

MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI

ISPettorato GENERALE PER LA
CIRCOLAZIONE E LA SICUREZZA
STRADALE

DEFINIZIONE DEI PRINCIPALI TEMI DI
RICERCA PER IL MIGLIORAMENTO DELLA
SICUREZZA DELLE INFRASTRUTTURE NEL
BREVE, MEDIO E LUNGO PERIODO

SCHEDA 14

**SISTEMA DI SUPPORTO ALLE DECISIONI
PER IL MIGLIORAMENTO DELLA
SICUREZZA STRADALE IN AMBITO
EXTRAURBANO**

Università degli Studi di Napoli "Federico II" - Dipartimento di
Ingegneria dei Trasporti

Università degli Studi di Messina - Dipartimento di Costruzioni e
Tecnologie Avanzate

Napoli, 9 ottobre 2000

INDICE

Premessa.....	Pag.2
1. MOTIVAZIONI E RISULTATI DELLA RICERCA	
1.1 Motivazioni del tema di ricerca.....	Pag.3
1.2 Stato dell'arte.....	Pag.6
1.2.1 Modalità di raccolta dei dati sull'incidentalità.....	Pag.6
1.2.2 Modelli di previsione.....	Pag.7
1.3 Strategie della ricerca per la gestione e l'archiviazione dei dati.....	Pag.8
1.4 Sviluppo della ricerca.....	Pag.8
1.5 Risultati attesi.....	Pag.9
2. CONTENUTI E MODALITA' DI REALIZZAZIONE	
2.1 Oggetto della ricerca.....	Pag.10
2.2 Metodologia della ricerca per la gestione e l'archiviazione dei dati.....	Pag.12
2.2.1 Reti di riferimento.....	Pag.12
2.2.2 Reperimento dati.....	Pag.12
2.2.3 Tipologia dei dati sperimentali.....	Pag.12
2.2.4 Scenari di incidente.....	Pag.12
2.3 Tempi, risorse e costi.....	Pag.13
2.4 Modalità di archiviazione dei dati e dei risultati conseguiti.....	Pag.14
3. QUALIFICAZIONE E MODALITA' DI AGGIUDICAZIONE	
3.1 Competenze necessarie.....	Pag.15
3.2 Criteri di aggiudicazione e di collaudo.....	Pag.15
4.BIBLIOGRAFIA.....	Pag.16

Premessa

La ricerca sul fenomeno dell'incidentalità sulle strade consiste nel definire le variabili del problema, i livelli di rischio, i metodi per la loro misura, i vari livelli di aggregazione e le relazioni fra le cause e gli effetti.

L'evento incidente è direttamente legato alla tipologia e alle caratteristiche geometriche e funzionali del tracciato stradale, al fattore umano e, di conseguenza, all'influenza creata non solo sull'utente ma anche sul comportamento della corrente veicolare, sia dalla singola strada sia dall'intero sistema di trasporto; inoltre è funzione dei condizionamenti sulla marcia, variabili nel tempo, dovuti al traffico, sia in termini quantitativi che come composizione, tutto ciò relativamente alle condizioni ambientali esistenti.

Si può affermare che l'incidente nasce dalla interazione tra l'uomo, il veicolo la realtà infrastrutturale, le condizioni della circolazione ed i parametri ambientali.

Il problema, quindi, sarà circoscrivere e definire tale realtà che è causa dell'incidente stesso.

Si intende ricercare tutti quei fattori (tipo la geometria della strada, le condizioni ambientali, le condizioni di traffico) che correlati, in qualche modo, possono rendere elevata la probabilità che si verifichi un incidente.

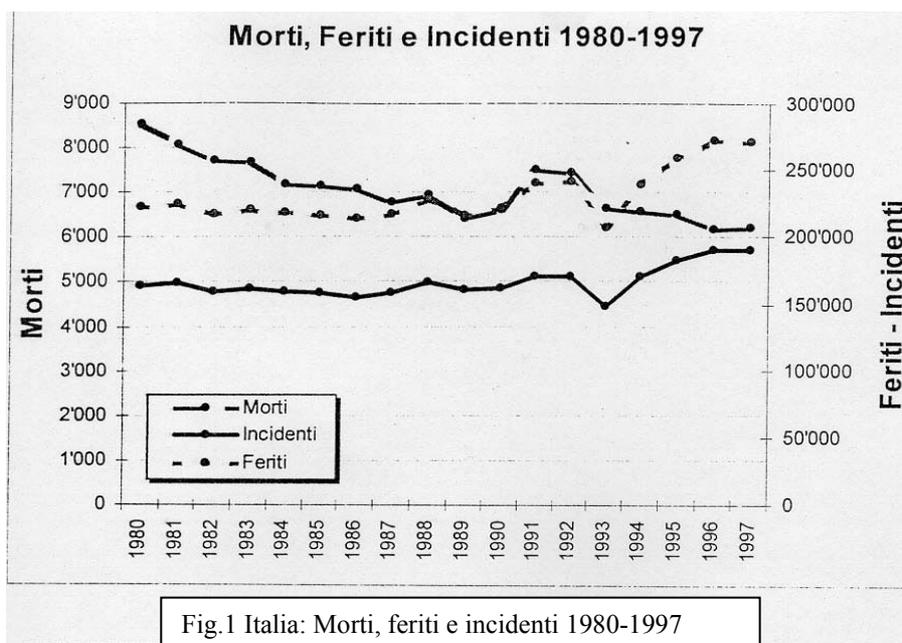
L'incidente è spesso determinato da un insieme di concause, che verificandosi contemporaneamente creano quello che si può definire uno scenario d'incidente.

Gli scenari possono essere definiti solo mettendo in relazione tra di loro tutti i dati che condizionano il fenomeno incidente; risulta quindi necessaria un'organizzazione di tali dati in un sistema che possa essere di supporto alle decisioni per gli interventi mirati al miglioramento della sicurezza stradale.

