complesso questa classe raccoglie il 15% dei morti per incidenti stradali e il 24% dei feriti.
- La classe provinciale di elevata entità del danno sociale è caratterizzata da un numero medio di morti per provincia pari a 131, da un numero medio di feriti pari a circa 5.000 e da un IDS pari a 33. Nel complesso questa classe raccoglie il 28% dei morti per incidenti stradali e il 22% dei feriti.
- La classe provinciale di media entità del danno sociale è caratterizzata da un numero medio di morti per provincia pari a 45, da un numero medio di feriti pari a 2.000 e da un IDS medio pari a 12. Nel complesso questa classe raccoglie il 58% dei morti per incidenti stradali e il 54% dei feriti.

In relazione a tali caratteristiche, sempre con riferimento al PNSS è stata definita una classe di danno sociale

Classe di danno sociale provinciale	IDS
massimo	$IDS \geq 50$
elevato	$50 > IDS \geq 25$
medio	$25 > IDS \geq 12$
basso (*)	$IDS < 12$

(\*) questa classe è proposta in questo documento

Tabella 6 Classe di danno sociale provinciale

#### 4.1.3 Classe di pericolosità urbana a livello comunale

- La classe comunale di massima intensità del danno sociale è caratterizzata da un numero medio di morti per comune pari a 102 e da un numero medio di feriti pari a poco meno di 26.000; l'IDS è pari a 44.
- La classe comunale di elevata entità di danno sociale è caratterizzata da un numero medio di morti per comune pari a 35, da un numero medio di feriti pari a 4.500 e da un IDS medio pari a 13.
- La classe comunale di media entità del danno sociale presenta un numero medio di morti per comune pari a 23, un numero medio di feriti pari a 2.300 e in IDS medio pari a 7.

Classe di danno sociale comunale	IDS
massimo	$IDS \geq 40$
elevato	$40 > IDS \geq 10$
medio	$10 > IDS \geq 7$
basso (*)	$IDS < 7$

(\*) questa classe è proposta in questo documento

Tabella 7 Classe di danno sociale comunale

#### 4.1.4 Proposta limiti di soglia

In relazione ai parametri descritti, si suggerisce di introdurre, in analogia a quanto previsto per gli stabilimenti a rischio di incidente rilevante, una classe di pericolosità stradale CPS così definita

CPS provinciale	IDS	Una o più tratte della rete stradale provinciale sono
A- Alta	Massimo o elevato	A rischio massimo o elevato
B - Media	Medio	A rischio intermedio
C - Bassa	Basso	Tutte le tratte sono a bassa incidentalità

Tabella 8 Definizione di Classe di pericolosità stradale provinciale

CPS comunale	IDS	Una o più tratte della rete comunale extraurbana sono
A- Alta	Massimo o elevato	A rischio massimo o elevato
B - Media	Medio	A rischio intermedio
C - Bassa	Basso	Tutte le tratte sono a bassa incidentalità

Tabella 9 Definizione di Classe di pericolosità stradale comunale

## 4.2 STEP 2 - CONTENUTI DEL PIANO DI SICUREZZA DELLA MOBILITÀ LOCALE

Relativamente all'analisi di rischio, i contenuti di un Rapporto di Sicurezza possono essere schematizzati nella Figura 14

