

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 20
FUNZIONI DI PRESTAZIONE DELLA
SICUREZZA
IN AMBITO URBANO

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

SOMMARIO

1	MOTIVAZIONI E RISULTATI ATTESI DELLA RICERCA.....	1
	1.1Motivazioni del tema di ricerca	1
	1.2Stato dell'arte	2
	1.2.1Modelli microscopici	3
	1.2.2Modelli macroscopici	5
	1.3Risultati attesi	5
2	CONTENUTI E MODALITÀ DI REALIZZAZIONE	7
	2.1Oggetto della ricerca	7
	2.1.1Rapporto sullo stato dell'arte.....	7
	2.1.2Raccolta dei dati.....	7
	2.1.3Calibrazione e validazione delle funzioni di prestazione.....	9
	2.2Modalità di esecuzione.....	9
	2.3Tempi, Risorse e Costi.....	12
	2.4Modalità di archiviazione dei dati e dei risultati conseguiti	13
3	QUALIFICAZIONE E MODALITÀ DI AGGIUDICAZIONE.....	14
	3.1Competenze necessarie.....	14
	3.2Criteri di aggiudicazione e di collaudo	14
4	BIBLIOGRAFIA	15

1 MOTIVAZIONI E RISULTATI ATTESI DELLA RICERCA

1.1 MOTIVAZIONI DEL TEMA DI RICERCA

Gli ingenti costi sociali legati all'incidentalità stradale hanno favorito negli ultimi anni numerose campagne di sensibilizzazione e progetti di ricerca, a livello nazionale ed europeo, per il miglioramento della sicurezza stradale (progetto DUMAS [4], linee guida per la sicurezza stradale del ministero LL.PP., i vari piani della sicurezza locali e nazionali, etc...). Emerge da tali studi che le strategie per il miglioramento della sicurezza stradale non possono prescindere dall'analisi del fenomeno in ambito urbano.

In Italia i dati ISTAT [6] confermano, infatti, che in ambito urbano, avviene circa il 75% degli incidenti e che questi causano il 71% dei feriti e il 44% del numero di morti all'anno per incidentalità stradale. Sempre in ambito urbano si verifica il 93% degli incidenti che coinvolgono pedoni e nel 30% dei casi le conseguenze sono mortali.

Come si vede, si tratta di percentuali significative sulle quali è tuttavia possibile incidere efficacemente (in tempi brevi e con risorse minime) attraverso una mirata progettazione di alcune componenti del sistema dei trasporti urbano. Si pensi ad esempio alla definizione dello schema di circolazione in un quartiere, al piano di fasatura di un'intersezione semaforizzata e così via.

La progettazione di tali componenti tesa al miglioramento della sicurezza stradale può essere affrontata in maniera rigorosa mediante l'ausilio di strumenti matematici che, fissate le variabili tipiche della progettazione dei sistemi stradali urbani (schema di circolazione, regolazione delle intersezioni, flussi e velocità sugli archi,...) forniscano una previsione quantitativa dell'incidentalità, ad esempio attraverso il numero d'incidenti annuo.

Le ricerche, nazionali ed internazionali, condotte sui modelli di simulazione dell'incidentalità si concentrano soprattutto sull'ambito extraurbano. In ambito urbano, la specificazione di modelli di questo tipo si complica notevolmente in quanto il numero d'incidenti non dipende solo da elementi geometrici dell'infrastruttura, ma dipende dai conflitti che nascono tra flussi relativi a diverse

correnti di traffico, per giunta non omogenee (si pensi ad esempio ad un'intersezione o alle interferenze tra flussi pedonali e veicoli lungo una strada urbana). E' necessario pertanto considerare le diverse componenti del traffico veicolare urbano (pedoni, biciclette, motocicli e autoveicoli), l'entità dei flussi di traffico di ciascuna componente e le reciproche interazioni.

