

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 2**

**STRATEGIE PER LA GESTIONE DELLA  
VELOCITÀ 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

# INDICE

<b>1 MOTIVAZIONI E RISULTATI DELLA RICERCA .....</b>	<b>3</b>
1.1 Motivazioni del tema di ricerca .....	3
1.2 Stato dell'arte .....	4
1.2.1 Premessa .....	4
1.2.2 Strategie di gestione delle velocità .....	5
1.2.3 Tecniche di gestione delle velocità .....	7
1.2.3.1 Moderazione del traffico.....	7
1.2.3.2 Le campagne informative .....	14
1.2.3.3 Controlli della polizia .....	14
1.2.3.4 Tecnologie intelligenti .....	15
1.3 Ricerca da attuare.....	16
1.4 Risultati attesi.....	17
<b>2 CONTENUTI E MODALITÀ DI REALIZZAZIONE .....</b>	<b>18</b>
2.1 Oggetto della ricerca.....	18
2.1.1 Rapporto sullo stato dell'arte .....	18
2.1.2 Linee guida per la gestione delle velocità in ambito urbano .....	19
2.1.3 Linee guida per la moderazione del traffico .....	19
2.1.4 Strategie per il controllo della velocità in ambito urbano.....	20
2.1.5 Progetto di un sistema di controllo intelligente della velocità a bordo veicolo .....	20
2.2 Modalità di esecuzione.....	20
2.3 Tempi, Risorse e Costi.....	23
2.4 Modalità di archiviazione dei dati e dei risultati conseguiti .....	24
<b>3 QUALIFICAZIONE E MODALITÀ DI AGGIUDICAZIONE .....</b>	<b>25</b>
3.1 Competenze necessarie.....	25
3.2 Criteri di aggiudicazione e di collaudo .....	25

# 1 MOTIVAZIONI E RISULTATI DELLA RICERCA

## 1.1 MOTIVAZIONI DEL TEMA DI RICERCA

Una strategia per la gestione della velocità consiste nella regolazione delle velocità del flusso veicolare attraverso misure coordinate di differente tipologia: azioni legislative, interventi di modifica della configurazione della strada, controllo del rispetto dei limiti da parte delle forze di polizia, campagne informative per educare gli utenti della strada e utilizzo di tecnologie avanzate, come i controlli automatici del rispetto dei limiti o l'installazione a bordo veicolo di limitatori di velocità.

La gestione della velocità non consiste necessariamente nella riduzione della velocità, quanto piuttosto nella pianificazione del traffico e nella progettazione della configurazione stradale finalizzate ad ottenere velocità appropriate in relazione alla funzione, alla tipologia di flusso e alle caratteristiche delle strade.

Ai fini della riduzione dell'incidentalità la gestione delle velocità rappresenta un elemento essenziale se si considera che, secondo le statistiche ISTAT, la prima causa di morte in incidente stradale in Italia è l'eccesso di velocità, ossia una velocità di marcia superiore ai limiti legali o inappropriata in relazione alle condizioni della strada, del traffico e dell'ambiente. Le stime dell'ISTAT indicano che il 23% delle morti e il 15% dei ferimenti in incidenti stradali sono dovuti all'eccesso di velocità (1).

La velocità è strettamente correlata sia con il numero che con la severità degli incidenti. Relazioni sperimentali evidenziano che il numero dei morti è proporzionale alla quarta potenza della velocità media del flusso veicolare, il numero dei feriti gravi cresce con la terza potenza della velocità, il numero complessivo dei feriti aumenta con il quadrato della velocità e il numero degli incidenti aumenta di circa il 2% per ogni incremento di 1 km/h della velocità (2-5).

E' considerevole anche l'effetto della velocità sui pedoni: la probabilità di morte per un pedone investito a 30 km/h è del 5%, tale valore sale al 40% se la velocità del veicolo è pari a 50 km/h e al 90% se la velocità del veicolo è di 70 km/h (6-7).

Esperienze europee hanno mostrato che le misure per la gestione delle velocità hanno consentito riduzioni incidentalità in ambito urbano comprese tra il 15% e l'80% (8).

Dato che in Italia non è applicata sistematicamente una strategia di gestione delle

velocità in ambito urbano, consistente sinora solo in sporadici interventi di moderazione del traffico, e che l'applicazione di tale strategia ha consentito in altri paesi delle riduzioni dell'incidentalità molto significative, appare opportuno realizzare degli studi per definire le strategie e le modalità attuative per la gestione delle velocità in Italia.

## **1.2 STATO DELL'ARTE**

### **1.2.1 Premessa**

Numerose esperienze internazionali evidenziano i significativi risultati in termini di riduzione dell'incidentalità conseguibili mediante strategie integrate di gestione delle velocità in ambito urbano. In Europa (5, 7, 9, 10) sono da segnalare soprattutto le esperienze della Danimarca, dell'Olanda, del Regno Unito e della Svezia; oltre oceano (11, 12) quelle dell'Australia, degli Stati Uniti e del Canada.

Numerosi studi sono stati finalizzati ad analizzare gli effetti della velocità sull'incidentalità, tra questi:

- Il Consiglio Europeo per la Sicurezza dei Trasporti (European Traffic Safety Council 1995) indica che l'effetto della variazione della velocità è superiore per gli incidenti mortali, rispetto agli incidenti con soli feriti, e stima che il numero dei morti in incidenti stradali diminuirebbe del 25% se si potesse ridurre la velocità media dei veicoli di 5 km/h (13);
- La Guida Norvegese sulla Sicurezza Stradale riporta una relazione tra l'incremento di velocità e l'incidentalità segnalando, per esempio, che un aumento del 10% della velocità comporta un aumento del 25% del numero degli incidenti con feriti e del 35% del numero degli incidenti mortali (4);
- Studi britannici indicano che un aumento di 1 km/h della velocità media del flusso comporta un aumento di circa il 3% del numero degli incidenti con feriti (14);
- Studi finlandesi indicano che un aumento di 1 km/h della velocità media del flusso comporta un aumento di circa il 3% del numero degli incidenti con feriti e che l'incremento del numero di incidenti mortali è di circa il 6% (4).