1. MOTIVAZIONI E RISULTATI DELLA RICERCA.

1.1 Motivazioni del tema di ricerca.

La figura 1 (Cascetta et al., 1999) mostra la distribuzione dei morti e dei feriti per incidenti stradali che si sono verificati nel periodo 1980-1997. In media, questi incidenti hanno provocato circa 5.000 morti e 225.000 feriti all'anno, ovvero il 95% di tutti i morti ed i feriti provocati da tutte le modalità di trasporto. Si calcola che il solo "costo diretto" di questi incidenti sia superiore a 19 milioni di Euro per anno, ovvero a circa il 2% del Prodotto Interno Lordo dell'Italia.



Considerando questi costi economici ed umani, l'Italia, come altri paesi della Unione Europea, sta valutando la implementazione, a livello nazionale e regionale, di un complesso di strategie per la riduzione degli incidenti stradali. Molte di queste strategie sono dirette ad eliminare le condizioni di non sicurezza su alcune strade selezionate. Altre strategie interessano, in campo nazionale, tutte le strade. Nella applicazione di queste strategie, la questione che occorre considerare è la seguente: in che modo le strategie di intervento per la sicurezza possono essere applicate in modo da ottenere il miglior rapporto benefici/costi, considerando nello stesso tempo che le risorse disponibili sono limitate. In questa proposta, si assume la posizione che la strategia migliore per ottenere questo risultato consiste nell'adottare un approccio integrato e sistematico per identificare le aree o le sezioni dove il rischio risulta meno accettabile, e dove gli interventi per la sicurezza trovano maggiore giustificazione.

In molti paesi dell'Unione Europea sono già presenti da anni programmi di Sicurezza Stradale che vengono periodicamente perfezionati.

Nell'aprile del 1997 è stato presentato dalla commissione della Comunità Europea il programma "Promuovere la sicurezza stradale nell'EU: il programma 1997-2001" con l'obiettivo ambizioso di ridurre entro il 2010 del 40% le morti dovute agli incidenti stradali.

Nel nostro Paese la gestione delle strade risulta estremamente laboriosa e complessa poiché in molti casi mancano i dati di base

(caratteristiche tecniche della strada) e poichè poco o niente si è fatto in merito ai criteri da adottare per la scelta delle priorità d'intervento. Questa situazione, maturata nel corso degli ultimi decenni, ha dato luogo ad inconvenienti legati alla non corretta gestione della rete stradale con conseguenze nella circolazione in termini di sicurezza e di confort che sono divenute sempre più gravi con l'aumentare della numerosità e delle prestazioni del parco veicolare circolante.

E' dunque necessaria una politica per contenere gli incidenti; la realizzazione di Sistemi di Supporto alle Decisioni (DSS) costituisce il necessario rapporto tecnico per la valutazione e la scelta tra le diverse strategie proponibili.

Il Nuovo Codice della Strada (N.C.S.), (D.L. n° 285 del 30 aprile 1992 con le successive integrazioni e modifiche), entrato in vigore il 1° ottobre 1993, ed il relativo regolamento d'esecuzione ed attuazione (D.P.R. n° 495 del 16 dicembre 1992), introducono l'idea di catasto delle strade finalizzato allo studio della sicurezza.

Art.1 (Principi generali)

La circolazione dei pedoni, dei veicoli e degli animali sulle strade è regolata dalle norme del presente codice e dai provvedimenti emanati in applicazione di esse, nel rispetto delle normative internazionali e comunitarie in materia.

*Le norme e i provvedimenti attuativi si ispirano al principio della **sicurezza stradale**, perseguendo gli obbiettivi di una razionale gestione della mobilità, della protezione dell'ambiente e del risparmio energetico*

Art.401 del D.P.R. n°495 (Art.226 N.C.S.)

1.L'archivio nazionale delle strade, che deve contenere, ai sensi dell'articolo 226, commi da 1 a 4, tutti i dati relativi allo stato tecnico e giuridico delle strade con indicazioni del traffico veicolare e degli incidenti, è completamente informatizzato e distinto in cinque sezioni ad accesso diretto, fra loro interconnesse, capace di fornire una visione selezionata o complessiva dei dati da cui risultano popolate.

2.La prima sezione contiene l'elenco delle strade distinte per categorie, come indicato dall'articolo 2 del Codice; per ogni strada è indicato lo stato tecnico e giuridico della stessa, con i relativi dati concernenti la strada in sé, la sua percorribilità nei vari tratti, le caratteristiche tecniche geometriche e strutturali dell'infrastruttura [...]

3.La seconda sezione contiene l'indicazione del traffico veicolare, sempre raggruppate secondo le categorie di cui all'articolo 2, del Codice; per ogni strada è indicata l'entità del traffico veicolare distinto per tratte, delle singole strade, per i vari periodi di tempo in cui si effettua e per le diverse categorie di veicoli.

4.La terza sezione contiene l'indicazione degli incidenti localizzati per ogni strada; al riguardo devono essere indicati il luogo esatto in cui l'incidente è avvenuto, il tipo di veicolo od i tipi di veicoli coinvolti nello stesso con tutti i dati idonei ad identificarli, entità e le modalità dell'incidente con le conseguenze dannose alle cose o alle persone; i dati anagrafici degli utenti coinvolti nell'incidente, con l'indicazione del tipo di patente di guida ed anno di rilascio per i guidatori dei veicoli coinvolti, e dei dati dell'avente diritto sul veicolo, se questi non era alla guida; le sanzioni amministrative, principali o accessorie, comminate a seguito dell'incidente stesso.