In generale è possibile immaginare un modello di simulazione dell'incidentalità stradale in ambito urbano costituito da un sottomodello di simulazione del traffico e un sottomodello di simulazione dell'incidentalità. Quest'ultimo può essere costituito in prima approssimazione da funzioni di prestazione, ovvero da relazioni matematiche tra il numero d'incidenti medio annuo e alcune variabile caratteristiche del traffico in ambito urbano (flussi, velocità, ...).

L'obiettivo della ricerca è quello di definire, calibrare e verificare alcune funzioni di prestazione dell'incidentalità che possano applicarsi a realtà urbane tipiche delle città italiane. Il principale vantaggio derivante da questo tipo di funzioni risiede nella possibilità di disporre di uno strumento di misura del rischio d'incidentalità urbana utilizzabile per l'analisi della sicurezza stradale del sistema stradale attuale e per la verifica quantitativa d'interventi di progettazione operativa ad essa finalizzati.

1.2 STATO DELL'ARTE

E' possibile classificare le funzioni di prestazione dell'incidentalità in ambito urbano in funzione di:

1. variabili di output:

- *tasso d'incidentalità*: il numero medio d'incidenti per milione di veicoli confluyente all'intersezione;
- *frequenza d'incidentalità*: il numero medio d'incidenti all'anno.

2. componenti del traffico considerate:

- flusso di veicoli
- flusso di cicli e motocicli;
- flusso pedonali.

3. livello di aggregazione spaziale:

- modelli microscopici: considerano le singole componenti del sistema stradale (archi ed intersezioni);
- modelli macroscopici: considerano l'intera rete.

1.2.1 Modelli microscopici

I modelli microscopici considerano i singoli elementi del sistema stradale (la singola intersezione o il singolo arco della rete) e valutano il tasso o la frequenza d'incidentalità in funzione di alcuni parametri caratteristici quali, ad esempio, i flussi confluenti all'intersezione, i flussi in conflitto, i parametri di regolazione semaforica,....Possono classificarsi in funzione di:

1. Variabili esplicative (dati di input):
 - flussi
 - velocità
2. elemento della rete cui si riferiscono:
 - arco stradale
 - singola intersezione

I modelli microscopici per la singola intersezione a loro volta possono classificarsi in funzione:

- del tipo d'intersezione: a tre o a quattro braccia;
- del tipo di regolazione dell'intersezione: semaforizzata o non-semaforizzata;
- del livello di disaggregazione delle manovre

Nella letteratura nazionale italiana, i modelli microscopici dell'incidentalità in ambito urbano costituiscono un argomento scarsamente presente. In ambito internazionale il contributo maggiore proviene dal lavoro svolto al Transport Research Laboratory (TRL). In tale sede sono stati sviluppati modelli microscopici per i seguenti tipi di intersezioni:

- a quattro braccia semaforizzata [5];
- a tre braccia semaforizzata [10],
- intersezioni con regole di precedenza [7].

Tali modelli forniscono la frequenza d'incidentalità dell'intersezione in funzione dei flussi confluenti. Esistono diverse specificazioni modellistiche che si differenziano per il livello di dettaglio con cui tali flussi sono disaggregati.

La forma funzionale che racchiude tali possibili specificazioni è la seguente:

$$A = k \cdot Q^\alpha$$

in cui:

- **A** è la frequenza d'incidentalità (incidenti/anno);
- **Q** è il flusso *caratteristico* di veicoli confluenti all'intersezione;
- **K** e α costanti calibrate mediante analisi statistiche.

Per quanto riguarda il flusso caratteristico **Q**, questo varia secondo il livello di dettaglio del modello: può essere semplicemente il flusso totale (somma di tutti i flussi di autoveicoli confluenti all'intersezione), il prodotto dei flussi confluenti all'intersezione dai vari accessi o il prodotto incrociato dei flussi in conflitto delle varie manovre. E' possibile, inoltre, considerare i conflitti che nascono all'intersezione considerando separatamente differenti gruppi di manovre e quindi sommando il tasso d'incidentalità relativo ai singoli gruppi.