## 1.2.2 Strategie di gestione delle velocità

I recenti studi della Comunità Europea sulla gestione delle velocità in ambito urbano indicano la necessità di un realizzare un processo integrato che sia parte del processo di gestione della sicurezza e più in generale del processo di pianificazione del traffico e dell'ambiente urbano (8). Il risultato finale degli studi indicati consiste nella definizione di uno schema tipo per il processo di gestione delle velocità:

- **Definizione dello stato del sistema di trasporto.** Allo scopo di ottenere un esauriente quadro del traffico e dell'incidentalità, occorre una fase preliminare di acquisizione di dati concernenti la rete stradale (funzione delle strade esistenti, rete delle utenze deboli, rete del trasporto pubblico), l'incidentalità (3-5 anni, con descrizione della dinamica degli incidenti e delle loro conseguenze), il traffico (TGM delle auto, dei veicoli pesanti, dei motociclisti, dei ciclisti e dei pedoni), le velocità (limiti di velocità, velocità medie, profili di velocità) e l'ambiente (carte tematiche, parametri di inquinamento), cui devono seguire l'analisi e la rappresentazione geografica dei dati. L'analisi di questi dati consente di determinare l'estensione delle problematiche, e di identificare i principali aspetti di ogni area specifica. Inoltre, essa costituisce la premessa per una buona valutazione dell'efficacia delle strategie di gestione della velocità.
- **Definizione degli obiettivi.** La definizione di chiari obiettivi crea chiarezza per tutti i soggetti coinvolti, rende i risultati misurabili e consente un'attività di monitoraggio e revisione delle misure adottate. La definizione degli obiettivi può essere effettuata sia a livello nazionale, nell'ambito del Piano Nazionale della Sicurezza (15) che a livello locale, nell'ambito dei Piani della Sicurezza Stradale Urbana. In Olanda è stato definito lo specifico obiettivo nazionale di riduzione del 5-10% della velocità media dei motoveicoli sulle strade urbane principali. Inoltre è stato definito l'obiettivo di un massimo livello di veicoli che non rispettano i limiti di velocità pari al 10% (16). In Danimarca il Piano Nazionale della Sicurezza definisce quattro obiettivi principali, uno dei quali è la riduzione degli incidenti dipendenti dall'eccesso di velocità (17).
- **Definizione di un piano operativo.** La strategia di gestione della velocità deve essere opportunamente pianificata. In questa fase occorre stabilire quali strade e aree trattare, quali priorità assegnare, quali gruppi di utenti richiedono misure speciali, e quali sono i costi e i tempi stimati per ciascuna fase. E' opportuno anche prevedere delle analisi di sicurezza degli interventi progettati per la

gestione delle velocità, da attuarsi sia nella fase del progetto preliminare degli interventi che nelle fasi del progetto definitivo e del pre-collaudato.

- **Classificazione della rete stradale e delle velocità.** Oltre alla classificazione convenzionale della rete, così come attuata in fase di redazione dei PUT, occorre una classificazione delle velocità desiderate in modo tale da progettare misure atte a rendere congruenti la funzione e la velocità di ciascuna strada.
- **Implementazione delle misure per la gestione delle velocità.** Se le strade incluse nel programma di gestione delle velocità sono classificate con un livello di velocità inferiore alle velocità operative, possono essere utilizzate differenti tecniche di gestione delle velocità per assicurare il livello di velocità desiderato. Se invece una strada è classificata con un livello di velocità superiore alla velocità operativa, occorre assicurarsi che la configurazione della strada e il progetto della rete siano in grado di gestire il traffico in modo sicuro per tutti gli utenti.
- **Coinvolgimento del pubblico.** In molte nazioni, come il Regno Unito, la Danimarca, l'Olanda e il Canada, l'opinione pubblica è coinvolta nel processo di gestione delle velocità. La ragione essenziale di tale strategia è nel ruolo attivo degli utenti della strada nel successo di una politica di gestione delle velocità: maggiore è il supporto delle persone coinvolte dagli interventi, maggiore è la probabilità di successo dell'intervento. Inoltre, essendo consapevoli dei problemi locali, i residenti e/o gli utenti della strada possono avere valide idee riguardanti il tipo di misure da applicare in una particolare area. Il coinvolgimento del pubblico può essere attuato secondo tre differenti modalità: *informazione*, processo in cui il pubblico è informato dell'implementazione del piano mediante stampa, radio e televisione; *consultazione*, mediante la quale il pubblico è informato ed esprime il proprio parere con incontri pubblici e/o questionari; *partecipazione*, mediante la quale il pubblico, attraverso pochi rappresentanti, ha influenza diretta nel processo.
- **Monitoraggio e valutazione del processo.** Sebbene la valutazione dei risultati della politica di gestione della velocità sia una parte essenziale del processo essa è spesso sottovalutata. In Danimarca (9), i progetti co-finanziati dal governo richiedono la valutazione degli effetti sia a breve termine che a lungo termine. Gli indirizzi generali per il piano della sicurezza italiano (18) prevedono anch'essi il monitoraggio degli interventi per la sicurezza. In relazione alla dimensione del

progetto e alle misure attuate, il processo di valutazione può comportare il monitoraggio, prima e dopo l'intervento (3-5 anni), dei seguenti aspetti: sicurezza (numero di incidenti disaggregato per conseguenza, dinamica e utenti coinvolti, tasso di incidentalità, migrazione degli incidenti nei siti non trattati), velocità (velocità in punti specifici, profili di velocità, velocità di viaggio, percentuale di utenti che eccedono i limiti di velocità), flussi di traffico (volumi di traffico degli autoveicoli, dei mezzi pesanti, dei motoveicoli, dei ciclisti e dei pedoni), ambiente (emissioni, qualità dell'aria, rumore, estetica), comportamento degli utenti (studio dei conflitti nelle intersezioni (19) e videoregistrazione dei comportamenti), campagne informative (utenti che hanno percepito i messaggi, cambiamento del comportamento degli utenti, incremento percepito di sicurezza).

### **1.2.3 Tecniche di gestione delle velocità**

Le tecniche di gestione delle velocità possono essere raggruppate nelle seguenti categorie:

1. Moderazione del traffico;
2. Campagne informative;
3. Controlli della polizia;
4. Tecnologie avanzate.

Le tecniche suddette, da utilizzare secondo un approccio integrato, consentono di intervenire sugli utenti (mediante le campagne informative e i controlli della polizia), sui veicoli (mediante le tecnologie intelligenti) e sulla strada (mediante il progetto della rete e la modifica della configurazione delle strade).

#### **1.2.3.1 Moderazione del traffico**

Le ragioni per gestire le velocità modificando la configurazione della strada sono due: i limiti di velocità, se non congruenti con la percezione dell'ambiente stradale da parte dell'utente, si sono dimostrati insufficienti; è più significativo e consente un flusso di traffico più appropriato creare una logica connessione tra la configurazione della strada e la velocità consentita, in modo tale che l'utente sia indotto a mantenere una determinata velocità dalla percezione della strada. La tecnica più utilizzata per la gestione delle velocità intervenendo sulla configurazione della strada consiste nella moderazione del traffico, che può essere definita come (20) "la combinazione delle principali misure fisiche che riducono gli effetti negativi dell'uso dei veicoli a

motore, alterano il comportamento dei conducenti e migliorano le condizioni per gli utenti della strada non motorizzati”.

In molte nazioni sono stati attuati con successo numerosi interventi di moderazione del traffico, che hanno consentito considerevoli riduzioni dell'incidentalità, e sono state realizzate anche delle linee guida per l'utilizzo e il progetto di tali interventi. E' il caso ad esempio del Canada (20), della Danimarca (21), del Regno Unito (22), dell'Olanda (23), della Svizzera (24) e della Francia (25). Le linee guida, raccomandazioni e normative straniere forniscono indicazioni sulle tipologie di interventi di moderazione del traffico, su aspetti operativi relativi alla loro progettazione e sui criteri d'impiego, fornendo anche un valido riferimento alle esperienze già realizzate e ai vantaggi e svantaggi conseguiti.