5.La quarta sezione contiene lo stato di percorribilità da parte dei veicoli classificati ai sensi dell'articolo 54, comma 1, lettera n) del Codice; tale stato di percorribilità deve essere indicato per ogni strada. Fino a che non vengano attivati l'archivio nazionale delle strade e la sezione suddetta, gli elenchi previsti dall'articolo 226, comma 4, del Codice, sono formati e aggiornati, sulla base delle indicazioni fornite dagli enti indicati nel

comma 4 citato, i quali sono tenuti annualmente, entro il 31 gennaio di ogni anno, con i dati relativi all'anno precedente, ad inviarli al ministero dei Lavori pubblici, che tempestivamente compila gli elenchi.

- 6. La quinta sezione contiene i dati inviati mensilmente dagli enti proprietari relativi alle indicazioni fornite dai dispositivi di monitoraggio di cui all'articolo 404, comma 3.*
- 7. Le sezioni suddette verranno popolate automaticamente e continuamente aggiornate attraverso i dati forniti dagli enti proprietari delle strade obbligati a farlo al sensi dell'articolo 226, comma 3, del Codice nonché attraverso le comunicazioni telematiche fornite dall'archivio nazionale dei veicoli e dell'anagrafe nazionale degli abilitati alla guida, circa i dati di loro competenza.*
- 8. I dati per la formazione ed il periodico aggiornamento delle sezioni verranno forniti, sulla base delle direttive elaborate dal Ministero dei lavori pubblici, dall'A.N.A.S. e dalle società concessionarie rispettivamente per le strade statali e per le autostrade in concessione e dagli altri enti proprietari coordinati dalle regioni per la rimanente viabilità. Le direttive devono essere conformi alle direttive e ai regolamenti comunitari.*
- 9. Le modalità di consultazione dell'archivio sono determinate nell'ambito del procedimento di attuazione della legge 7 agosto 1990, n.241.*
- 10. Alla tenuta dell'archivio nazionale delle strade provvede l'Ispettorato generale per la circolazione e la sicurezza stradale del Ministero dei lavori pubblici. Alle relative maggiori spese verrà fatto fronte con proventi di cui l'articolo 228, comma 6, lettera c) del Codice.*
- 11. Sulla base dei dati dell'archivio nazionale delle strade, il Ministro dei lavori pubblici dispone ogni tre anni il censimento del traffico, da pubblicarsi nella Gazzetta ufficiale della Repubblica.*

Già in tale documento è presente il concetto di “Archivio Stradale”. Questo visto come una banca dati che non dovrà solo fornire degli elementi necessari alla realizzazione degli interventi manutentori, oppure descrivere con puntuale precisione le caratteristiche strutturali e locali delle singole reti (cioè un *catasto strutturale*) ma anche, piuttosto, fornire tutto ciò che è necessario per valutare il livello di funzionalità nel contesto di rete, cioè *catasto funzionale*, affinché sia possibile gestire l'offerta di mobilità nel suo complesso.

Un archivio così fatto rappresenta una parte di un Sistema di Supporto alle Decisioni, che permette non solo l'archiviazione dei dati ma anche l'utilizzazione di quest'ultimi mediante modelli di analisi sull'incidentalità.

1.2 Stato dell'arte.

1.2.1 Generalità

Nel mondo molti sono gli studi riguardanti la sicurezza stradale in tutti i suoi aspetti, da quello socio-economico a quello specificatamente tecnico dell'analisi delle caratteristiche geometriche e funzionali delle strade e della loro influenza negli eventi incidentali. In particolare in Canada e negli Stati Uniti sono stati

realizzati vari studi proprio su alcuni metodi di raccolta e trattamento dei dati sull'incidentalità stradale.

In quasi tutti i paesi europei, come ad esempio la Finlandia, la Germania, la Gran Bretagna, l'Olanda e la Svezia, le direttive del Consiglio d'Europa sono state ampiamente recepite e concretizzate in programmi per la Sicurezza Stradale. (Cascetta et al., 1999)

- Finlandia: il piano triennale 1997-2000 sulla sicurezza stradale, tra le sue azioni, prevede speciali provvedimenti per la catalogazione e l'eliminazione dei tratti ad alta incidentalità e l'introduzione della stima dei costi e degli effetti delle misure di sicurezza.
- Germania: tra le linee principali d'intervento si trovano l'applicazione della telematica avanzata per la gestione del traffico e lo studio delle relazioni tra i dati di traffico (flussi) e i dati relativi alla sicurezza stradale.
- Gran Bretagna: nei punti del programma presentato dal governo nel 1995 vi è l'applicazione della telematica per lo studio sulla sicurezza stradale.
- Olanda: il programma olandese "Third Multiyear Plan on Safety" suggerisce, tra le misure da adottare per la riduzione dell'incidentalità, la formazione di una banca dati nazionale degli incidenti stradali da utilizzare per lo studio sulla sicurezza.
- Svezia: questo paese è tra i più attivi in Europa in materia di sicurezza stradale. Nell'ottobre del 1994 è stato emanato un programma sulla sicurezza di particolare rilievo "Sweden's National Road Safety" secondo il quale " *nel lungo termine nessuno dovrebbe morire o essere seriamente ferito nel sistema di trasporto stradale*".

1.2.2 Modalità di raccolta dei dati sull'incidentalità.

Per quanto riguarda i metodi di raccolta dei dati, degli studi svolti a Charlottesville in Virginia hanno evidenziato come l'utilizzo del Global Positioning System (GPS), nella acquisizione dei dati riguardanti la localizzazione degli incidenti, dia una maggiore precisione e quindi una maggiore affidabilità, per quanto riguarda le analisi sulla sicurezza stradale.

Insieme al G.P.S. , grazie alle nuove tecnologie informatiche, va sempre di più affermandosi l'utilizzo del Geographic Information System (GIS) nello studio dell'incidentalità stradale.