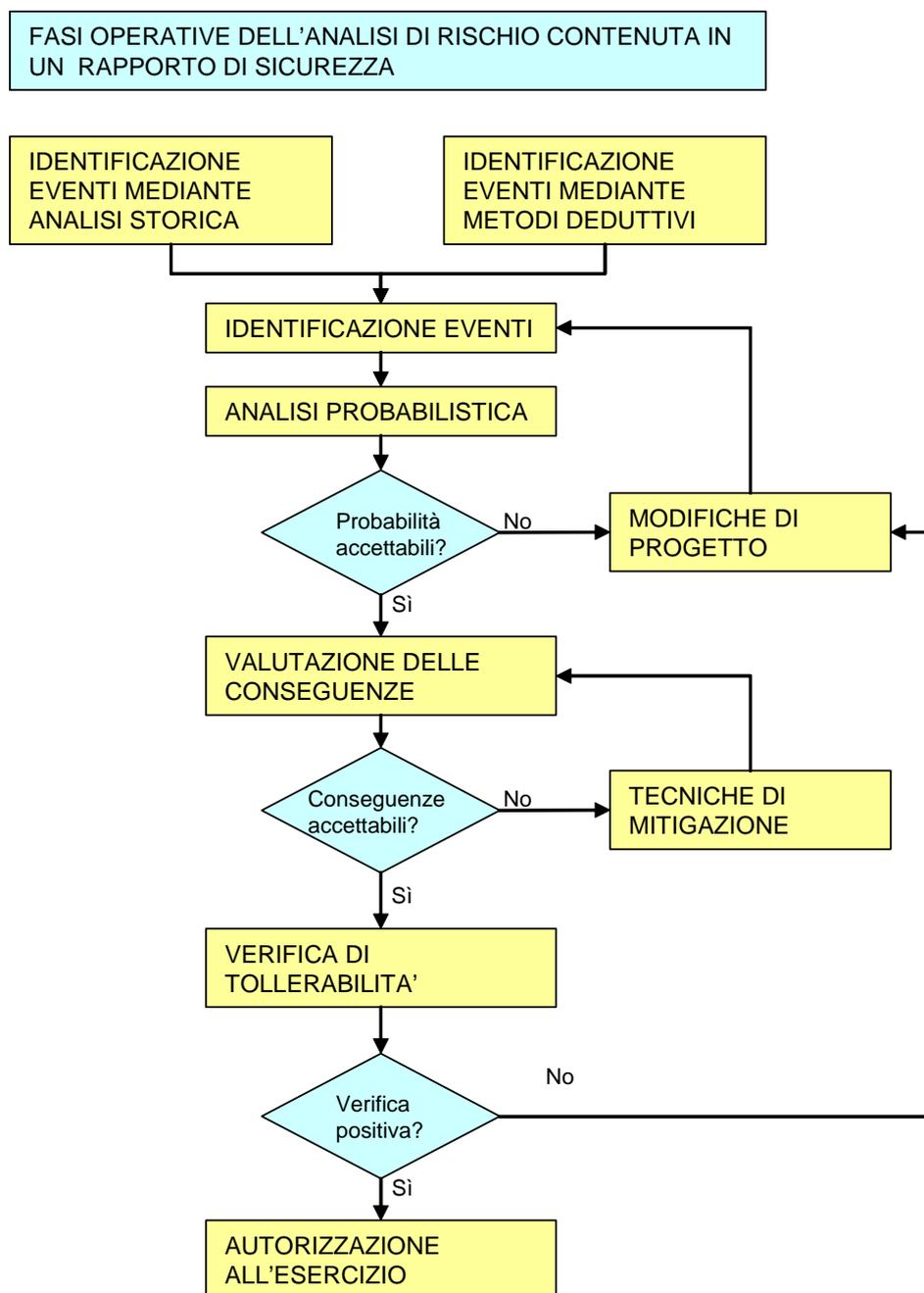


Figura 14 Schema semplificato dei contenuti di un rapporto di sicurezza

Nella Tabella 10 si propone una tabella di corrispondenza della terminologia.

RAPPORTO DI SICUREZZA	PIANO DI SICUREZZA DELLA MOBILITÀ LOCALE
Analisi storica	Raccolta dati sull'incidentalità stradale
Identificazione degli eventi mediante metodi deduttivi	Road safety audits, analisi disaggregata
Identificazione delle probabilità di accadimento	Ricomposizione del rischio e simulazione dell'efficacia degli interventi
Modifiche di progetto	Interventi sulle infrastrutture e sui conducenti
Valutazione delle conseguenze	Simulazione degli impatti
Tecniche di mitigazione	Tecniche di mitigazione
Verifica di tollerabilità	Verifica di tollerabilità

Tabella 10 corrispondenza della terminologia sui contenuti delle analisi di rischio.

