

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 24

**INFLUENZA DELL'AMBIENTE STRADALE SUL
COMPORTAMENTO DEGLI UTENTI**

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

1	MOTIVAZIONI E RISULTATI DELLA RICERCA	3
1.1	Motivazioni del tema di ricerca	3
1.2	Stato dell'arte relativo alla tematica da trattare	7
1.2.1	Studi internazionali	7
1.2.2	Studi nazionali	11
1.3	Sviluppi futuri della ricerca	11
1.4	Risultati attesi	13
2	CONTENUTI E MODALITÀ DI REALIZZAZIONE	14
2.1	Oggetto della ricerca	14
2.2	Modalità di esecuzione.....	16
2.3	Tempi, Risorse e Costi.....	19
2.4	Modalità di archiviazione dei dati e dei risultati conseguiti	21
3	QUALIFICAZIONE E MODALITÀ DI AGGIUDICAZIONE.....	22
3.1	Competenze necessarie.....	22
3.2	Criteri di aggiudicazione e di collaudo	22
4	BIBLIOGRAFIA.....	23

1 MOTIVAZIONI E RISULTATI DELLA RICERCA

1.1 MOTIVAZIONI DEL TEMA DI RICERCA

La rete stradale negli ultimi anni di questo secolo è stata oggetto di un utilizzo difficilmente prevedibile fino a qualche tempo fa. A ciò hanno concorso una serie di ragioni che, riunite tutte insieme, hanno prodotto lo stato attuale di collasso.

Le cause di tutto ciò sono da sempre state individuate, ma così come è più facile diagnosticare un problema che risolverlo, anche in questo caso le soluzioni trovate dai gestori del patrimonio stradale non sono state del tutto convincenti.

I bersagli sono stati identificati soprattutto nel parco veicolare, cresciuto nel numero e, pericolosamente, nelle prestazioni, nella disponibilità di risorse estremamente esigue da destinare ad operazioni di manutenzione molto spesso di emergenza, stante anche l'invecchiamento fisiologico delle infrastrutture stesse e, soprattutto, in un numero di utenti sempre più vasto e variegato sia come età che come caratteristiche fisiche e biologiche di base.

Da quanto esposto finora, anche se in forma eccessivamente semplicistica, è possibile arguire come la risoluzione di un problema multivariabile di questo tipo sia estremamente complessa, per cui le proposte indicate per arginare il crescente numero degli incidenti, che sono gli indicatori principali del malfunzionamento del sistema, sono sempre fallite.

L'isterismo di tali contromisure, spesso costituite unicamente da un'imposizione di limiti di velocità, recepiti senza considerare razionalmente le conseguenze, talvolta disastrose, ha prodotto soltanto un rallentamento del traffico veicolare con ritardi inaccettabili nei tempi di trasporto, senza ricavare gli sperati incrementi di sicurezza.

Se la soluzione al problema della percorrenza non è stata ancora raggiunta, probabilmente le ipotesi di partenza non sono corrette o, quantomeno, sono poco rappresentative delle situazioni di maggior pericolo. Oltre alle critiche, ormai storiche, sull'efficacia di valutare i dimensionamenti progettuali sulla percorrenza di un veicolo isolato o la forte dipendenza dell'ingegneria stradale da quella ferroviaria, si deve anche mettere in conto che le normative internazionali e nazionale non hanno quasi mai preso in conto i cosiddetti fattori umani; questi sono stati relegati negli standard di progetto unicamente all'interno dell'assegnazione del tempo di reazione e dell'angolo di visione, trascurando caratteri importanti quali abilità di

guida, esperienza, livelli di attenzione, patologie visive, capacità di gestione di situazioni pericolose.

In effetti, se si escludono comportamenti legati a classi di utenti molto particolari, quali soggetti ad alta propensione al rischio, assuntori abituali di alcool e droghe, per i quali l'ingegnere stradale poco può fare nel corso delle sue attività, bisogna ammettere che l'influenza del conducente e l'interazione con l'ambiente circostante è stata poco approfondita.