In letteratura sono presenti varie applicazioni dei GIS a problemi di sicurezza, Abkowitz, per esempio ha applicato la tecnologia GIS per la valutazione dei rischi nel trasporto dei materiali pericolosi.(Abkowitz M., 1990) Hakkert ha utilizzato la tecnologia GIS per una raccolta storica degli incidenti stradali avvenuti nella città di Tel Aviv. (Hakkert A.S., 1993)

1.2.3 Modelli di previsione.

Gli incidenti stradali sono trattati come eventi casuali rari. Questo crea particolari problemi nella previsione, dal momento che i dati per la previsione degli incidenti in una specifica località spesso non risultano disponibili.

Di conseguenza, i modelli statistici per la previsione degli incidenti sono in genere di tipo aggregato, e forniscono stime che risultano applicabili a classi

specifiche di strade (ragionevolmente omogenee), piuttosto che a specifiche strade o sezioni.

In letteratura sono documentati i risultati di un gran numero di modelli aggregati per la previsione degli incidenti stradali:

- Persaud B.N. (1990). "Blackspot identification and treatment evaluation.", department of Civil Engineering, Ryerson Polytechnical University, Toronto, November.
- Saccomanno, F.F. (et.al., 1998). "GIS platform for road accident risk modelling.", Transportation Research Record, N. 1581, Washington, DC.
- Saccomanno, F.F. (et.al., 1997). "Assessing the reliability of road accident severity models", Heavy Vehicle Systems, Journal of Vehicle Design, Vol. 4, N. 2-4, PP. 266-283.

Molti studi hanno evidenziato che, mentre i modelli aggregati sono utili per la previsione degli incidenti per una specifica classe di strade, la identificazione dei tratti ad alta incidentalità richiede informazioni che sono di natura specifiche per la singola strada o località. Pertanto, la applicazione di modelli statistici aggregati a specifiche località o strade dove spesso mancano dati esaurienti sugli incidenti verificatisi conduce a rilevanti errori di previsione.

Jovanis e Chiracavalla (1988) analizzano gli errori di cattiva specificazione nei dati degli incidenti in termini di super - dispersione di Poisson.

1.3 Strategie della ricerca per la gestione e l'archiviazione dei dati.

Vista la finalità del DSS, che è lo studio della sicurezza stradale, si dovrà operare, nella parte riguardante l'archiviazione, una scelta iniziale dei dati da inserire nelle varie sezioni in base al criterio fondamentale di poter estrapolare,

dalle fonti a disposizione, le informazioni significative per una futura analisi sull'incidentalità stradale.

1.4 Sviluppo della ricerca.

Un approccio integrato e sistematico per la riduzione del rischio di incidenti stradali include le seguenti caratteristiche o componenti:

- Costruire un data base integrato sugli incidenti stradali e la esposizione al rischio, accuratamente incrociato e referenziato spazialmente. Questo database dovrebbe contenere tutti gli aspetti dell'ambiente del trasporto che spiegano le variazioni nella frequenza e nella gravità degli incidenti, includendo la geometria della strada, la composizione del traffico, le condizioni atmosferiche, le caratteristiche dei veicoli e dei conducenti. La distribuzione spaziale può essere rappresentata mediante una idonea piattaforma GIS.
- Effettuare analisi statistiche sugli incidenti verificatisi, identificando i fattori di rischio e valutandone il peso.
- Sviluppare modelli statistici aggregati per la previsione degli incidenti stradali e delle loro conseguenze, per differenti scenari di evoluzione del sistema dei trasporti e di esposizione al rischio.
- Applicare metodi statistici opportuni (l'approccio bayesiano in particolare sembra offrire notevoli potenzialità) per correggere le stime della potenzialità degli incidenti, ricavate dai modelli statistici aggregati, mediante gli incidenti effettivamente verificatisi nelle differenti sezioni o tratti.
- Applicare standard di accettabilità del rischio per identificare i tratti ad alto rischio d'incidentalità; in tali tratti il rischio di incidenti viene considerato inaccettabile, e debbono essere presi in considerazione interventi per la sicurezza; per questi tratti occorre effettuare una valutazione approfondita e dettagliata delle cause e delle conseguenze degli incidenti.
- Sviluppare un insieme di raccomandazioni formali per ridurre il rischio nei punti neri, orientato a ridurre le cause degli incidenti ed i danni conseguenti. In questa fase, si può determinare se gli interventi raccomandati per la sicurezza debbano essere specifici per la strada o la sezione (come nel caso del miglioramento della geometria), oppure generalizzati per il sistema di trasporto stradale (ad esempio riduzioni dei limiti di velocità adottati in campo nazionale).

1.5 Risultati attesi.

L'obiettivo principale è la realizzazione di un DSS capace di ricevere ma soprattutto fornire informazioni utili per lo studio dell'incidentalità sulle strade e l'individuazione, mediante le analisi sugli scenari ad alta probabilità di incidente, degli interventi infrastrutturali mirati al miglioramento della sicurezza stradale.

Inoltre si vogliono raggiungere i seguenti risultati:

- una migliore conoscenza delle cause, della dinamica e delle conseguenze degli incidenti stradali nelle differenti condizioni del guidatore, della strada e delle condizioni ambientali e di traffico;
- la possibilità conseguente di valutare in termini quantitativi l'efficacia delle diverse strategie d'intervento;
- la possibilità di monitorare gli effetti delle diverse misure adottate, e di conseguenza adottare gli appositi interventi correttivi.

2. CONTENUTI E MODALITA' DI REALIZZAZIONE

2.1 Oggetto della ricerca.

E' fondamentale prima di qualsiasi operazione finalizzata al miglioramento della sicurezza stradale acquisire le conoscenze relative all'incidentalità che riguardano la definizione e la misurazione del fenomeno e le relazioni causa-effetto.