Per similitudine si riportano di seguito i vari argomenti di cui alla Figura 14 e si analizzano i corrispondenti contenuti per l'elaborazione di un "Piano di Sicurezza della Mobilità Locale".

#### 4.2.1 Analisi storica – Dati sull'incidentalità

L'analisi storica, ovvero l'identificazione di ciò che è già successo per trarne indicazioni per ciò che può succedere, è un tassello fondamentale nell'analisi di rischio e riveste importanza ancora maggiore per le situazioni più ripetitive, in cui la base statistica dei dati fornisce indicazioni di estremo dettaglio.

È proprio il caso del rischio stradale, dato che, purtroppo, il numero degli incidenti è elevato e la casistica ben definita.

Occorre quindi creare la base conoscitiva sistematica sulla rete stradale extraurbana.

Purtroppo la base di dati generalmente non è adeguata e quindi occorre procedere a migliorare e standardizzare le procedure di raccolta dei dati elementari sugli incidenti stradali quanto a:

- completezza dei dati relativi al singolo evento
- certezza dei dati
- copertura degli eventi da rilevare
- tempestività di restituzione dei dati ai loro "utilizzatori istituzionali" (comuni, province, regioni);

La Consulta Nazionale della Sicurezza stradale ha creato uno specifico gruppo di lavoro per la standardizzazione e capillarizzazione di raccolta di tali informazioni.

#### Dati sull'incidentalità extra-urbana

Occorre quindi creare una base conoscitiva sistematica della rete stradale extraurbana.

La costruzione del quadro conoscitivo degli incidenti stradali localizzati e del repertorio delle strade per livello di incidentalità, può permettere l'elaborazione di un programma di interventi e l'avvio del processo di attuazione degli interventi di messa in sicurezza.

Il confronto con valori di riferimento, come quelli di Tabella 3 permette di individuare, inoltre, le priorità della successiva analisi.

#### Dati sull'incidentalità urbana

Occorre procedere alla definizione del quadro informativo che permetta la localizzazione puntuale degli incidenti sulla rete stradale e l'individuazione sistematica delle situazioni a massimo rischio.

Ciò deve essere effettuato mediante l'individuazione delle situazioni (incroci, tratte stradali, zone e microsistemi costituiti da un raggruppamento di strade, tipi di mobilità, etc.) a massimo rischio, caratterizzate dai tassi di mortalità e ferimento più elevati e ricorsivi (dove cioè l'elevato numero di incidenti stradali gravi si verifica ripetutamente negli anni).

Il quadro informativo deve permettere la successiva definizione di un piano di messa in sicurezza delle situazioni critiche.

#### Dati sull'incidentalità degli utenti deboli e a rischio

All'interno della raccolta dati sull'incidentalità urbana, occorre individuare specificatamente le informazioni relative delle categorie di utenti che presentano i più elevati tassi di rischio specifico.

Questa attività di monitoraggio e creazione di una base conoscitiva deve essere condotta anche con le associazioni che seguono direttamente le specifiche problematiche e spesso hanno maggiormente il polso del problema.

#### Specifiche indagini

È possibile specializzare la raccolta dati al fine di effettuare specifiche analisi ad es. su:

- il tasso alcolemico dei guidatori,
- le velocità medie di percorrenza,
- i tassi d'uso delle cinture di sicurezza e del caso,
- la quota di incidenti sul lavoro e per lavoro, etc.

#### **4.2.2 Identificazione degli eventi mediante metodi deduttivi – Road safety audits, analisi disaggregata**

L'identificazione degli eventi mediante metodi deduttivi è la base dell'analisi di rischio per stabilimenti a rischio di incidente rilevante. La tecnica più utilizzata è quella dell'analisi di operabilità, cosiddetta Hazop (Hazard Operability Analysis) per le situazioni più complesse, mentre per i casi più semplici e ripetitivi sono utilizzate specifiche check-list.

Anche a livello stradale sono stati sviluppati strumenti analoghi strumenti metodologici.

Tra questi è possibile individuare i Road Safety Audits e le analisi disaggregate.