Da qualche anno, per la verità, si parla insistentemente di sistema stradale costituito da veicolo-uomo-ambiente anche se quasi mai in queste argomentazioni si supera il livello puramente descrittivo. Tale difficoltà nasce da un'inadeguata conoscenza dei modelli comportamentali dell'essere umano e ciò, forse, anche a causa della distanza che è sempre esistita tra le scienze legate all'ingegneria stradale e quelle vicine alla psicologia. Infatti, le teorie di stampo prettamente tecnico risentono di una grande semplificazione del modello umano, in quanto in tal modo si perviene facilmente a quantificazioni delle poche grandezze in gioco; al contrario le discipline che fanno capo alle scienze psicologiche, mettendo in opera strutture comportamentali complesse, difficilmente consentono una pur minima misurazione delle variabili utilizzate.

Nel corso degli anni l'approfondimento degli aspetti relativi al funzionamento meccanico del veicolo e della pavimentazione ha consentito di definire teorie sufficientemente consolidate e, con l'avvento dell'informatizzazione, è stata ancora più affinata la correttezza di certe conclusioni. Mentre, invece, i contributi del guidatore e, soprattutto, dell'ambiente circostante sono stati generalmente trascurati e tutta la loro influenza sul sistema è stata riassunta in coefficienti di sicurezza che hanno rappresentato soltanto una misura della scarsa conoscenza sull'argomento.

A ciò si deve aggiungere un'altra problematica: nel campo stradale si verifica una situazione abbastanza anomala, se rapportata ad altri contesti scientifici; infatti l'utente non coincide né con il progettista del mezzo né con quello della pavimentazione per cui, nella maggioranza dei casi, non conosce in dettaglio le caratteristiche ed i limiti del sistema veicolo-strada. E' necessario, quindi, per conferire alla progettazione requisiti di sicurezza elevati, che il progettista preveda tutte le possibili azioni e reazioni, anche irrazionali, del guidatore.

In estrema sintesi, quanto detto finora giustifica le affermazioni di molti studiosi, secondo i quali le attuali strade sono affette da deficit di fattore umano, riferendosi con ciò al fatto che molte caratteristiche proprie degli utilizzatori dell'infrastruttura non sono state considerate.

Diventa indispensabile, quindi, approfondire la ricerca in queste direzioni ma con

altre metodologie rispetto a quelle sviluppate finora, se non si vuole che i risultati raggiunti nelle costruzioni stradali si rendano inapplicabili al contesto reale.

Infatti si ritiene che l'incapacità di adeguare i modelli di calcolo alla realtà stradale sia da addebitare senza dubbio alla difficoltà di proporre una modellazione nuova, differente da quella tradizionalmente applicata negli altri ambiti della tecnica; ma, allo stesso tempo, queste nuove procedure devono essere sorrette da una struttura analitica appropriata.

Si è detto che il progettista deve redigere un progetto fortemente basato sull'utente che usufruirà dell'infrastruttura viaria. Si deve, però, indirizzare chi progetta verso considerazioni del tutto nuove rispetto alle metodologie classiche. Pertanto, occorre in primo luogo predisporre una banca dati relativa ai fattori umani coinvolti nella guida, oltre che un monitoraggio di funzioni cognitive che saranno decisive alla risoluzione del complesso modello; queste grandezze dovranno essere trattate, per quanto possibile, in forma statistica o probabilistica o in altri termini che rendano attuabile, cioè, la fase finale di quantificazione.

Anche se storicamente il fattore umano maggiormente studiato dagli ingegneri stradali è la risposta visiva, per la sua ripercussione diretta sulle verifiche progettuali, tuttavia occorrerà conferire la giusta attenzione anche alla resistenza fisica, all'equilibrio, alla risposta alle oscillazioni, al tempo di reazione, al controllo della risposta, all'udito, al tatto, alla risposta all'accelerazione, agli effetti delle vibrazioni, alla capacità di elaborare le informazioni ricevute, in quanto sono fondamentali per gli scopi suddetti dell'analisi.

Sarà importante, allora, dettagliare la fase sperimentale, intendendo con ciò la specificazione degli strumenti utilizzati per rappresentare le grandezze repute di maggior interesse. Basti pensare che ancora non si è affermata una modalità univoca per la misura del workload, ma vi sono, al contrario, una serie di proposte più o meno soggettive illustrate nei vari filoni di ricerca che stanno prendendo piede in questi ultimissimi anni.