Gli studi riguardano prevalentemente le relazioni di dipendenza degli eventi incidentali dalle caratteristiche strutturali e funzionali della strada, nonché dalle condizioni ambientali, di traffico e dei fattori umani, prese separatamente o opportunamente combinate (scenari).

Essendo, quindi, tali studi subordinati alla conoscenza dei dati riguardanti le caratteristiche geometriche delle infrastrutture, lo stato delle pavimentazioni, l'entità e la composizione dei flussi veicolari, le condizioni ambientali e lo stato psicofisico dei conducenti, risulta necessario indirizzare la ricerca verso lo studio di un DSS capace di gestire tali dati.

Il DSS che si intende sviluppare presenta l'architettura complessiva riportata in figura n.2.

Come si evince dalla figura n.2, il sistema è composto da due elementi fondamentali che sono l'archivio, con le diverse sezioni, e i modelli di previsioni.

In riferimento agli articoli prima esposti il modello di archivio dovrà essere composto da sezioni contenenti i vari tipi di dati, per come suggerisce il Legislatore.

Tale archivio va realizzato come sistema aperto alimentabile gradualmente, capace di subire delle modifiche sia strutturali che di contenuto qualora ciò fosse necessario per meglio raggiungere l'obiettivo prefissato che è lo studio della sicurezza stradale.

Nell'analisi delle cause dell'incidentalità potranno adoperarsi le consuete metodologie statistiche; in particolare si suggerisce che i modelli di previsione statistica aggregati vengano corretti utilizzando la esperienza storica degli incidenti osservati in specifiche località o strade. Questa procedura fornisce stime che si applicano in forma più accurata a specifiche sezioni o tronchi stradali. Questo approccio è di natura bayesiana. Allorché viene confrontato con appropriati criteri di accettabilità del rischio, l'output dei modelli bayesiani corretti di previsione del rischio serve come input per la identificazione dei punti neri. Una solida comprensione delle cause e delle conseguenze degli incidenti stradali nei punti neri serve come guida per la adozione, in tali località, di interventi per la sicurezza praticabili e di costo adeguato agli obiettivi. Le analisi in questi punti debbono necessariamente essere di tipo microscopico e possibilmente di natura euristica.

Le stime del rischio di incidente possono essere utilizzate per individuare la posizione dei punti neri, allorché vengano confrontate con i criteri di accettabilità del rischio stesso. Una analisi degli incidenti approfondita, di micro livello, in corrispondenza dei punti neri, fornisce informazioni sulle possibili misure di sicurezza che occorre prendere in considerazione per ridurre l'entità del rischio in tali punti.

Inoltre fondamentale in tale sistema è la procedura di "monitoraggio degli effetti" in quanto permette una verifica dell'efficacia degli interventi.