Il principio delle linee guida è che nessun testo sulla moderazione del traffico può essere in grado di definire una soluzione valida per ogni circostanza in quanto ogni situazione è unica e non esiste una unica soluzione ottima. Una combinazione di conoscenza locale, esperienza tecnica e attento giudizio deve essere sempre utilizzata per scegliere un'appropriata misura o combinazione di misure. Anche se ogni esperienza è unica tuttavia vi sono dei principi della moderazione del traffico che sono significativi in ogni situazione e, al tempo stesso, l'esperienza sugli interventi già realizzati ha un valore considerevole.

Nel Regno Unito, le nuove misure per la moderazione del traffico sono progettate, monitorate e provate per alcuni anni prime di essere sottoposte a legislazione.

In Italia, non esistono linee guida, norme o raccomandazioni sulla moderazione del traffico. Il Nuovo Codice della Strada (26) ha introdotto la segnaletica di via residenziale e zona 30 e disciplina i rallentatori di velocità, che possono avere altezze massime pari a 3, 5 e 7 cm per strade con limite di velocità pari rispettivamente a 50, 40 e 30 km/h (tali altezze sono inferiori a quelle adottate efficacemente nelle altre nazioni). Pur in mancanza di riferimenti normativi, alcuni comuni in Piemonte, Lombardia ed Emilia iniziano ad applicare in modo diffuso misure di moderazione del traffico (27).

Più misure di moderazione del traffico possono essere combinate in modo da ottenere un effetto sinergico. In generale le misure possono essere divise in quattro categorie principali:

- Porte di accesso;
- Restringimenti della carreggiata;
- Trattamenti superficiali;
- Altri interventi.



## **Porte di accesso**

Le porte di accesso consistono in cambiamenti fisici e visivi delle strade in avvicinamento ad un centro abitato o in corrispondenza del passaggio tra zone con differenti limiti di velocità, ad esempio all'ingresso di una zona 30. Generalmente utilizzano la combinazione di più dispositivi di moderazione del traffico, come la realizzazione di isole spartitraffico, il restringimento della carreggiata con allargamento dai margini laterali, il cambio di materiali e/o di colore della pavimentazione, bande rumorose di preavvertimento, segnaletica verticale, dossi, attraversamenti pedonali rialzati, piantumazione, illuminazione ed altri arredi urbani.

Il miglior effetto si ottiene mediante la combinazione di elementi fisici e visivi dell'ambiente stradale. L'effetto di tale provvedimento è molto variabile in quanto dipende dal contesto in cui è realizzato e dalla tipologia di intervento. In generale, l'effetto è positivo se all'interno dell'area sono attuate altre misure di moderazione del traffico. Studi inglesi mostrano difatti una riduzione di velocità pari a 10 km/h se la porta di accesso non è seguita da moderazione del traffico nel centro abitato e pari a 15 km/h se è accoppiata a moderazione del traffico (30).

Sono realizzate correntemente nel Regno Unito, in Danimarca e negli Stati Uniti.

Gli indirizzi generali del Piano Nazionale della Sicurezza Stradale (18) precisano che “spesso il passaggio dalla viabilità extraurbana alla urbana è individuato unicamente dal segnale relativo al limite di velocità in area urbana” e che “tale condizione si è rivelata del tutto insufficiente”. Il Piano Nazionale incentiverà, tecnicamente e finanziariamente, l'elaborazione di progetti pilota e di interventi sperimentali tesi ad evidenziare con maggiore chiarezza la variazione tra viabilità extraurbana e viabilità urbana.

## **Restringimenti della carreggiata (isole centrali, restringimento dai lati, deviazioni orizzontali)**

### Isole centrali

Consistono nel restringimento delle corsie della carreggiata dal lato della linea di mezzzeria mediante l'introduzione di un'isola spartitraffico, che può rappresentare anche un rifugio per i pedoni nel caso in cui le isole siano non sormontabili. Possono essere efficacemente accoppiate agli attraversamenti pedonali. È necessario individuare degli accorgimenti che mettano in evidenza la presenza dell'ostacolo centrale (differenziazione della pavimentazione stradale, segnaletica orizzontale, ecc.).

Consentono una leggera riduzione delle velocità, e migliorano la sicurezza degli attraversamenti pedonali fornendo un rifugio durante l'attraversamento. Esperienze

inglesi hanno mostrato una riduzione dell'incidentalità del 43% (28).

Un'analisi di 85 misure di moderazione del traffico realizzate in Europa, Australia e Nord America ha evidenziato una riduzione media di incidentalità in seguito alla realizzazione delle isole centrali pari al 57% (33).

#### Restringimento dai lati

Consistono nel restringimento delle corsie dal lato esterno della carreggiata, mediante l'introduzione di aiuole laterali o l'estensione dei marciapiedi. Possono essere realizzati sia in punti particolari dei tronchi stradali, che in corrispondenza di intersezioni ed attraversamenti pedonali.

Consentono una leggera riduzione delle velocità, e migliorano la sicurezza degli attraversamenti pedonali in quanto aumentano la visibilità del pedone prima dell'attraversamento. Esperienze inglesi, riferite agli attraversamenti pedonali, hanno mostrato una riduzione dell'incidentalità del 53% (28).

#### Deviazioni orizzontali (chicanes)

Consistono in deviazioni orizzontali, senza riduzione di larghezza e numero delle corsie, del tracciato stradale, anche mediante l'introduzione di aiuole e isole spartitraffico. Il contesto d'inserimento è molto importante e tutte le normative insistono sulla necessità di abbinarli ad altri accorgimenti (differenziazione dei materiali di pavimentazione, piantumazione, ecc.).

Sono efficaci per la riduzione delle velocità e dell'incidentalità. Esperienze inglesi hanno mostrato una riduzione dell'incidentalità variabili tra il 48% (28) e il 54% (31), sostanziali riduzioni dell'incidentalità sono state ottenute anche in Canada (20).

Un'analisi di 85 misure di moderazione del traffico realizzate in Europa, Australia e Nord America ha evidenziato una riduzione media di incidentalità in seguito alla realizzazione di deviazioni orizzontali pari all'82% (33).

### **Trattamenti superficiali (dossi, dossi termoplastici, aree rialzate, bande rumorose, cambi nella superficie)**

#### Dossi

L'intervento consiste nella realizzazione di una serie di dossi, opportunamente intervallati, che interessano l'intera larghezza della carreggiata. Possono essere realizzati con forma circolare o trapezoidale; più rara è la forma sinusoidale, utilizzata in alcune applicazioni in Danimarca. La forma trapezoidale, più lunga e con rampe di pendenza variabile tra 1:10-1:15 e base minore variabile tra i 2 e i 7 metri, ha minore effetto negativo sui veicoli di emergenza e sui mezzi pubblici e

ultimamente trova maggiore diffusione (29). Un dispositivo usato per ridurre le velocità senza creare disagio ai veicoli di emergenza e ai mezzi pubblici è il cuscinetto rallentatore, ossia un dossi posto al centro corsia ed avente larghezza maggiore degli assi delle automobili ma minore degli assi dei bus, che perciò non sono influenzati. Studi del TRL sull'efficacia dei cuscinetti rallentatori indicano una riduzione di incidentalità pari al 60% (32).