Anche se ciò che si è illustrato finora consentirebbe di effettuare un progresso rispetto allo stato attuale della ricerca in questo settore, il passo ultimo deve condurre alla definizione di un modello globale che rappresenti il sistema stradale per intero, all'interno del quale il componente umano abbia una dignità paragonabile al veicolo, all'infrastruttura stradale, al contesto circostante.

Le difficoltà di approntamento di tale modello è insita nei tentativi fatti in passato e conclusi con altrettanti insuccessi da parte di studiosi facenti parte, per lo più di branche ingegneristiche vicine al campo aeronautico e nucleare, dove cioè l'interazione con il componente uomo può assumere risvolti drammatici.

Tuttavia il riconoscimento degli errori fatti in passato, quali eccessiva semplicità dei modelli utilizzati allo scopo di ottenere facilmente una rappresentazione di tipo matematico o, al contrario una complessità esagerata delle schematizzazioni che non hanno condotto a risultati finali utilizzabili all'atto pratico, potrebbero rappresentare il primo passo certo per tracciare il nuovo cammino.

La predisposizione di queste nuove analisi, invece, dovrebbe consentire la massima flessibilità. Infatti, avrebbero giovamento non solo le indagini di incidente, come potrebbe pensarsi in un primo momento, ma soprattutto quelle fasi di tipo previsionale che fanno capo, principalmente, alla progettazione ed alla programmazione delle operazioni di manutenzione.

In realtà, la predisposizione di un modello di funzionamento globale che tenga conto di tutte le funzioni afferenti l'uomo, l'ambiente ed il veicolo, risulta molto complessa e, comunque, deve contenere tutta una serie di metodologie, quali una vasta raccolta di dati sperimentali, l'approccio sistemico, la trattazione delle incertezze in condizioni di informazioni limitate, senza le quali si avrebbero poche possibilità di successo.

In sostanza, si supererebbe la limitazione della stragrande maggioranza delle ricerche attuali, con le quali si ispeziona un fattore umano per volta, ad esempio l'acuità visiva o il workload, senza metterlo in relazione a tutte le caratteristiche di quel determinato utente ed in special modo con l'ambiente circostante.

Le controindicazioni ad un approccio di questo tipo sono molte e vanno, comunque, superate. L'estrema complessità ed il numero elevato delle variabili in gioco, quasi tutte di tipo non deterministico, rappresentano una limitazione eliminabile soltanto facendo ricorso a tecniche di analisi che non sono generalmente conosciute dalla maggior parte degli ingegneri. Ci si riferisce principalmente a tecniche fuzzy, all'utilizzo di analisi aleatorie o a quelle degli intervalli o ogni altra metodologia che consenta di trattare in modo adeguato le incertezze^{1 2 3}.

Naturalmente, il numero eccessivamente elevato di parametri in gioco deve condurre a prendere in conto strumenti di tipo decisionale più avanzato, quali tecniche di ottimizzazione, analisi costi-benefici, ecc., in quanto bisogna fare sempre riferimento al resto delle grandezze contenute nel sistema stradale globale.

In ultimo, le spese per approntare queste analisi saranno certamente consistenti, almeno in una prima fase. Dopo avere raccolto i dati sufficienti ed avere tarato le procedure analitiche, calibrandole sui risultati sperimentali, il mantenimento di queste tecniche nel tempo comporterebbe, certamente, una cospicua riduzione degli oneri.

1.2 STATO DELL'ARTE RELATIVO ALLA TEMATICA DA TRATTARE

E' doveroso, innanzitutto, effettuare una seppur rapida analisi storica dell'argomento per valutare i risultati raggiunti nello stato dell'arte anche da parte di altre discipline particolarmente vicine all'ingegneria stradale, specialmente se queste hanno avuto un progresso più marcato nella valutazioni delle azioni dell'uomo durante la guida.

1.2.1 Studi internazionali

Ranney⁴ ⁵ ha tracciato un quadro oggettivo abbastanza preoccupante sugli obiettivi raggiunti dalla ricerca scientifica nello studio del comportamento di guida. Tale insoddisfazione nasce dalla mancanza di univocità nella conduzione della ricerca di settore.

Dalla fine degli anni '80 alla prima metà dei '90 si è assistito al tracollo di teorie che avrebbero dovuto rappresentare la svolta nella comprensione del fenomeno, soprattutto per quanto riguarda i principi che si sono basati sui modelli motivazionali, su quelli basati sull'abilità di guida ed anche su parte delle teorie cognitive.