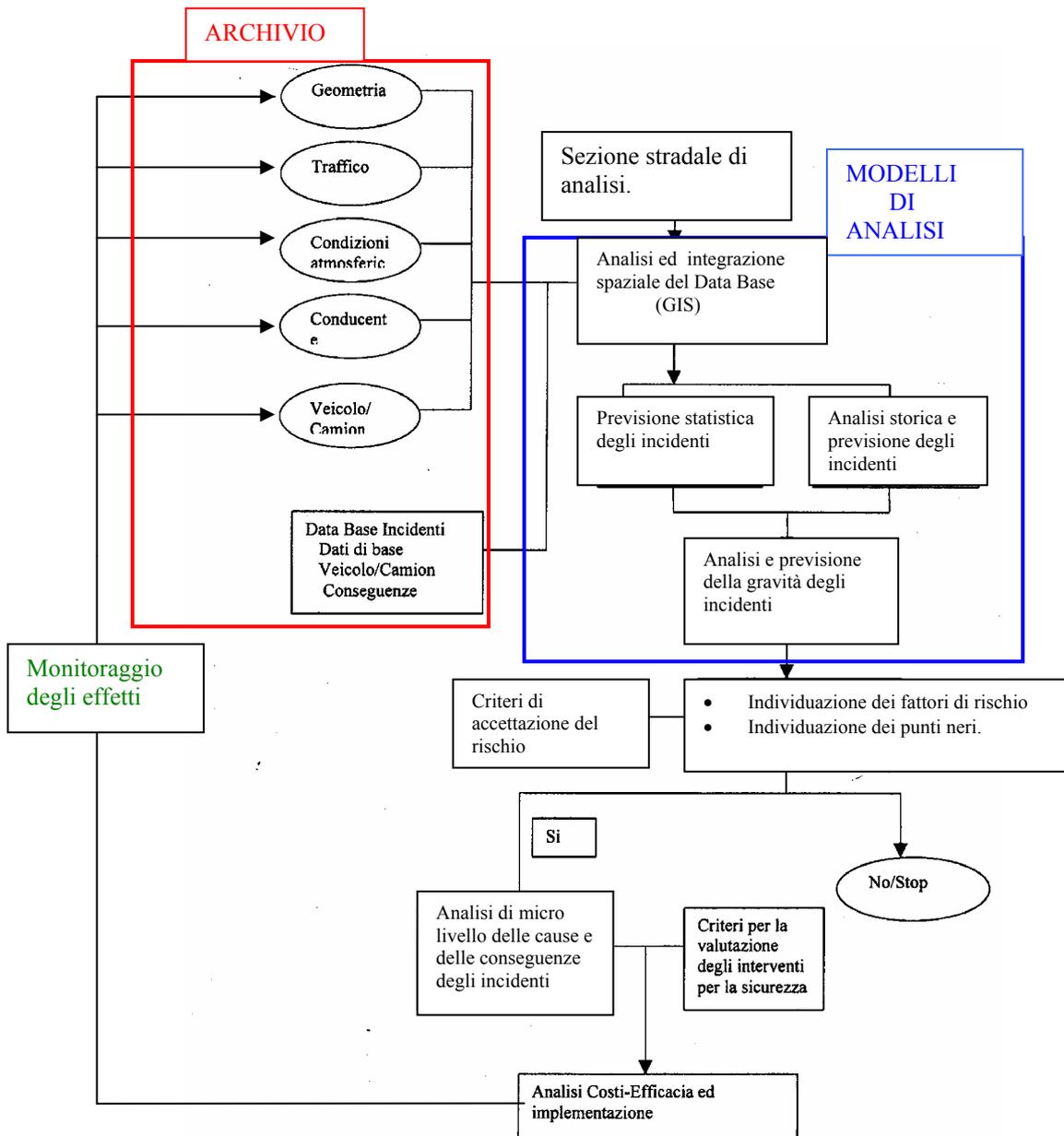


Figura 2 – Architettura del DSS.

2.2 Metodologia della ricerca per la gestione e l'archiviazione dei dati.

Il sistema dovrà essere totalmente informatizzato; quindi la parte riguardante l'archivio dovrà avere una struttura logica molto semplice che permetta l'acquisizione e la diretta archiviazione dei dati in una forma utilizzabile nelle successive analisi.

Inoltre l'archivio dovrà contenere delle informazioni su quelle che sono state le fonti di rilevamento dei dati, con le relative date in cui è avvenuto il rilievo, per permettere eventuali aggiornamenti.

2.2.1 Reti di riferimento.

La struttura del DSS dovrà permettere l'archiviazione e la successiva analisi di qualsiasi tipo di rete stradale, composta da strade con diversa importanza funzionale e diverse caratteristiche tecniche e geometriche.

2.2.2 Reperimento dati.

Particolarmente curate dovranno essere le modalità di acquisizione dei dati dalle diverse fonti disponibili.

Si dovranno definire delle procedure informatizzate che permettano un'alimentazione diretta dalle fonti di rilevamento all'archivio.

2.2.3 Tipologie dei dati sperimentali.

Considerate le finalità del Sistema di Supporto alle Decisioni, i dati che devono essere immessi nell'archivio possono essere raggruppati nel modo seguente:

- dati relativi alle caratteristiche tecniche dell'infrastruttura;
- dati relativi ad ogni singolo incidente;
- dati di traffico; (monitoraggio continuo o periodico)
- dati di piovosità;
- dati relativi alle condizioni di luce naturale.

L'archivio dovrà essere totalmente informatizzato con accesso diretto alle varie sezioni e con possibilità di effettuare vari tipi di analisi sull'incidentalità secondo la logica indicata nel diagramma di flusso riportato in figura 3

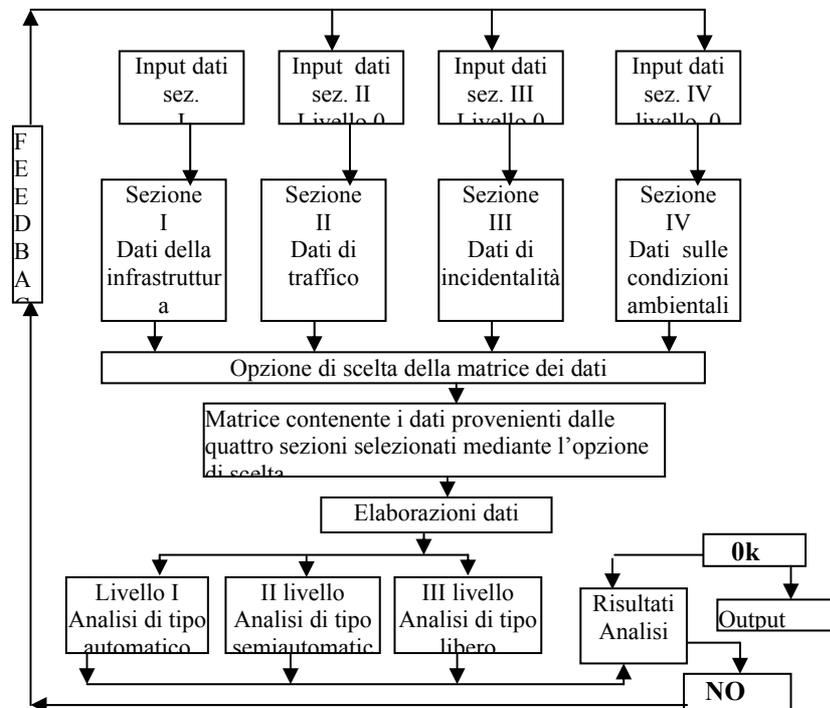
Inoltre l'accuratezza dei dati potrà essere proporzionata a quelli che saranno gli obiettivi da raggiungere.

2.2.4 Scenari di incidente.

Il modo migliore per valutare l'efficacia del DSS è di utilizzarlo, nelle successive fasi della sua definizione, per effettuare delle analisi sull'incidentalità, fino a fornire indicazioni sugli interventi di sicurezza stradale.

Un orientamento abbastanza recente e di buona diffusione nel campo dello studio dell'incidentalità, è quello di individuare gli scenari più pericolosi, per stabilire quali siano le modifiche che è possibile apportare per rendere più sicura la circolazione.

Figura 3 – diagramma di flusso dell'archivio



Per scenario si intende l'insieme di situazioni in corrispondenza delle quali si verifica l'evento incidentale. Alla definizione di uno scenario di incidente contribuiscono una serie di elementi variabili, spazialmente e temporalmente, la cui disponibilità caratterizza il grado di dettaglio di una qualunque analisi di incidentalità.