Nel caso in cui si vuole tenere conto dei flussi pedonali all'intersezione, il tasso d'incidentalità è dato da:

$$A = k \cdot Q^\alpha \cdot P^\beta$$

in cui:

- **P** è il flusso pedonale che attraversa gli archi confluenti all'intersezione;
- β un parametro calibrato mediante analisi statistiche.

Altri modelli calibrati sempre in ambito urbano da ricercatori svedesi e danesi, forniscono il tasso d'incidentalità (numero d'incidenti medio per milione di veicoli confluenti all'intersezione). Le forme funzionali proposte sono le seguenti:

(modelli svedesi [2])
$$T = a \cdot (I_p + I_s)^b \cdot (I_s / (I_p + I_s))^c$$

(modelli danesi [3])
$$T = a \cdot I_p^b \cdot I_s^c$$

in cui:

- **T** è il tasso d'incidentalità (incidenti/10⁶ veicoli confluenti);
- **I_p** e **I_s** sono rispettivamente i flussi sulla strada principale e sulla strada secondaria di veicoli confluenti all'intersezione;
- **a**, **b** e **c** costanti calibrate mediante analisi statistiche.

Sono state inoltre proposti modelli microscopici che oltre ai flussi considerano anche le velocità delle correnti confluenti all'intersezione [8]:

$$A = r \cdot F \cdot \sum_i (g_{1i} + g_{2i} + (g_{1i} \cdot g_{2i})^{1/2}) \cdot V^2$$

in cui:

- A è la frequenza d'incidentalità;
- F , g_{1i} e g_{2i} sono rispettivamente il flusso veicolare totale sulla strada principale e quelli sui rami delle strade secondarie confluenti all'intersezione;
- V la velocità sulla strada principale
- r una costante calibrata mediante analisi statistiche.

Infine, sono stati proposti modelli per la stima del tasso d'incidentalità sugli archi stradali in funzione della velocità e del grado di disturbo [9].

1.2.2 Modelli macroscopici

I modelli macroscopici consentono di stimare la frequenza d'incidentalità in funzione di variabili *macro* relative sia alle caratteristiche del sistema stradale [1], ad esempio il numero totale d'intersezioni o la velocità media sulla rete stradale, che alle caratteristiche socioeconomiche della popolazione (reddito, dotazione automobilistica,...). Tali modelli sono certamente più semplici da calibrare in quanto non necessitano di dati disaggregati, ma risultano tuttavia difficilmente trasferibili a realtà diverse da quelle sulle quali sono stati calibrati.

1.3 RISULTATI ATTESI

Il principale risultato atteso da questa ricerca è costituito dalla definizione di funzioni di prestazioni dell'incidentalità stradale in ambito urbano, vale a dire relazioni matematiche tra caratteristiche geometriche e funzionali degli elementi della rete stradale (ad esempio: larghezza della carreggiata, grado di disturbo,...) e dati di traffico (ad esempio flussi e velocità sugli archi stradali) ed indicatori del rischio d'incidentalità stradale (ad esempio la frequenza d'incidenti annua). Tali funzioni dovranno essere calibrate e validate in almeno quattro ambiti urbani tipici delle realtà urbane italiane, individuati in base a dimensione (ad esempio: area metropolitana o capoluogo di provincia) e posizione geografica (ad esempio: Nord, Centro o Sud). Nella fase di specificazione e calibrazione delle funzioni di prestazione, lo studio dovrà prevedere:

- l'individuazione dei fattori significativi nell'incidentalità stradale in ambito urbano;
- la determinazione del peso che ciascuno di questi fattori ha sul numero di incidenti.