L'altezza (50-100 mm) e la spaziatura (50-150 metri) tra i dossi variano in relazione alla velocità operativa della strada. Le norme danesi (21), ad esempio, suggeriscono dossi alti 100 mm con lunghezza di 4.0 m, 6.5 m e 9.5 m e spaziatura di 75, 100 e 150 m per le strade con velocità pari rispettivamente a 30, 40 e 50 km/h. Valori simili della spaziatura in funzione della velocità operativa sono proposti anche da Odgen (29). Le esperienze hanno mostrato che la spaziatura è influente in misura maggiore rispetto all'altezza.

Si può avere un leggero disagio per i veicoli di manutenzione e di emergenza, così come per i mezzi pubblici. Non devono essere realizzati su strade a forte pendenza (>8%), in prossimità dei semafori (<75 m) e in prossimità delle fermate dei bus (<25 m) (20).

I dossi rappresentano l'intervento più efficace per la riduzione delle velocità, consentendo notevoli riduzioni dell'incidentalità, e sono adottati in tutti i paesi che realizzano la moderazione del traffico.

Esperienze inglesi hanno mostrato una riduzione di velocità di circa 16 km/h e una riduzione dell'incidentalità del 61 (8)-66% (28). Nel caso di dossi trapezoidali con spaziatura di 60-80 m, altezza di 75 mm e pendenza delle rampe 1:15, l'esame di 72 siti nel Regno Unito ha mostrato velocità operative tra le gobbe inferiori a 30 km/h.

In Danimarca, in base all'esame di 14 siti con dossi di forma circolare, si è riscontrata una riduzione di velocità di 5-15 km/h e una riduzione del 50% del numero degli incidenti (8).

Un'analisi di 85 misure di moderazione del traffico realizzate in Europa, Australia e Nord America ha evidenziato una riduzione media di incidentalità in seguito alla realizzazione delle isole centrali pari al 75% (33).

Sostanziali riduzioni dell'incidentalità sono state ottenute anche in Canada (20).

### Dossi termoplastici

Sono dossi in materiale termoplastico, utilizzati sia in Inghilterra che in Canada, che danno luogo a riduzioni di velocità confrontabili con quelle dei dossi circolari alti 50 mm. Sono accettati dai conducenti dei bus in misura maggiore rispetto ai

dossi circolari tradizionali e sono consigliati sulle strade con limite di velocità pari a 50 km/h.

In Inghilterra l'utilizzo di dossi termoplastici alti 37 mm, larghi 900 mm, e con spaziatura di 56 m, ha consentito una riduzione della velocità media pari a 15 km/h (34).

#### Aree rialzate

Consistono nel rialzo del piano di viabilità con rampe di raccordo (con pendenza, in genere, del 10%) in corrispondenza di aree da proteggere da elevate velocità o di attraversamenti pedonali. In particolare, si segnalano gli attraversamenti pedonali protetti da due rialzi a monte ed a valle dello stesso e le intersezioni rialzate. La sopraelevazione della pavimentazione stradale viene adottata in strade urbane di quartiere e locali, in corrispondenza dei principali itinerari pedonali o edifici pubblici. La pavimentazione stradale viene rialzata anche in corrispondenza di accessi a strade residenziali e alle intersezioni tra strade locali.

Hanno un effetto sull'incidentalità e sulla riduzione delle velocità confrontabile con quello dei dossi.

#### Bande rumorose

I sistemi di rallentamento ad effetto acustico sono realizzati mediante irruvidimento della pavimentazione stradale, ottenuta con la scarificazione o incisione della stessa o l'applicazione di strati sottili di materiali in rilievo. Possono altresì realizzarsi mediante particolari pavimentazioni in pietra. Generalmente sono posti trasversalmente alla strada in corrispondenza dell'approccio a un'intersezione o ad un attraversamento pedonale per avvisare gli utenti della situazione di pericolo. Possono essere utilizzati efficacemente anche per preavvisare le porte di accesso.

Hanno effetto come misura di avvertimento dell'utente, ma possono creare problemi di rumorosità.

#### Cambio della superficie stradale

Consiste nella realizzazione di zone con pavimentazione differenziata, come masselli in calcestruzzo o pavimentazione colorata. È un provvedimento di effetto limitato se non utilizzato in combinazione con altre misure.

## **Altri interventi (rotatorie, strade condivise, progetti integrati di moderazione del traffico con zone 30)**

### Rotatorie

L'inserimento di rotatorie e mini-rotatorie consente di ridurre sostanzialmente la velocità dei veicoli in corrispondenza delle intersezioni, mediante la deviazione del percorso da rettilineo a curvo, e di ridurre i punti di conflitto tra i flussi di attraversamento delle intersezioni.

La conversione di intersezioni convenzionali in rotatorie ha consentito la riduzione dell'incidentalità compresa tra il 50 e l'85% e riduzioni della velocità pari a circa 30 km/h (9). Uno studio olandese basato sulla conversione di 201 intersezioni in rotatorie ha mostrato una riduzione degli incidenti del 47% e una riduzione dei feriti del 71% (35). La riduzione di feriti per categoria di utente è stata così ripartita: 95% automobilisti, 89% pedoni, 30% ciclisti.

Un'analisi di 85 misure di moderazione del traffico realizzate in Europa, Australia e Nord America ha evidenziato una riduzione media di incidentalità in seguito alla realizzazione di rotatorie pari all'82% (33).

### Strade condivise

Consistono nella realizzazione di strade in cui i veicoli a motore non hanno precedenza rispetto alle utenze non motorizzate per cui non neanche realizzati marciapiedi. In queste strade il traffico motorizzato perde il suo ruolo predominante ed è accettato solo traffico di accesso.

Questo tipo di soluzione è stata sviluppata in modo estensivo in Olanda (woonerf) negli anni '70 e '80 e ha consentito riduzioni dell'incidentalità sino al 70% (36). L'applicazione non si è diffusa in tutti i paesi che attuano moderazione del traffico in quanto richiede una radicale modifica dell'ambiente stradale e, conseguentemente, elevati costi.

### Progetti integrati di moderazione del traffico e zone 30

La soluzione di moderazione del traffico che consente la maggiore riduzione di incidentalità consiste nella realizzazione di zone con limite di velocità pari a 30 km/h all'interno delle quali sono realizzati intensivi interventi di moderazione del traffico. La moderazione si è rivelata efficace sia in zone residenziali con limite di velocità pari a 30 km/h sia in corrispondenza di strade di attraversamento.