2.3 Tempi, Risorse e Costi.

Di seguito si riporta il programma temporale della ricerca, con stima dei costi e delle risorse necessarie. Si precisa che i costi necessari per le attrezzature per il rilievo e per l'acquisizione dei dati con cui popolare l'archivio sono a carico del Ministero. I costi di seguito indicati sono comprensivi delle spese generali dell'ente di ricerca.

I costi delle risorse umane sono stati così ipotizzati:

- Senior50'000'000 £/mese
- Junior 1.....40'000'000£/mese
- Junior 2.....30'000'000£/mese
- Tecnico laureato.....20'000'000£/mese
- Tecnico non laureato.....10'000'000£/mese

Al termine del primo anno di ricerca dovrà essere operativo il modulo del DSS individuato come archivio, e ne dovrà essere effettuata una applicazione

prototipa a un rete sperimentale.

Al termine del secondo anno dovrà essere operativo anche il modulo relativo ai modelli di analisi, e ne dovrà essere effettuate una applicazioni ad una rete sperimentale.

Tabella Tempi, risorse e costi della ricerca

Fase	I° anno				II° anno				Costo (10 ⁶ £)
1 Bibliografia									60 (0.1 senior + 0.5 junior2 + 2 tecnico I)
2 Modalità di acquisizione dei dati									320 (1 senior + 6 junior2 + 4.5 tecnico I)
3 Primo modello di archivio e prime analisi sull'incidentalità									150 (0.37 junior1 + 3 junior2 + 2.25 tecnico I)
4 Definizione dei modelli di analisi.									110 (0.2 senior + 2 junior2 + 2 tecnico I)
5 Applicazione dei modelli di analisi.									115 (0.2 senior + 3 junior2 + 0.75 tecnico I)
6 Implementazione del DDS per una rete campione									185 (0.5 junior 1 + 4 tecnico I + 8 tecnico nI)
7 Verifica del DSS e dell'efficacia degli interventi programmati									145 (0.5 senior + 2 junior2 + 2 tecnico I + 4 tecnico nI)
Totale									1085

530

555

Ciò consentirà anche di apportare gli opportuni affinamenti al modulo archivio.

Il DSS dovrà essere implementato in forma “user friendly”, e corredato degli opportuni documenti e manuali di utilizzazione.

Al termine della ricerca, sulla base delle esperienze maturate mediante il DSS, è infine prevista, la definizione di un insieme di linee guida per la individuazione degli elementi critici e la definizione delle procedure a atte ad individuare le priorità di intervento.

2.4 Modalità di archiviazione dei dati e dei risultati conseguiti.

Il rapporto conclusivo di ciascuna delle diverse fasi della ricerca dovrà essere presentato secondo le seguenti modalità:

- rapporto su carta;
- cd-rom con relazioni in formato Word, dati in formato ASCII o su cartelle di lavoro excel;
- documentazione fotografica e su videocassetta degli interventi realizzati;
- documentazione, con dati in formato ASCII o su cartelle di lavoro excel,

relativa ai rilievi di velocità e ai conteggi dei flussi di traffico;

- grafici esplicativi degli incidenti analizzati.

3. QUALIFICAZIONE E MODALITÀ DI AGGIUDICAZIONE

3.1 Competenze necessarie.

Le competenze minime richieste sono le seguenti:

- Esperienza nella progettazione stradale;
- Esperienze nella formazione e gestione di data-base di notevole capacità;
- Esperienza nell'elaborazione dei dati di incidentalità ai fini della sicurezza stradale.
- Conoscenza dei principi della sicurezza stradale;
- Esperienza nel settore della programmazione,

3.2 Criteri di aggiudicazione e di collaudo

I criteri per l'aggiudicazione dell'incarico saranno i seguenti:

- qualificazione professionale e scientifica del proponente (certificazioni di qualità, risorse disponibili, personale impiegato, curriculum, capacità di ricerca in campi affini, pubblicazioni in campi affini) (sino a 70 punti);
- offerta economica (sino a 20 punti);
- qualità della relazione di offerta (sino a 10 punti).

Il collaudo sarà svolto mediante esame annuale dei risultati intermedi conseguiti

4. BIBLIOGRAFIA.

Abkowitz, M., P.D. Cheng and M. Lepofsky. National Research Council, Washington D.C., 1990.

Breslow N. (1984), «Extra-Poisson variation in log-linear models», *Applied statistic* 33, pp. 38-44.

Brown B., Baas K. (1997), «Seasonal variation in frequencies and rates of highway accidents as function of severity», *Transportation Research Record* 1581, TRB, National Research Council, Washington D.C. pp. 59-88.

Bucchi A., Dondi G., Simone A., Bonini, A. (1999), «Principi di Ingegneria della Sicurezza nei sistemi di trasporto», DISTART, Università di Bologna.

Caroti L., Lancieri F., Losa M. (1999), «Considerazioni su alcuni fattori di rischio dell'incidentalità stradale», *Rivista Quarry and Construction*.

Cascetta E. (1999), «Un approccio integrato per il miglioramento della sicurezza stradale: scenari, linee d'azione e proposte di ricerca», Progetto Finalizzato Trasporti 2, Consiglio Nazionale delle Ricerche.

Celauro B., Giuffrè O., Vizzini S., (1997), «Sicurezza ed organizzazione geometrico-funzionale delle infrastrutture stradali. Un caso di studio», *Atti del Convegno: La sicurezza stradale*, Pisa.

Chiracavalla, 1988

Choueiri E. M., Lamm R., Kloechner H., Mailander T (1994), «Safety aspects of individual design elements and their interactions on two-line highways: international perspective», *Transportation Research Record* 1445, TRB.

Codice della strada (1995). Edizione Hoepli.

Corby M.J., Saccomanno F.F.(1998), «Reliability in accident detection», *Transportation Research Board*, 3 July 1998.