Gli studiosi vicini alle scienze psicologiche si sono, da sempre, impegnati per evidenziare statisticamente le relazioni tra parametri legati al comportamento di guida e gli incidenti. I primi tentativi, svolti essenzialmente da Hills (1980), McKenna (1982) e Summala (1988) hanno riguardato la correlazione tra incidenti e fattori di predizione, quali attributi visuali semplici e tempo di reazione, senza però trovare legami forti che avvalorassero tali sforzi.

Burg (1980) ha ritenuto di avere individuato un ottimo termine di predizione di incidentalità nell'acuità visuale dinamica, che è un parametro ben più complesso rispetto a quello utilizzato dall'ingegneria stradale. Sull'attendibilità dei suoi risultati, Hills ha avanzato alcune riserve, giungendo alla conclusione che i test di visione e di percezione non possono rappresentare parametri per la misura del rischio.

Precedentemente Barrett (1973) si è preoccupato di trovare gli indicatori più probanti per l'individuazione degli incidenti causati dal comportamento di guida ed i risultati raggiunti sono stati talmente convincenti che ne hanno fatto uno dei lavori più noti del tempo. Egli ha presentato un'analisi concettuale basata su dati che hanno causato incidenti in funzione di tre categorie di misure relative allo stile percettivo, all'attenzione selettiva ed al tempo di reazione.

Il fattore di predizione di incidente più consistente, dopo gli studi di Barrett, è

stato ritenuto l'attenzione selettiva, quale requisito fondamentale nelle manovre di guida più critiche. A questo proposito Gopher e Kahneman nel 1971 hanno sviluppato una metodologia per misurare tale capacità, definendo la prova come Auditory Selective Attention Task (ASAT). Arthur, Barrett ed Alexander (1992), parecchi anni dopo, hanno continuato a ricercare verosimili indicatori di incidentalità, individuando preliminarmente l'attenzione selettiva, lo stile percettivo, il tempo di reazione complesso, l'abilità cognitiva, i fattori di personalità e le variabili demografiche e biografiche. Soltanto l'attenzione selettiva, comunque, ha dimostrato di avere una buona correlazione con gli incidenti.

Anche se in quel periodo ha rappresentato un importante punto di riferimento, uno studio condotto da Harano, Peck e McBride (1975) è stato forse eccessivamente vasto, in quanto sono state monitorate 337 variabili di tipo biografico, comportamentale e psicologico. E' stata trovata una buona correlazione tra gli incidenti e 140 parametri quali età, sesso, occupazione, stato civile, stato socio-economico, piuttosto che con attributi di percezione e con quelli psicomotori. Si capisce bene che tali ricerche hanno poca rispondenza nel campo pratico.

A conclusioni praticamente identiche è giunto nel 1991 Owsley, il quale ha indicato nell'attenzione visuale un fattore di predizione significativo degli incidenti, specialmente per quanto riguarda i guidatori anziani. Ciò è confermato dalle attuali fonti statistiche, che indicano questo deficit come la causa principale di incidenti in conducenti di una certa età.

Infatti, sempre negli stessi anni, Parasuram e Nestor (1991) hanno evidenziato una scarsa correlazione tra livello di attenzione ed incidenti, anche se analizzando soltanto la popolazione costituita da guidatori anziani, la correlazione è risultata ottima. Ciò si spiega col fatto che questi hanno deficit di attenzione maggiori rispetto ai giovani che invece presentano altre cause principali per l'innescò di azioni errate.

Vista la grande varianza dei risultati finali nelle correlazioni tra analisi di incidenti e possibili indicatori di pericolo, alcuni ricercatori, tra cui Sivak, McKenna ed altri, hanno proposto di valutare la sicurezza stradale mediante il monitoraggio di alcuni parametri relativi agli stati transitori umani quali fatica, intossicazione all'alcool, stress. Lo sforzo espletato nel identificare le cause dell'errore di guida condurrebbe, secondo questi studiosi, a risultati più convincenti rispetto ai precedenti tentativi.

Da quanto finora detto, si può estrapolare un comune denominatore; e cioè, tutte queste indagini hanno avuto lo scopo di correlare statisticamente alcune grandezze con l'evento temuto, l'incidente, senza preoccuparsi di costruire un modello generale di comportamento umano che racchiudesse al suo interno la maggioranza delle

variabili coinvolte durante il processo di guida.