In Inghilterra la realizzazione di 82 zone 30 con moderazione del traffico ha ridotto l'incidentalità del 60% senza dare luogo a migrazione di incidenti nelle zone circostanti (37). La riduzione media di velocità è stata pari a 15 km/h, con una

velocità media pari a 21 km/h in corrispondenza delle misura pari ed a 29 km/h tra le misure (distanziate mediamente di 85 m). Uno studio inglese condotto da TMS Consultancy nell'ambito del monitoraggio di miglioramenti della sicurezza di autorità locali (28) mostra simili risultati: riduzione media degli incidenti pari al 66%.

In Danimarca la moderazione del traffico in tre città campione su strade di attraversamento con limite di velocità prima della moderazione pari a 60 km/h (40 - 50 km/h dopo gli interventi) ha consentito la riduzione degli incidenti con feriti variabile tra il 44 e il 67%, con una riduzione della velocità media compresa tra 8 e 10 km/h (9, 38). Gli interventi sono consistiti in segnali di preavvertimento e bande rumorose, segnali di limiti di velocità e porte di accesso all'ingresso delle città, con rotonde, restringimenti di carreggiata con isole centrali e laterali e percorsi pedonali all'interno delle città.

### **1.2.3.2 Le campagne informative**

Le campagne informative sono realizzate con lo scopo di aumentare la consapevolezza del pubblico del rischio di incidente connesso con la velocità e/o di introdurre differenti provvedimenti per la gestione delle velocità, come la modifica della configurazione della strada o l'installazione di nuove tecnologie per il controllo delle velocità.

Le campagne informative, per risultare efficaci, devono essere combinate con il controllo delle forze di polizia, misure tecniche e con il coinvolgimento del pubblico nel processo di gestione delle velocità. Esse devono essere di lungo termine, sistematiche e con un approccio diretto e semplice.

I metodi più utilizzati per la trasmissione dei messaggi delle campagne sono materiali consegnati nelle abitazioni, messaggi sul bordo strada, messaggi nelle scuole, stampa, radio e televisione.

### **1.2.3.3 Controlli della polizia**

Le misure di gestione della velocità possono essere rafforzate dal controllo delle velocità da parte delle forze di polizia.

I controlli convenzionali sono eseguiti da pattuglie di polizia che misurano la velocità dei veicoli e poi li fermano o inviano le multe accompagnate da fotografia. L'effetto dei controlli è una riduzione dell'eccesso di velocità, ma è limitato nel tempo e nello spazio.

Molto più efficaci sono i controlli automatizzati, in cui la misura della velocità e l'identificazione del veicolo sono realizzati in modo automatico. Le tecnologie tradizionali si basano sull'identificazione del veicoli e del guidatore mediante foto.

L'attuale tecnologia consentirebbe, in modo più efficace, anche l'identificazione mediante dispositivi elettronici a bordo veicolo.

In Inghilterra un progetto pilota nella città di Londra sull'uso delle videocamere per il controllo delle velocità ha mostrato una riduzione del 10% delle velocità, del 18% degli incidenti e del 37% dei feriti gravi (9).

I problemi principali dei controlli automatici sono legati ai vincoli legislativi, che occorrerebbe rimuovere, come sottolineato anche negli indirizzi generali del piano della sicurezza (18), e alla possibilità di rendere responsabile dell'eccesso di velocità il proprietario dell'auto, piuttosto che il conducente. In Italia, difatti, è necessaria la contestazione immediata della multa; ciò è attuato utilizzando due pattuglie, la prima esegue la misura di velocità con gli autovelox o con le più moderne videocamere laser e la seconda, posizionata più avanti, contesta l'infrazione. Questo tipo di procedura presenta un rapporto efficacia/costo circa cinquanta volte inferiore rispetto a quello delle procedure automatizzate (11).

In Italia non sono disponibili dati sufficienti a stimare la percentuale di utenti che rispettano i limiti di velocità in ambito urbano, tuttavia può essere significativo osservare che in Gran Bretagna e in Svezia, dove il rispetto dei limiti è generalmente superiore all'Italia, in ambito urbano circa il 60% dei veicoli viaggiano più veloci del consentito (7). In Olanda, nelle strade urbane principali delle città con oltre 100'000 abitanti, circa l'80% dei guidatori eccede i limiti di velocità (42).

A testimonianza dei ridotti controlli delle velocità attuati in Italia si nota che in un anno, per eccesso di velocità, viene elevata circa 1 multa ogni 60 patentati, per confronto, in Australia, nello stato di Victoria, il rapporto è di 1 multa ogni 6 patentati (11).

Gli indirizzi generali del Piano Nazionale della Sicurezza Stradale (18) indicano come una delle azioni principali il rafforzamento dell'azione di controllo svolta in area urbana dai corpi di polizia, orientata verso la prevenzione, il controllo e la repressione dei comportamenti di guida a maggiore rischio, tra cui l'eccesso di velocità.

#### **1.2.3.4 Tecnologie intelligenti**

L'uso di limitatori di velocità a bordo veicolo e di dispositivi di controllo della velocità basati sul distanziamento tra i veicoli rappresenta, nel lungo termine, lo strumento più efficace per la limitazione delle velocità.

Alcuni esperimenti pilota di limitatori di velocità a bordo dei veicoli sono stati già condotti con successo. Nell'ambito del progetto MASTER (Managing Speeds of Traffic on European Roads) (5) sono state eseguite delle prove con auto

strumentate in Svezia (Lund), Olanda (Ranstad) e Spagna (Barcellona)(39, 40) allo scopo di valutare l'effetto dei limitatori di velocità a bordo veicolo sul comportamento del conducente.

Gli effetti positivi degli esperimenti sono stati: notevoli riduzioni delle velocità in condizioni di flusso libero (minori riduzioni in condizioni di congestione), maggiore uniformità nella distribuzione delle velocità, diminuzione delle velocità di approccio alle rotonde, alle intersezioni ed alle curve, maggiore distanziamento dei veicoli nell'intervallo di velocità 30-50 km/h, maggiore accettazione del dispositivo dopo la prova.

Gli effetti negativi degli esperimenti sono stati: maggiore tempo di viaggio, maggiore frustrazione e stress, minore pazienza.

Nell'esperimento citato i limitatori utilizzati erano impostati sul limite di velocità, applicazioni più evolute (41) possono prevedere limitatori che adattano la velocità limite consentita in relazione al tipo di strada, alle condizioni del traffico (rilevando ad esempio il distanziamento tra i veicoli), della strada (curvatura, aderenza) e dell'ambiente (visibilità).

L'applicazione della tecnologia è promettente in quanto i limitatori di velocità possono effettivamente ridurre l'eccesso di velocità, con riduzioni dell'incidentalità stimate tra il 20 e il 40%. Tuttavia, ulteriore ricerca è necessaria per studiare più approfonditamente l'adattamento comportamentale dei guidatori, l'affidabilità e il grado di accettazione del sistema. Soprattutto occorre approfondire la ricerca relativa ai sistemi intelligenti di controllo della velocità.