Il Road Safety Audit è condotto da un team interdisciplinare (vedi [www.roadwaysafetyaudits.org](http://www.roadwaysafetyaudits.org)) che individua le problematiche connesse ad una tratta critica con le tecniche dell'audit sistematico.

Per un eventuale approfondimento dell'analisi incidentale, sempre dal PNSS [Piano Nazionale della Sicurezza Stradale - Piani della Sicurezza Stradale Urbana - Linee Guida per la redazione - 2002] è suggerito lo strumento dell'analisi disaggregata

Per l'analisi disaggregata degli incidenti sono state proposte varie metodologie. La metodologia tradizionale è quella che utilizza il "diagramma di collisione". Una metodologia più recente è quella a "scenari di incidente".

Uno "scenario di incidente" può essere definito come "uno svolgimento prototipale corrispondente a 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".

Lo scenario si basa su una similitudine di insieme tra i casi e non sull'identità assoluta tra i vari incidenti. Le similitudini derivano dall'analisi delle caratteristiche degli incidenti in termini di fattori oggettivi (stati ed eventi) e soggettivi (comportamenti).

La metodologia generale è articolata nei seguenti passi:

- 1) ogni incidente viene sottoposto ad analisi dettagliata per studiarne l'evoluzione, che consiste delle fasi:
  - di guida, precedente al verificarsi dell'evento;
  - di rottura, (evento di non ritorno);
  - di emergenza, immediatamente prima dell'impatto;
  - di choc e impatto;
- 2) i casi di incidente vengono raggruppati in funzione delle similitudini mediante tecniche statistiche
- 3) ogni raggruppamento si associa ad uno scenario di incidente esistente o si costruisce uno scenario di incidente nuovo il più possibile stabile ovvero indipendente dal percorso di analisi.

In Tabella 11 è riportato un esempio tratto da [Piano Nazionale della Sicurezza Stradale - Piani della Sicurezza Stradale Urbana - Linee Guida per la redazione - 2002] (a cui si rimanda per approfondimenti) di scenari di incidente per analisi disaggregata.

	GUIDA	SITUAZIONE DI ROTTURA	EMERGENZA	CHOC
la, 12a	Pedone adulto. Viabilità principale urbana.	Inizialmente coperto da un veicolo in sosta (più raramente da un veicolo parcheggiato); il pedone attraversa.	in generale, la frenata è tardiva (in altri casi nessuna reazione).	Il veicolo investe il pedone.
Ib, 12b	Pedone bambino, in generale accompagnato. Viabilità urbana compresa la viabilità secondaria.	Inizialmente coperto da un veicolo parcheggiato, il pedone attraversa correndo; l'attenzione spesso è focalizzata su un elemento dall'altro lato della strada.	In generale la frenata è tardiva (in altri casi nessuna reazione).	Il veicolo investe il pedone.
11, 13	Pedone spesso anziano. Corsia urbana molto larga o a senso unico, veicolo che procede ad alta velocità (spesso un motociclo); conducente spesso con poca esperienza.	Il pedone attraversa; la percezione del veicolo da parte del pedone è in generale nulla o tardiva.	Frenata o scartamento laterale.	Il veicolo investe il pedone.
111, 14	Pedone spesso giovane o anziano, in generale "protetto" da un passaggio pedonale o da un semaforo. Generalmente in un'intersezione, su strada spesso lar a o ad alta velocità.	Il pedone attraversa, rassicurato dal passaggio pedonale o dal semaforo. Il conducente si accorge spesso tardivamente dell'intersezione. Vede sempre molto tardivamente il pedone.	Frenata tardiva o nessuna reazione.	Il veicolo investe il pedone.
/Va, 16a	Strada suburbana o urbana ad alta velocità. Il pedone cammina lungo la carreggiata.	Il pedone fa uno scarto improvviso sulla carreggiata nel momento in cui sopraggiunge un veicolo.	Frenata o nessuna reazione.	Il veicolo investe il pedone.
IVb, 16b	Di notte in zona rurale, un veicolo procede con i fari anabbaglianti. Il pedone cammina lungo la strada.	Il conducente si avvicina a velocità elevata al pedone, senza vederlo.	Frenata o sterzata molto tardiva	Il veicolo investe il pedone.