E' lecito attendersi che tra i fattori maggiormente significativi risultino:

- la velocità;
- il numero di punti di conflitto tra correnti di traffico,
- l'entità dei flussi in conflitto;
- la presenza di flussi pedonali di attraversamento;
- elementi geometrici della carreggiata e delle intersezioni.

Va inoltre valutata la possibilità di differenziare le funzioni di prestazioni per tipologia ambito urbano (area residenziale, area commerciale, ...).

2 CONTENUTI E MODALITÀ DI REALIZZAZIONE

2.1 OGGETTO DELLA RICERCA

Obiettivo della ricerca è la messa a punto di funzioni di prestazione dell'incidentalità stradale in ambito urbano. Tale obiettivo dovrà essere conseguito attraverso fasi successive al termine delle quali dovrà essere prodotto un documento di sintesi dei risultati conseguiti. I contenuti e gli obiettivi delle fasi del progetto sono descritte nel seguito.

2.1.1 Rapporto sullo stato dell'arte

Nella prima fase del progetto, lo stato dell'arte sui modelli di simulazione dell'incidentalità stradale in ambito urbano presentato nel paragrafo 1.2 dovrà essere approfondito ed aggiornato alla luce delle più recenti esperienze mondiali.

Al termine di tale fase sarà prodotto un rapporto contenente:

- la descrizione accurata dei modelli microscopici e macroscopici sviluppati, in Italia e all'estero, negli ultimi anni, nonché le ricerche in fase di svolgimento nei laboratori nazionali ed internazionali;
- l'analisi degli elementi caratterizzanti i modelli d'incidentalità in ambito urbano e quindi l'individuazione degli elementi di classificazione degli stessi. E' ragionevole attendersi che sarà possibile individuare una "gerarchia" di modelli in funzione del livello di dettaglio delle variabili d'ingresso e dei possibili campi d'applicazione.

2.1.2 Raccolta dei dati

Nel corso della ricerca occorrerà procedere ad individuare aree di studio che possano essere ritenute significative delle diverse situazioni comportamentali e ambientali. Dovranno essere individuati almeno quattro ambiti urbani differenziati per:

- dimensione (area metropolitana e capoluogo di provincia);
- localizzazione geografica (Nord e Centro-Sud);
- ...

Per tali aree, dovranno essere raccolti ed analizzati i dati disaggregati ed aggregati disponibili (tramite i rapporti dell'ISTAT e/o le schede degli incidenti redatte delle autorità competenti). Tali dati dovranno essere relativi a:

- intersezioni a tre braccia non semaforizzata;
- intersezioni a tre braccia semaforizzata;
- intersezioni a quattro braccia non semaforizzata;
- intersezioni a quattro braccia semaforizzata;
- archi stradali.

Per ogni area di studio, dovrà essere selezionato un numero d'intersezioni e di archi stradali, per ogni tipologia, sufficiente per l'analisi statistica. Il numero di elementi del campione ed i criteri di selezione dovranno essere indicati espressamente nella relazione tecnica di offerta.

Per gli elementi campionati, si raccoglieranno tutti i dati disponibili per un periodo tale da consentire la calibrazione di funzioni di prestazioni diverse per:

- incidenti con morti;
- incidenti con feriti.

Le schede relative a tali incidenti dovranno essere integrate mediante la raccolta di tutti quei dati significativi ai fini della determinazione del rischio d'incidentalità in ambito urbano quali ad esempio:

- caratteristiche geometriche;
- velocità media sull'arco stradale nell'ora dell'incidente;
- flusso medio sull'arco stradale nell'ora dell'incidente;
- flussi medi per ogni manovra all'intersezione nell'ora dell'incidente;
- composizione del flusso veicolare nell'ora dell'incidente;
- conflitti alle intersezioni nell'ora dell'incidente;
- regolazione delle intersezioni;
- piano di fasatura delle intersezioni semaforizzate;
- ...