Elder J. IV, Pregibon D. (1996), «A statistical perspective on knowledge discovery in databases. Advances in Knowledge Discovery and Data Mining», Fayyad U.M., Piatetsky-Shapiro, Smyth and Uthurusamy, editors, AAAI/MIT Press, pp. 83-115.

Feller W.(1971), «An introduction to probability theory and its application», Vol.I, Wiley & Sons, New York.

Ferrari P., Giannini F., (1991), « Geometria e progetto di strade», Isedi, Torino.

Fink K.L., Krammes R.A. (1995), «Tangent length and sight distance effects on accident rates at horizontal curves on rural two-line highways», *Transportation Research Record* 1500, TRB.

Gatti G., Cavuoti E., (1997), «Valutazione dell'incidentalità di un itinerario stradale mediante la metodologia Fuzzy», Atti del Convegno : *La sicurezza stradale, strategie e strumenti dell'ingegneria delle infrastrutture viarie*, Pisa.

Gothié M. (1993), « Influence de l'adhérence sur la sécurité routière», Bulletin de liaison des laboratoires des ponts et chaussées n. 185.

Grinold R.C (1972), «Mathematical Programming Methods of Pattern Classification», *Management Science*, Vol 19 n. 3, pp. 272-289.

Grossi R., Greco D. e De Luca M. (1999). "Sicurezza stradale: Database per il monitoraggio degli incidenti", Dipartimento di Pianificazione Territoriale, Università degli Studi della Calabria, Draft report.

Hauer E. (1986), «On the estimation of the expected number of accidents», *Accident Analysis and Prevention*, 18, pp. 1-12.

Hauer, E. and Persuad, B. (1988). CCHOW to estimate the safety of rail/highway grade crossings and the safety effects of warning devices", *Transportation Research Record*, N. 1114, Washington. DC, pp. 131-140.

Highway Capacity Manual (1995), Special Report 209, Transportation Research Board, National Research Council, *Washington D.C.*

Hosking J.R. (1986), «Relationship between skidding resistance and accident frequency: estimates based on seasonal variation», TRRL Research Report n. 76.

Hutchinson T.P., Mayne A.J. (1977), «Year to year variability in the number of road accidents», *Traffic Engineering and Control*, 18, pp. 432-433.

ISTAT/ACI, Anni 1996, *Statistiche annuali degli incidenti stradali*.

John S. Miller and Duane Karr, «*Experimental Application of global position System to locate motor vehicle Crashes – Impact on time and accuracy*», *Transportation Research Record* 1625 -Paper n° 98-0094

Jovanis, 1988

Kendall D.G. (1980), «The advance theory of statistics», Vol. 1, *Distribution Theory*, Griffon & Co, Londra.

Klir Yuan, (1995), « Fuzzy sets and Fuzzy logic», Prentice Hall PTR.

Miaou S.P., Lum H. (1993), «A statistical evaluation of the effects of highway geometric design on truck accident involvement», *Transportation Research Record* 1407, pp. 11-23.

Miaou S.P. (1994), «The relationship between truck accidents and geometric design of road sections: Poisson versus negative binomial regressions», *Accident Analysis and Prevention*, 26, pp. 471-482.

Mirkin B. (1996), *Mathematical Classification and Clustering. Nonconvex Optimization and its Applications*, Kluwer Academic Publisher, Vol. 11.

Nassar S.A. (1996), *Integrated road accident risk model*, Ph.D. Dissertation, Department of Civil Engineering, University of Waterloo.

Nieddu L., Patrizi G. (2000), *Formal Methods in Pattern Recognition: A Review*, *European journal of Operational Research*, 120(3), pp. 459-495.

Norme Funzionali e Geometriche per la costruzione delle strade, Consiglio Nazionale Delle Ricerche Roma, 13 Novembre 1998.

Pejoan J., Le Breton P. (1993), «Les accidents sur chaussées mouillées», *Bulletin de liaison des laboratoires des ponts et chaussées* n. 185.

Persaud B.N. (1990). "Blackspot identification and treatment evaluation.", department of Civil Engineering, Ryerson Polytechnical University, Toronto, November.

Ripley B. D. (1996), «Pattern recognition and neural network», Cambridge University Press.

Roddis S. M., Richardson A. J., and MacPherson C. D. "Obtaining travel intensity profiles from household travel survey data- Transportation Research Record 1625- Paper no. 98-0853

Roe P.G., Webster D.C., West G. (1991), «The relation between the surface texture of roads and accidents», *TRRL Research Report* 296.

Saccomanno F.F., Buyco C. (1988), «Generalized loglinear models of truck accident rates», *Transportation Research Record* 1172, pp. 23-31.

Saccomanno, F.F. (et.al., 1998). "015 platform for road accident risk modelling.", *Transportation Research Record*, N. 1581, Washington, DC.

Saccomanno, F.F. (et.al., 1997). "Assessing the reliability of road accident severity models", *Heavy Vehicle Systems, Journal of Vehicle Design*, Voi. 4, N. 2-4, PP. 266-283.

Saccomanno, F.F. and Haastup, P. (1999). "Influence of safety measures on the risks of transporting dangerous goods through road tunnels", Institute for Systems, Informatics and Safety, FU Joint Research Centre, Ispra, Italy, Submitted to *Journal of Risk Analysis*.

Tesoriere G. (1990), «Strade, Ferrovie ed Aeroporti», UTET.

Timothy Ross, (1995), «Fuzzy Logit with engineering application», McGraw Hill Traffic Monitoring guide, FHWA -PL 95031 FHWA. US Department of Transportation 1995.

Wiley D. Cunagin and Perry M. Kend "Reliability of traffic data" *Transportation Research Record* 1625.

Zhou M., Sisiopiku V.P., (1997), "Relationship between volume-to-capacity ratios and accident rates", *Transportation Research Record* 1581, TRB.