Tabella 11 Analisi disaggregata, esempio di scenari di incidente proposti

La costruzione degli scenari permette di approfondire e definire le criticità.

#### **4.2.3 Identificazione delle probabilità di accadimento – ricomposizione del rischio e simulazione dell'efficacia degli interventi**

Nei rapporti di sicurezza per gli stabilimenti a rischio di incidente rilevante la valutazione delle probabilità viene effettuata ricomponendo il rischio mediante tecniche quali la costruzione degli alberi dei guasti e degli eventi.

Nella valutazione della sicurezza stradale ciò non viene generalmente effettuato, ritenendo, probabilmente in modo implicito, che l'analisi possa sempre essere effettuata solo a livello statistico.

In realtà proprio l'obiettivo di quantificare l'analisi di rischio deve spingerci, sempre per similitudine, a definire le probabilità degli incidenti a livello previsionale.

Da un lato sarà pertanto possibile effettuare la ricomposizione del rischio mediante le tecniche suddette (alberi dei guasti e degli eventi) per le analisi disaggregate.

Dall'altro è auspicabile lo sviluppo di modelli previsionali, attualmente non esistenti, che permettano di ricostruire il livello di incidentalità di un'arteria stradale in base ai flussi, alla geometria ed ai comportamenti, tarando il modello sui dati statistici esistenti.

Simili modelli sono stati sviluppati nell'analisi incidentale delle collisioni tra navi e tra mezzi trasportanti merci pericolose e sarebbero utilissimi per aiutare a scegliere le soluzioni più idonee ed efficaci per ridurre l'incidentalità ai livelli voluti tenendo conto delle risorse a disposizione.

In assenza di modelli ad hoc l'analisi probabilistica previsionale può essere condotta integralmente su base storica.

#### **4.2.4 Modifiche di progetto – interventi sulle infrastrutture e sui conducenti**

Nella valutazione dei rischi degli stabilimenti a rischio di incidente rilevante, quando occorre identificare le misure per ridurre il rischio, la priorità spetta agli interventi di prevenzione, ovvero agli interventi strutturali che eliminano il problema; analogamente nella valutazione della sicurezza stradale gli interventi da considerare prioritari sono quelli sulle infrastrutture.

L'eliminazione di incroci e svolte a sinistra (es. rotonde), la separazione dei flussi (ad es. piste ciclabili o separazione delle carreggiate), la riduzione delle velocità massime possibili (restringimenti, chicanes, piazzole intermedie per gli attraversamenti) garantisce, ove possibile una riduzione drastica dell'incidentalità.

Occorre quindi creare un database degli interventi a cui attingere in funzione delle specificità della tratta considerata.

L'altro grande settore di intervento è quello della formazione dei conducenti e del perfezionamento dei sistemi di coercizione. Il patentino per i motocicli attiene al primo punto, la patente a punti al secondo.

Sicuramente anche questo è un settore in cui è possibile ancora fare molto, in particolar modo se viene valutato come prioritario da parte delle amministrazioni locali, ad es. non tollerando più infrazioni quali il mancato rispetto dei passaggi pedonali o il mancato uso delle cinture di sicurezza.

#### 4.2.5 Valutazione delle conseguenze – simulazione degli impatti

L'analisi delle conseguenze è basilare nell'analisi di rischio degli stabilimenti a rischio di incidente rilevante, dato che è necessario individuare l'estensione presunta dei danni e la loro tipologia.

Nella valutazione della sicurezza stradale la tipologia dei danni, purtroppo, è nota, quindi in fase di pianificazione tale fase risulta essere meno importante.

Diventa importante invece nella valutazione della gravità del danno. A tal proposito sono stati sviluppati strumenti previsionali (quali PC-Crash) che permettono di simulare l'impatto auto-auto, auto-moto ed auto-pedone.