L'analisi ed i risultati di queste indagini dovranno essere raccolte in un rapporto contenente:

- la descrizione e l'analisi dei dati aggregati e disaggregati sull'incidentalità;
- la descrizione e l'analisi dei dati di traffico integrativi.

2.1.3 Calibrazione e validazione delle funzioni di prestazione

I dati disaggregati sull'incidentalità e i dati raccolti mediante le indagini di traffico, opportunamente filtrati ed elaborati, dovranno consentire la calibrazione di funzioni di prestazione dell'incidentalità stradale per le aree di studio individuate.

I risultati dell'applicazione di tali funzioni alle aree di studio in esame, dovranno essere confrontati con i dati aggregati sull'incidentalità raccolti. Ciò consentirà da una parte di verificare l'attendibilità dei modelli calibrati, dall'altra consentirà di migliorare ulteriormente le stime dei parametri mediante un ciclo di calibrazioni aggregate.

La fase di specificazione e calibrazione delle funzioni di prestazione, dovrà essere organizzata in modo da individuare due tipologie di funzioni di prestazioni (da mettere a punto in diverse fasi del progetto) in base al livello di dettaglio dei dati d'ingresso ed in relazione ai campi d'applicabilità delle stesse:

- **funzioni di “primo livello”**, in cui le variabili d'ingresso potranno essere legate unicamente all'entità del flussi sugli archi (esempi di modelli di questo tipo sono i modelli Danesi e Svedesi presentati nel paragrafo 1.2);
- **funzioni di “secondo livello”** in cui, come variabili d'ingresso, dovranno essere prese in considerazione esplicitamente:
 - i conflitti alle intersezioni;
 - le diverse componenti del traffico veicolare (auto, moto, autocarri,...);
 - le velocità delle correnti veicolari;
 - il tipo di regolazione delle intersezioni.
 - ...

Relativamente alle due tipologie di funzione di prestazione, si dovranno redigere due rapporti contenenti:

- i risultati della calibrazione disaggregata
- i risultati della calibrazione aggregata
- l'analisi di elasticità.

2.2 MODALITÀ DI ESECUZIONE

Per l'esecuzione del progetto di ricerca in oggetto possono distinguersi le seguenti fasi operative:

FASE 1: STATO DELL'ARTE

Modalità esecutive: la fase 1 dovrà essere realizzata mediante ricerca bibliografica relativa a tutte le esperienze mondiali. Per lo svolgimento dell'analisi

potrà essere necessario contattare gli istituti di ricerca nazionali ed esteri in modo da ottenere informazioni sulle ricerche in corso o programmate. Potranno risultare utili anche dei viaggi in paesi dove tali esperienze sono in corso di svolgimento.

Prodotto finale: rapporto sullo stato dell'arte

FASE 2: RACCOLTA E ANALISI DEI DATI D'INCIDENTALITÀ

Modalità esecutive: Nella fase 2 dovranno essere individuate dapprima le aree di studio rispetto alle quali calibrare le funzioni di prestazioni. Occorrerà verificare la disponibilità di dati aggregati e disaggregati sull'incidentalità in ambito urbano presso le autorità locali di competenza (Polizia stradale, Carabinieri, Vigili urbani). Si dovrà quindi procedere ad individuare almeno quattro aree di studio individuate in base alla dimensione ed alla posizione geografica.

Per tali aree occorrerà individuare un campione d'intersezioni ed archi, per ogni tipologia individuata, nonché raccogliere ed analizzare tutti i dati d'incidentalità disponibili per gli elementi del campione.

Prodotto finale: rapporto sull'analisi dei dati d'incidentalità raccolti per le aree di studio.

FASE 3: RACCOLTA E ANALISI DEI DATI INTEGRATIVI

Modalità esecutive: nella fase 3 i dati contenuti nelle schede degli incidenti avvenuti nei punti della rete stradale individuati nella fase 2, dovranno essere integrati mediante indagini miranti alla determinazione di variabili non rilevate nella scheda (caratteristiche geometriche della carreggiata, flussi veicolari, velocità, tipo d'intersezione,...) che potrebbero risultare significative ai fini della calibrazione delle funzioni di prestazione.