Nel 1985 Michon ha fatto una distinzione importante, classificando come funzionali e tassonomiche, cioè basate sulle regole di comportamento degli individui, le teorie fin qui viste. Di maggior impatto sono i modelli funzionali, in quanto, includendo modelli motivazionali e di processo delle informazioni, rappresentano un netto progresso per capire compiti complessi come quello di guida. Nei modelli motivazionali il rischio associato ai possibili esiti è visto come il principale fattore che influenza il comportamento. Tali teorie, comunque, assumono che il guidatore non faccia un'analisi conscia del rischio associato alle possibili conseguenze.

Alcuni esempi possibili includono modelli di compensazione del rischio (Wilde 1982), modelli di soglia del rischio (Naatanen e Summala 1976) e modelli di evidenza del rischio (Fuller 1984). Quelli di compensazione propongono un meccanismo secondo cui il guidatore stabilisce un bilanciamento tra ciò che accade nella strada ed il livello soggettivo accettato di rischio, che rappresenta un parametro personale abbastanza stabile.

La teoria di Wilde (Risk Compensation Models) focalizza la sua attenzione su tale livello accettato da parte dell'utente; infatti se si introducono determinate migliorie al nastro stradale, come interventi di manutenzione o alla meccanica del veicolo, che fanno aumentare il coefficiente di sicurezza della percorrenza, ecco che il guidatore aumenterà la velocità e riporterà il rischio ai livelli accettati. Di ciò si è discusso anche quando sono stati affrontati gli argomenti inerenti la manutenzione. Si è ricordato, infatti, che nella città di Parigi la sostituzione del pavé con una sovrastruttura in conglomerato bituminoso ha aumentato il tasso di incidentalità, al pari di alcune pavimentazioni drenanti fonoassorbenti disposte in tratte autostradali.

I modelli di soglia del rischio (Risk-Threshold Models) propongono l'esistenza di un processo di controllo per cui i guidatori tendono a stabilire un equilibrio tra rischio percepito soggettivamente e rischio oggettivo. Da queste basi è partita la famosa teoria del "rischio zero" di Summala^{6 7 8}, secondo la quale il rischio percepito R è il prodotto del livello di probabilità soggettiva di un evento pericoloso e l'importanza soggettiva delle conseguenze dell'evento. Pertanto, il comportamento sarà direttamente proporzionato al livello di R . In molti casi R può essere percepito come zero, cioè gli utenti si comportano come se non ci fosse rischio reale. Nel caso in cui si ecceda una soglia, si attiva un meccanismo di compensazione che riporta il coefficiente di sicurezza a valori più alti. La principale differenza con i modelli di compensazione del rischio è che, in questa eventualità, i guidatori modificano sempre la loro prestazione, mentre i modelli di soglia del rischio assumono che la

compensazione inizia solo quando il rischio percepito supera un certo limite.

Il modello dell'elusione del rischio, sviluppato da Fuller nel 1988 è basato sull'assunzione che le due motivazioni dominanti per un conducente, chiaramente in conflitto tra loro, siano perseguire il punto di destinazione ed evitare pericoli.

Le cose sono state complicate dagli oppositori dei modelli basati sul rischio, forti del fatto che la motivazione rappresenta un parametro multi fattoriale. In particolare, Rothengatter nel 1988 ha identificato quattro ragioni che giustificano la scelta della velocità di marcia e cioè il piacere di guida, i rischi inerenti al traffico, l'orario ed i costi.

I modelli motivazionali valutano l'attenzione sull'attività del conducente in quel dato momento in una certa situazione di traffico piuttosto che sul livello di abilità di guida. L'utente è, pertanto, visto come un decisore attivo o un ricercatore di informazioni piuttosto che un esecutore passivo.

Seppure adeguatamente studiati, i modelli motivazionali hanno mostrato evidenti limiti. Le principali cause di ciò sono primariamente addebitabili alla mancanza di attendibilità di prove svolte in ambiti chiusi. Infatti se l'attività di guida è determinata in gran parte da motivi, obiettivi e stati di attesa è irrilevante studiare tale comportamento con un simulatore di guida o all'interno di un laboratorio.