Tale analisi può essere utile sia nella fase di ricostruzione delle modalità dell'incidente (ad es. per fini assicurativi), sia per la progettazione dei sistemi di protezione passiva dei mezzi (ad es. per proteggere maggiormente il pedone nell'impatto).

#### 4.2.6 Tecniche di mitigazione

La mitigazione, ovvero gli interventi di protezione, viene sviluppata con interventi di protezione sul mezzo, sia attivi che passivi.

#### 4.2.7 Verifica di tollerabilità

Con i criteri proposti e con le tecniche di analisi del rischio d'area e dei trasporti di merci pericolose, è possibile effettuare una verifica di tollerabilità del rischio stesso.

Le metodologie di quantificazione del rischio QRA (Quantitative Risk Analysis) da cui provengono le QARA (Quantitative Area Risk Analysis) sono nate con riferimento ad impianti fissi, ma sono poi state estese al trasporto di merci pericolose. Le misure prevalentemente utilizzate per quantificare nelle QARA sono il *rischio individuale* ed il *rischio locale* in funzione della posizione geografica, che danno origine alle curve iso-rischio, ed il *rischio sociale*, generalmente espresso mediante diagrammi frequenza/numero decessi, comunemente noti come curve F-N.

Si è detto che, con riferimento alla sicurezza stradale, si preferisce analizzare il **rischio tollerabile per tratta**, ovvero per unità di lunghezza.

Per ricomporre il rischio occorre effettuare la sommatoria delle coppie FN dei diversi eventi, dove la frequenza  $F_{g,k}$  dell'evento incidentale finale  $k$ , sul segmento  $g$  si può valutare mediante:

$$F_{g,k} = T \cdot R_k \cdot A_g \cdot P_k$$

ed il numero di fatalità corrispondente,  $N_{g,i,k}$  (numero di decessi a seguito dell'evento incidentale finale  $k$ , originato dallo scenario  $i$  sul segmento  $g$ ) mediante:

$$N_{g,k} = VC_{g,k} \cdot PV_g \cdot PF_k$$

dove:

$T$  = numero viaggi all'anno

$A_g$  = tasso incidentalità per Km del  $g$ -esimo segmento

$R_k$  = probabilità che si verifichi l' $i$ -esimo evento incidentale

$P_k$  = probabilità dell'evento incidentale  $k$

$VC_{g,k}$  = veicoli coinvolti nell'evento incidentale  $k$  sul segmento  $g$

$PV_g$  = numero occupanti per veicolo relativi al segmento  $g$

$PF_k$  = probabilità di fatalità a seguito dell'evento  $k$

Se il livello riscontrato di rischio non risulta essere tollerabile (in modo quantitativo secondo i criteri precedentemente esposti, ma anche in modo qualitativo per similitudine con situazioni analoghe) occorre intervenire obbligatoriamente con tecniche di mitigazione o di prevenzione.

#### **4.3 STEP 3 - REDAZIONE DEL RAPPORTO DI SICUREZZA – PIANO DI SICUREZZA DELLA MOBILITÀ LOCALE**

Per gli stabilimenti a rischio di incidente rilevante tutta l'analisi deve essere dettagliata in un documento denominato rapporto di sicurezza che è oggetto di istruttoria da parte dell'autorità di controllo (nella fattispecie il Comitato Tecnico Regionale presso la Direzione Regionale dei Vigili del Fuoco e/o la Regione competente).

Ciò garantisce che lo stabilimento documenti la conoscenza del rischio, evidenzi le misure intraprese e dimostri il raggiungimento degli obiettivi di contenimento del rischio nei limiti di tollerabilità prefissati (è da precisare che nella normativa italiana i limiti di tollerabilità non sono espliciti).

L'autorità di controllo verifica la veridicità di quanto dichiarato dall'azienda, la ispeziona e giudica se gli obiettivi di sicurezza minimi siano stati raggiunti; in caso contrario provvede a prescrivere interventi migliorativi obbligatori.

Il rapporto di sicurezza viene aggiornato sia periodicamente sia in concomitanza con modifiche significative dell'attività.