Prodotto finale: rapporto sulle indagini integrative effettuate e sull'analisi dei dati raccolti.

FASE 4: SPECIFICAZIONE E CALIBRAZIONE DISAGGREGATA DI FUNZIONI DI PRESTAZIONE "DI PRIMO LIVELLO"

Modalità esecutive: in questa fase, dovranno essere calibrate le funzioni di prestazione "di primo livello" per le aree di studio individuate. Dovrà altresì essere effettuata l'analisi di elasticità di tali funzioni rispetto alle variabili significative.

Prodotto finale: rapporto sulla calibrazione disaggregata delle funzioni di prestazione "di primo livello" e analisi di elasticità.

FASE 5: CALIBRAZIONE AGGREGATA E VALIDAZIONE DELLE FUNZIONI DI PRESTAZIONE “DI PRIMO LIVELLO”

Modalità esecutive: in questa fase del progetto, le funzioni di prestazione calibrate nella fase 4, dovranno essere applicate alle relative aree di studio; si procederà quindi ad un confronto tra i risultati di tali applicazioni ed i dati aggregati sull'incidentalità già raccolti. Ciò consentirà da una parte di verificare l'attendibilità dei modelli calibrati, dall'altra di migliorare ulteriormente le stime dei parametri mediante un ciclo di calibrazioni aggregate.

Prodotto finale: rapporto sulla calibrazione aggregata e sulla validazione delle funzioni di prestazione “di primo livello”.

FASE 6: SPECIFICAZIONE E CALIBRAZIONE DISAGGREGATA DI FUNZIONI DI PRESTAZIONE “DI SECONDO LIVELLO”

Modalità esecutive: nella fase 6, dovranno essere calibrate le funzioni di prestazione “di secondo livello” e dovrà essere condotta l'analisi di elasticità di tali funzioni rispetto alle variabili significative.

Prodotto finale: rapporto sulla calibrazione disaggregata delle funzioni di prestazione “di secondo livello” e analisi di elasticità.

FASE 7: CALIBRAZIONE AGGREGATA E VALIDAZIONE DELLE FUNZIONI DI PRESTAZIONE “DI SECONDO LIVELLO”

Modalità esecutive: nella fase 7, le funzioni di prestazione “di secondo livello” calibrate in maniera disaggregata nella fase 6, dovranno essere applicate alle relative aree di studio; si procederà quindi ad un confronto tra i risultati di tali applicazioni ed i dati aggregati sull'incidentalità già raccolti. Ciò consentirà da una parte di verificare l'attendibilità dei modelli calibrati, dall'altra di migliorare ulteriormente le stime dei parametri mediante un ciclo di calibrazioni aggregate.

Prodotto finale: rapporto sulla calibrazione aggregata e sulla validazione delle funzioni di prestazione “di secondo livello”.

2.3 TEMPI, RISORSE E COSTI

Di seguito si riporta il programma temporale della ricerca, con stima dei costi e delle risorse necessarie..

I costi delle risorse umane sono stati così ipotizzati:

- Senior 50'000'000 £/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, con una spesa di 860 milioni, saranno calibrate le funzioni di prestazione “di primo livello” dell’incidentalità stradale in ambito urbano.