### **1.3 RICERCA DA ATTIVARE**

La trasferibilità della ricerca internazionale in Italia è piuttosto elevata. In primo luogo la ricerca si può orientare verso la definizione delle forme organizzative più opportune per la gestione delle velocità. In proposito si dovrebbe studiare una forma di integrazione di tale processo nei Piani della Sicurezza Stradale Urbana, le cui modalità attuative sono ancora in via di definizione e che costituiranno probabilmente parte integrante dei Piani Urbani del Traffico.

Un altro aspetto prioritario riguarda lo studio delle misure più efficaci per la gestione delle velocità e la realizzazione di esperienze pilota che evidenzino i risultati positivi e negativi delle diverse tipologie di azione, prima di suggerire degli indirizzi sulle tipologie di azione da implementare a livello nazionale.

In proposito si sottolinea che gli indirizzi per il Piano Nazionale della Sicurezza (18) suggeriscono che “Nelle aree centrali ad elevata densità e con elevati flussi di



traffico di pedoni o velocipedi il piano Nazionale della Sicurezza Stradale favorirà la progressiva riduzione dei limiti di velocità a 30 km/h e la modificazione delle caratteristiche geometriche della rete viaria, esclusa quella principale, al fine di offrire una maggiore protezione generale alle utenze deboli”.

Un tema di ricerca riguarda l’efficacia dei controlli automatizzati delle infrazioni ai limiti di velocità. In Italia il controllo del rispetto dei limiti in ambito urbano è quasi inesistente e l’attuale legislazione non permette neanche la realizzazione di controlli automatizzati, la cui efficacia è circa 50 volte superiore a quella dei controlli tradizionali. Compito della ricerca è dimostrare l’efficacia di tali tipologie di azione in modo da indurre il legislatore a rimuovere gli attuali vincoli all’utilizzo delle nuove tecnologie.

Nell’ambito delle nuove tecnologie la più promettente è costituita dall’installazione di limitatori di velocità a bordo veicolo associati a dispositivi di regolazione automatica del distanziamento tra i veicoli. La realizzazione di esperienze pilota in città campione e su un numero limitato di utenti potrebbe evidenziare i potenziali vantaggi di tali tecnologie e gli eventuali effetti secondari di natura negativa.

## **1.4 RISULTATI ATTESI**

Il risultato atteso dalla ricerca è costituito dalla definizione di una strategia integrata per il controllo delle velocità che possa essere implementata da tutti i comuni. La definizione della strategia dovrebbe essere comprendere anche delle linee guida per la moderazione del traffico in modo da orientare i tecnici verso l’utilizzo degli strumenti che possono consegnare i maggiori benefici in relazione alle condizioni specifiche del sito.

Un secondo tipo di risultato è la stima dei costi e dei benefici dell’utilizzo delle tecnologie per il controllo delle velocità e per la limitazione delle velocità a bordo veicolo.

## 2 CONTENUTI E MODALITÀ DI REALIZZAZIONE

### 2.1 OGGETTO DELLA RICERCA

La ricerca avrà i seguenti obiettivi:

1. Produzione di un rapporto contenente esauriente analisi critica della letteratura nazionale e internazionale sull'argomento;
2. Definizione di linee guida per la gestione delle velocità in ambito urbano, che dovranno indicare le fasi del processo di gestione e i contenuti di ciascuna fase;
3. Definizione di linee guida per la moderazione del traffico, che dovranno suggerire, con indicazioni tecnico-progettuali, le misure più vantaggiose in relazione ai problemi di incidentalità presenti, alle caratteristiche della rete ed al traffico;
4. Definizione delle strategie per il controllo della velocità in ambito urbano, con stima dei vantaggi dell'utilizzo dei controlli automatizzati;
5. Progetto di un sistema di controllo intelligente della velocità a bordo veicolo.

#### 2.1.1 Rapporto sullo stato dell'arte

Il rapporto sullo stato dell'arte dovrà contenere almeno:

- Indicazione degli obiettivi in termini di riduzione della velocità, a livello generale e in ambito urbano, contenuti nei piani della sicurezza degli altri paesi;
- Descrizione accurata delle strategie per la gestione delle velocità in ambito urbano attuate negli altri paesi, con indicazione delle singole fasi, delle modalità attuative di ciascuna fase, dei costi sostenuti e dei benefici conseguiti negli altri paesi;
- Descrizione delle politiche di moderazione del traffico degli altri paesi, con individuazione delle norme, delle raccomandazioni, delle linee guida di riferimento e delle esperienze realizzate con analisi dettagliata, disaggregata per paese, di:
  - Tipologie di intervento previste;
  - Condizioni di applicabilità di ciascuna tipologia di intervento;
  - Costi di ciascuna misura;
  - Indicazioni di progetto per ciascuna misura;
  - Effetti di ciascuna misura (positivi e negativi);

- Realizzazioni eseguite.
- Indicazione delle modalità esecutive, dei costi e dei risultati delle campagne di sensibilizzazione;
- Descrizione delle strategie di controllo della velocità, dei costi e dei benefici conseguiti;
- Descrizione delle applicazioni di tecnologie intelligenti per il controllo delle velocità, dei risultati delle applicazioni già eseguite e delle ricerche in corso sul tema;
- Sintetica descrizione delle ricerche in corso negli altri paesi sulla gestione delle velocità in ambito urbano.

### **2.1.2 Linee guida per la gestione delle velocità in ambito urbano**

Le linee guida dovranno indicare le fasi del processo di gestione delle velocità e i contenuti di ciascuna fase. Esse dovranno essere redatte a partire dalle indicazioni fornite dal progetto di ricerca europeo Developing Urban Safety Management (8), che prevede un processo in 7 fasi (cfr. par.1.2.2). Le linee guida dovranno indicare almeno:

- I dati necessari per la pianificazione del processo;
- Le modalità di definizione degli obiettivi;
- Le modalità di definizione della strategia dei singoli comuni, i soggetti coinvolti nella definizione della strategia, le interrelazioni tra i singoli soggetti e le interrelazioni tra la strategia e piani urbani della sicurezza;
- Le modalità per la classificazione delle velocità;
- Le categorie di intervento per la gestione delle velocità;
- Le modalità di coinvolgimento dell'opinione pubblica;
- I parametri necessari per il monitoraggio e la valutazione del processo.

### **2.1.3 Linee guida per la moderazione del traffico**

Le linee guida per la moderazione del traffico dovranno contenere almeno i seguenti elementi:

- Descrizione delle possibili misure di moderazione del traffico;
- Indicazioni sull'applicabilità di ciascuna misura;
- Indicazioni sui benefici di ciascuna misura;
- Indicazioni sugli svantaggi di ciascuna misura;
- Indicazioni sui costi di ciascuna misura;
- Criteri di scelta delle misure e guida per la realizzazione di più misure

combinare tra loro;

- Guida di progetto per ciascuna misura;
- Progetti campione di misure realizzate in Italia.

#### **2.1.4 Strategie per il controllo della velocità in ambito urbano**

Definizione di raccomandazioni per le strategie per il controllo della velocità in ambito urbano, con stima dei vantaggi dell'utilizzo dei controlli automatizzati.