Il Piano di Sicurezza della Mobilità Locale dovrebbe per analogia documentare la conoscenza del rischio (non si dimentichi che spesso, come già detto, manca anche la base storica consolidata), ed evidenziare le misure intraprese; quanto all'obiettivo da raggiungere è scritto nel Piano Nazionale della Sicurezza Stradale, ovvero il dimezzamento dei danni entro il 2010.

Poiché l'obiettivo nazionale non può essere raggiunto se non lo è anche a livello locale, la valutazione contenuta nel PdMSL non farebbe altro che rendere espliciti (e prioritari) quei provvedimenti che sono già delle priorità assolute.

#### **4.4 STEP 4 - ISTRUTTORIA DEL PDSML**

Si è detto che per i rischi di incidenti rilevanti non si è ritenuto sufficiente che i soggetti interessati analizzassero i rischi, ma si è individuato un organismo sovraordinato che verificasse il raggiungimento degli obiettivi minimi di sicurezza collettiva.

Poiché nel caso della sicurezza stradale gli Enti coinvolti nella valutazione del rischio sono gli Enti locali, ne consegue che occorrerebbe individuare un organismo di controllo dotato dell'autorità necessaria.

Poiché si discute da tempo dell'opportunità di costituire un'Agenzia preposta al tema della Sicurezza stradale, questa potrebbe essere una ragione in più per spingere a realizzarla.

Ne consegue che la presentazione del Piano di Sicurezza della mobilità locale nei tempi previsti prelude ad una verifica dei dati raccolti e degli interventi programmati onde confermare o richiedere modifiche rispetto a quanto proposto.

Solo un processo di comando e controllo può garantire una uniformità di approccio e la stretta verifica dei risultati da conseguire.

## 5 CONCLUSIONI

L'analisi di rischio può diventare uno strumento per il raggiungimento degli obiettivi prefissati di riduzione del rischio anche per il trasporto stradale. Infatti i principi generali devono essere impostati a livello nazionale, ma l'applicazione e la verifica deve essere effettuata su scala locale.

Questo approccio permette la verifica a priori degli obiettivi e l'analisi di fattibilità per individuare la migliore allocazione delle risorse economiche impegnate.

È bene non dimenticare che il costo sociale degli incidenti stradali è stato quantificato in 38 miliardi di euro all'anno, per cui qualsiasi investimento efficace in questo settore si ripaga da solo.

Concludendo, risulta ovvio per tutti che occorra ridurre l'incidentalità, meno ovvio è come raggiungere tale risultato. Quello che si è cercato di proporre è un metodo quantitativo sistematico come l'analisi di rischio, già sperimentato con successo nel campo del rischio industriale.

## BIBLIOGRAFIA

- # 1 ISTAT-ACI Statistica degli incidenti stradali Anno 2003 - Roma 2004
- # 2 ISTAT, "Cause di morte anno 2002", Roma 2005
- # 3 INAIL, "Rapporto annuale 2004", Roma 2005
- # 4 Commissione delle Comunità europee, comunicazione della Commissione al Consiglio, al Parlamento europeo, al Comitato Economico e Sociale e al Comitato delle Regioni, "Promuovere la sicurezza stradale nell'Unione europea: il programma 1997 - 2001", Bruxelles, 09/04/1997, COM (1997) 131 def.
- # 5 Piano Nazionale della Sicurezza Stradale - Azioni prioritarie - Marzo 2002
- # 6 Edoardo Galatola, WHY ARE TRANSPORT-RISK ANALYSES WRONG? (a new approach to Transport Risk Analyses with definition of Kinetic Risk Analyses) ESREL 2001 - Settembre 2001 - Torino
- # 7 Piano Nazionale della Sicurezza Stradale - Progetti Pilota - Documentazione tecnica - Dicembre 2000
- # 8 Piano Nazionale della Sicurezza Stradale - Piani della Sicurezza Stradale Urbana - Linee Guida per la redazione - 2002
- # 9 "I Piani di sicurezza della mobilità locale", Edoardo Galatola, Sindar Lodi, Convegno Fiab, Provincia di Bologna Ciclisti e sicurezza stradale , Bologna 13 febbraio 2003