Fase	I° anno				II° anno				Costo (10 ⁶ £)
1 Stato dell'arte									60 (0.1 senior + 0.5 junior2 + 2 tecnico I)
2 Raccolta e analisi dati esistenti sull'incidentalità									200 (0.4 senior + 2 junior2 + 6 tecnico I)
3 Raccolta e analisi dati integrativi									500 (0.4 senior + 2 junior1 + 8 tecnico I + 24 tecnico nl)
4 Calibrazione disaggregata funzioni “di primo livello”									100 (0.6 senior + 1.5 junior1 + 0.5 tecnico I)
5 Validazione e calib. aggreg. funzioni “di primo livello”									100 (0.4 senior + 1 junior1 + 2 tecnico I)
6 Calibrazione disaggregata funzioni “di secondo livello”									200 (0.6 senior + 3.5 junior1 + 1 tecnico I)
7 Validazione e calib. aggreg. funzioni “di secondo livello”									100 (0.4 senior + 1.5 junior1 + 1 tecnico I)
Totale									1260

860

400

2.4 MODALITÀ DI ARCHIVIAZIONE DEI DATI E DEI RISULTATI CONSEGUITI

I risultati della ricerca saranno archiviati in rapporti descrittivi del lavoro svolto a conclusione delle varie fasi del progetto.

I dati di incidentalità raccolti nelle fasi 2 e 3 del progetto dovranno essere archiviati su cd-rom in cartelle di lavoro Excel.

3 QUALIFICAZIONE E MODALITÀ DI AGGIUDICAZIONE

3.1 COMPETENZE NECESSARIE

Il progetto di ricerca dovrà essere sviluppato da gruppi di lavoro in cui siano presenti ingegneri e tecnici con esperienza nei seguenti settori:

- analisi dei sistemi di trasporto;
- rilevazione del traffico;
- trattamento di data-base per l'archiviazione e l'analisi statistica dei dati;
- tecniche di calibrazione disaggregata ed aggregata di modelli di simulazione;
- redazione di relazioni scientifiche e manuali nel settore dei trasporti

Il gruppo di ricerca dovrà disporre di un laboratorio dotato di strumenti (calcolatori e software operativi) per il trattamento statistico dei dati e per la calibrazione dei modelli.

3.2 CRITERI DI AGGIUDICAZIONE E DI COLLAUDO

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

- qualificazione professionale e scientifica del proponente (risorse disponibili, personale impiegato, curriculum, capacità di ricerca in campi affini, pubblicazioni in campi affini) (sino a 50 punti);
- offerta economica (sino a 10 punti);
- qualità della relazione di offerta (sino a 40 punti).

Il collaudo sarà svolto mediante esame annuale dei risultati intermedi conseguiti.

4 BIBLIOGRAFIA

- [1] Baruya A. and D. J. Finch. *Investigating of traffic speeds and accidents on urban roads*. Proceedings of the 22th European Transport Forum (Seminar J), 1994.
- [2] Brude U., J. Larsson & K. Hedman. *Design of major urban junction accident prediction model and empirical comparisons*. VTI EC Research 3, 1998
- [3] Brude U., K. Hedman, J. Larsson & L. Thuresson. *Design of major urban junction comprehensive report*. VTI EC Research 2, 1998
- [4] DUMAS Project. *The Dumas Project Research Report*. The Dumas Project - Research Programme of the Directorate General for Transport (DG VII) of the European Union.
- [5] Hall R.D. *Accident at four-arm single carriageway urban traffic signals*. TRRL Contractor Report 65, 1986.
- [6] ISTAT. *Statistica degli incidenti stradali – anno 1998*. Istituto Nazionale di Statistica, Informazioni n.21. 1999.
- [7] Layfield R.E, I. Summersgill, R.D. Hall and K. Chatterjee. *Accident at urban priority crossroads and staggered junctions*. TRL Report 185, 1996.
- [8] Stark D.C. *Relating speed to accident risk at priority junctions*. Proceedings of the 22th European Transport Forum (Seminar J), 1994.
- [9] Summersgill I. and Layfield R.E. *Non-junctions accidents on urban single-carriageway roads*. TRL Report 183, 1996.
- [10] Taylor M. C., R.D. Hall and K. Chatterjee. *Accidents at 3-arms traffic signals on urban single-carriageway roads*. TRL Report 135, 1996.