#### **2.1.5 Progetto di un sistema di controllo intelligente della velocità a bordo veicolo**

Redazione di un rapporto sui costi, sui vantaggi e sugli svantaggi dei limitatori di velocità a bordo veicolo. Il rapporto dovrà contenere almeno i seguenti punti:

- Profili di velocità con e senza i limitatori in differenti condizioni di traffico e tipi di strada;
- Tempi di viaggio con e senza limitatori;
- Dati sui distanziamenti tra i veicoli;
- Dati sul comportamento dei guidatori nel dare precedenza;
- Dati sul comportamento dei guidatori nelle intersezioni;
- Dati sul comportamento dei guidatori in corrispondenza degli attraversamenti pedonali;
- Dati sul carico di lavoro dei conducenti, da misurare con il metodo RTLX relativo ai sei aspetti lavoro mentale, lavoro fisico, pressione del tempo, prestazione, sforzo e livello di frustrazione (43);
- Dati sull'accettazione dei dispositivi da parte dei guidatori;
- Dati sui costi dei dispositivi.

### **2.2 MODALITÀ DI ESECUZIONE E ARTICOLAZIONE PER FASI**

La ricerca si articolerà in 7 fasi, per ognuna delle quali si riportano di seguito le modalità esecutive e il prodotto finale.

#### **Fase 1**

**Modalità esecutive:** la fase 1 sarà realizzata mediante ricerca bibliografica relativa a tutte le esperienze mondiali. Per lo svolgimento dell'analisi sarà necessario anche contattare gli istituti di ricerca esteri in modo da ottenere informazioni sulle ricerche in corso o programmate. Potrebbero risultare utili anche dei viaggi in paesi dove si

attuano strategie evolute per la gestione delle velocità in ambito urbano, come il Regno Unito, la Danimarca e l'Olanda.

**Prodotto finale:** rapporto sullo stato dell'arte.

## **Fase 2**

**Modalità esecutive:** la fase 2 sarà realizzata mediante definizione teorica degli elementi della strategia e applicazione concreta della strategia stessa in casi campione: un comune con meno di 30'000 abitanti, un comune con un numero di abitanti compreso tra 30'000 e 100'000 e un comune con più di 100'000 abitanti. La realizzazione degli interventi sarà finanziata dal Ministero dei Lavori Pubblici e dai Comuni che parteciperanno al progetto pilota.

**Prodotto finale:** linee guida preliminari per la strategia di gestione delle velocità.

## **Fase 3**

**Modalità esecutive:** la fase 3 sarà realizzata mediante esame critico delle esperienze internazionali, selezione delle misure più efficaci, valutazione dell'applicabilità in Italia anche in relazione al quadro legislativo (eventuali proposte di modifica la Nuovo Codice della Strada) e definizione preliminare delle specifiche di progetto di ciascuna misura. Le misure di moderazione del traffico dovranno essere realizzate nei comuni in cui si eseguiranno i progetti pilota

**Prodotto finale:** linee guida preliminari per la moderazione del traffico.

## **Fase 4**

**Modalità esecutive:** la fase 4 consisterà nel monitoraggio e nella valutazione dell'efficacia degli interventi attuati nella fase 2. Il risultato dell'azione di monitoraggio potrà essere la validazione delle strategie implementate o la modifica delle strategie stesse.

**Prodotto finale:** linee guida definitive per la strategia di gestione delle velocità.

## **Fase 5**

**Modalità esecutive:** la fase 5 consisterà nel monitoraggio e nella valutazione dell'efficacia degli interventi attuati nella fase 3.

**Prodotto finale:** linee guida definitive per la moderazione del traffico.

## **Fase 6**

**Modalità esecutive:** la fase 6 consisterà nel monitoraggio delle velocità e dei flussi su 10 strade campione, di differente tipo e di differenti comuni, e

nell'implementazione di una strategia di controllo con il metodo tradizionale e, simultaneamente, con nuovi metodi automatizzati. Si valuteranno le velocità prima e dopo i controlli e i costi dei controlli con le differenti metodologie. In tal modo sarà possibile stimare l'efficacia dei controlli e confrontare gli indici costo/efficacia delle differenti metodologie di controllo.

**Prodotto finale:** raccomandazioni per le strategie per il controllo della velocità in ambito urbano, comprendente gli indici costo/efficacia delle differenti metodologie di controllo della velocità.

## **Fase 7**

**Modalità esecutive:** la fase 7 consisterà nella realizzazione di una sperimentazione di dispositivi di controllo della velocità a bordo veicolo, da realizzare in almeno tre comuni campione (uno del Nord, uno del Centro e uno del sud).

In ogni comune la sperimentazione dovrà coinvolgere almeno 50 guidatori, scelti casualmente tra i patentati da almeno cinque anni con età comprese tra i 25 e i 55 anni, su un percorso di circa 20 km, comprendente differenti tipi di strada, e in condizioni sia diurne che notturne (con flusso libero).

Il limitatore da installare a bordo veicolo dovrà essere del tipo intelligente, ossia non solo non dovrà permettere di superare i limiti di velocità (segnalati mediante trasmettitori posti sui segnali stradali), ma dovrà anche essere dotato di longitudinal collision avoidance, che misura la distanza dal veicolo che è e riduce automaticamente la velocità del veicolo se tale distanza è inferiore a quella di sicurezza, e di un sistema che adatta la velocità del veicolo anche alle condizioni di aderenza e di visibilità.

I guidatori campione dovranno seguire un percorso prestabilito guidando una volta con il limitatore attivo e la volta successiva con il limitatore non attivo (alterando l'ordine attivo-non attivo). La strumentazione a bordo veicolo, comprendente telecamere e trasduttori per registrare il comportamento del conducente, dovrà essere nascosta. I conducenti dovranno essere istruiti sul funzionamento del dispositivo e gli dovrà essere richiesto di riportare la loro opinione sul dispositivo. Dopo la prova potrà essere chiesto il permesso di utilizzare le informazioni registrate per scopo di ricerca.

**Prodotto finale:** Rapporto sui costi, sui vantaggi e sugli svantaggi dei limitatori di velocità a bordo veicolo.

## 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 di seguito indicati sono comprensivi delle spese generali dell'ente di ricerca.

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 530 milioni, saranno realizzate delle linee guida preliminari per la moderazione del traffico e per la strategia di gestione delle velocità.

Il secondo anno saranno realizzate due tipi di attività di differente natura.

Le fasi 4 e 5 rappresentano il monitoraggio e la valutazione dell'efficacia delle strategie e degli interventi attuati nelle fasi 2 e 3. In seguito al monitoraggio saranno realizzate delle linee guida definitive contenenti anche informazioni sull'efficacia dei diversi interventi e delle differenti strategie. Ciò comporterà un costo aggiuntivo di 150 milioni, cui corrisponde un notevole incremento dell'utilità delle linee guida.

Le fasi 6 e 7 sono relative al controllo della velocità e ai limitatori intelligenti installati a bordo veicolo e comportano una spesa di 400 milioni.

**Tabella 1 Tempi, risorse e costi della ricerca**

Fase	I° anno				II° anno				Costo (10 <sup>6</sup> £)
1 Bibliografia									60 (0.1 senior + 0.5 junior2 + 2 tecnico I)
2 Linee guida strategia 1									320 (2 senior + 6 junior2 + 2 tecnico I)
3 Linee guida moderazione del traffico1									150 (0.37 junior1 + 3 junior2 + 2.25 tecnico I)
4 Linee guida strategia 2									100 (0.4 senior + 2 junior2 + 1 tecnico I)
5 Linee guida moderazione del traffico 2									50 (0.13 senior + 1 junior2 + 0.75 tecnico I)
6 Controllo velocità									100 (0.5 junior 1 + 2 tecnico I + 4 tecnico nl)
7 Limitatori di velocità									300 (1 senior + 3 junior2 + 4 tecnico I + 8 tecnico nl)
<b>Totale</b>									<b>1080</b>

530

550

1080

## 2.4 MODALITÀ DI ARCHIVIAZIONE DEI DATI E DEI RISULTATI CONSEGUITI

Il rapporto conclusivo di ciascuna delle 5 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 pianificazione del traffico;
- Esperienze nella modellazione del traffico;
- Esperienza nella progettazione stradale;
- Conoscenza dei principi della sicurezza stradale;
- Esperienza nel settore delle tecnologie intelligenti;
- Esperienza nelle azioni per la protezione delle utenze deboli.

### **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.

## BIBLIOGRAFIA

1. ISTAT "Statistica degli incidenti stradali" Anno 1997.
2. Baruya A., "Speed-accident relationships on European roads", Conference Road Safety in Europe, Bergish Gladbach, Germania, 21-23 settembre, 1998.
3. Gerondau C. "I trasporti in Europa" Les Moniteur Parigi, 1996.
4. Kallberg V. P., "The two effects of speed on accidents: number and severity", 77th TRB Annual Meeting - gennaio 1998, Washigton D.C., USA.
5. VTT "Managing Speeds of Traffic on European Roads ", Final Report del progetto MASTER (1988), EU IV Programma Quadro.
6. European Traffic Safety Council, "Reducing traffic injuries resulting from excess and inappropriate speed", 1995.
7. Swedish National Road Administration, "En route to a society with safe road traffic", 1997.
8. Danish Road Directorate, "Speed management in urban areas", report n°168, 1999.
9. Danish Road Directorate, "Speed management: national practise and experiences in Denmark, the Netherlands and in the United Kingdom", report n°167, 1999.
10. Delft Universty, "Time to Tame our Speed", Amersfoort, Olanda, 1996.
11. Federal Highway Administration, "Study Tour for speed management and enforcement technology", USA, 1996.
12. Transportation Research Board, Special Report 254 "Managing speed review of current pratctice for setting and enforcing speed limits" Washington DC, USA, 1998.
13. Com (97) 131, Commissione delle comunità europee, "Promuovere la sicurezza stradale nell'Unione europea: il programma 1997-2001", Bruxelles, 9 aprile 1997.
14. Baruya A., Finch D.J., "An investigation of traffic speed and accidents on urban roads", PTCR Conference, Warwick University, UK, 13-16 settembre 1994.
15. Legge n°144 del 17 maggio 1999, art. 32, comma 2°.
16. Ministry of Transport (1993), "Evaluation report on sped policy, The Hauge, Olanda, 1993.
17. The Danish Ministry of Transport, "New National Road Safety Action Plan", 1997.
18. Ministero LL.PP., "Indirizzi generali e linee guida di attuazione del Piano Nazionale della Sicurezza Stradale", aggiornamento al 18 febbraio 2000.
19. Hamilton Associates, "Traffic conflict procedure manual", Vancouver, British

- Columbia, Canada, 1996.
20. TAC (Transportation Association of Canada), "Canadian Guide to Neighbourhood Traffic Calming", Ottawa, Canada, 1998.
  21. Danish Road Directorate, "Urban Traffic Areas. Part 7. Speed reducers." 1991.
  22. Kent County Council, "Traffic calming: a code of good practise", UK, 1994.
  23. CROW, "Recommendations for traffic provisions in built-up areas", Oland, 1998.
  24. VSS Union des professionnels Suisses de la route, "SN640285 Moderation du Traffic" Zurigo, Svizzera, 1985.
  25. Club d'échange d'expériences sur les routes départementales, "Ralentisseurs", Francia, 1992.
  26. Ministero LL.PP., "Decreto legislativo 30 aprile 1992, n°285, Nuovo Codice della Strada".
  27. Gandino B., "Come conciliare traffico e sicurezza e conciliare l'ambiente urbano", Convegno Urbania, Padova, 1999.
  28. TMS Consultancy, "Practical Road Safety Auditing", UK, 2000.
  29. Odgen K.W., "Safer roads: a guide to road safety engineering", Melbourne, Australia, 1996.
  30. Village speed control working group, "Final report 1994", UK.
  31. TRL (Transportation Research Laboratory), "Report 313: chicanes", UK.
  32. TRL (Transportation Research Laboratory), "Report 312: speed cushions", UK.
  33. Zein S., Geddes E., Hemsing S., Johnson M., "Safety benefits of traffic calming", Transportation Research Record n°1578 pp. 3-11, Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D.C., USA, 1997.
  34. TRL (Transportation Research Laboratory), "Report 101: speed at thumps and low height road humps", UK.
  35. Schoon C., Minnen J., "The safety of roundabouts in the Netherlands", Traffic Engineering + Control, pp. 142-148, marzo 1994.
  36. Jansen, "Road safety in urban districts; final results of accident studies in the Dutch demonstration projects of the 1970's", Traffic Engineering + Control, pp. 292-296, giugno 1991.
  37. TRL (Transportation Research Laboratory), "Report 215: review of traffic calming schemes in 20 mph zones", UK, 1996.
  38. Herrstedt L., Kjemtrup K., "Traffic calming design: a speed management method", Accident analysis & Prevention, vol. 24 n.1, pp. 3-16, 1992.
  39. Vårhelyi A., Makinen T., "Field trials with in-car speed limiter", Conference Road safety in Europe, Bergish Gladbach, Germania, 21-23 settembre, 1998.

40. Almqvist S., "Speed adaptation for improved driving behaviour and traffic safety", Safety on Road: An International Conference, 26-28 ottobre 1998, Bahrain.
41. Várhelyi A. "Dynamic speed adaptation based on information technology" Conference Traffic Safety on two continents , Lisbona 22-24 settembre, 1997.
42. Catshoek J., Varkevisser G., Braimaster L., "Pilot speed measurements in built-up areas", SWOV, Leidschendam, Olanda, 1994.
43. Byers J., Bittner A., Hill S., "Traditional and raw task load index (TLX) correlations: are paired comparisons necessary?", Advances industrial ergonomics and safety, pp. 481-485.