I modelli di processo delle informazioni risalgono addirittura ai primi anni '50 allo scopo di risolvere problemi di gestione di messaggi simultanei dei controllori di volo. Più recentemente Schneider e Shiffrin (1977) hanno contribuito al progresso di questo settore, introducendo il concetto di automaticità, che è uno dei più importanti nella costruzione dei modelli di guida comportamentali e di cui si è accennato precedentemente.

Infatti questo è caratterizzato da processi veloci e senza sforzo, al contrario di quelli controllati che si riferiscono ad attività lente, seriali, impegnative. Già nei primi studi, per quanto relativi al funzionamento di processi elementari quali la memoria, si è stabilita una distinzione abbastanza precisa tra automatico e controllato. In particolare, si è appurato che tutti i comportamenti includono componenti di tutt'e due le nature e la relazione tra i vari elementi dipende dal tipo e dalla qualità dell'abilità ed esperienza di guida.

Si è riconosciuto che l'automaticità può prendere corpo anche in processi che non sono completamente regolari ed anzi, quando si presenta, migliora la prestazione del sistema. Ad esempio, l'azione di frenatura e sterzata possono diventare automatizzate sebbene si inneschino in situazioni grandemente irregolari come in seguito all'intromissione di un ostacolo o per la presenza di pericoli improvvisi.

Mentre i criteri motivazionali sono stati criticati per il superficiale studio dei dettagli, a quelli relativi al processo delle informazioni è stata rimproverata la mancanza di componenti motivazionali o emozionali. Allora, la riunione di questi due filoni di ricerca potrebbe rappresentare una naturale evoluzione. Ad esempio, Summala ha sottolineato che i guidatori principianti avvertono sensazioni di incertezza in molte situazioni. Tali impressioni spariranno con la pratica di guida e si avvertiranno soltanto in presenza di azioni impreviste o pericolose. In tali circostanze, pertanto, il controllo da automatico diventa gestito.

1.2.2 Studi nazionali

Gli studi in Italia si possono ritenere ancora allo stato iniziale, come testimoniato dalla differente produzione rispetto alla letteratura straniera. Possono essere citati gli studi di Bosurgi, D'Andrea e Pellegrino (1999)⁹ in quanto hanno ricondotto il comportamento del conducente all'interno di una valutazione del sistema globale strada-veicolo-uomo-ambiente, pervenendo anche ad una quantificazione delle variabili in gioco a mezzo delle tecniche di analisi degli intervalli per la gestione dei parametri incerti.

Tra gli psicologi Ferlazzo et. Al. (1999)¹⁰ sono stati tra i primi ad approfondire tali tematiche, avvalorando alcuni concetti ritenuti preminenti nelle manovre di guida, quali l'automaticità.

Bucchi e Simone (2000)¹¹, ultimamente, hanno sviluppato una ricerca su questo argomento a fronte dei risultati provenienti dalle analisi di incidenti che, ormai, addebitano all'uomo responsabilità intorno al 90%. Lo studio è ancora descrittivo ma traccia l'iter per ulteriori approfondimenti.

1.3 SVILUPPI FUTURI DELLA RICERCA

Uno studio condotto dall'Università di Padova conferisce al conducente il 94% delle responsabilità degli incidenti. Un dato allarmante che deve spingere la ricerca su binari diversi rispetto a quelli percorsi finora. Gli psicologi indicano quattro categorie di cause afferenti all'essere umano che possono scatenare il sinistro:

- 1) Abilità di guida
- 2) Età
- 3) Caratteristiche comportamentali e psicologiche
- 4) Processi cognitivi deficitari

Purtroppo si ritiene, a torto, che l'abilità migliori con la pratica di guida ma non

sempre ciò accade. Questa progredisce se il conducente è recettivo alle informazioni di ritorno che riceve sulle proprie prestazioni (feedback prestazionale), ma molto spesso questa sensibilità manca per specifici deficit neurologici con il risultato di perseverare negli errori di guida.

L'età rappresenta senz'altro un fattore da controllare, in quanto si è visto che la propensione all'incidente è nettamente maggiore per due classi di utenti la cui età è tra i 18 ed i 24 anni ed al di sopra dei 74 anni. Gli errori sono, però, diversi in quanto tra i più giovani prevalgono i problemi comportamentali e di personalità mentre tra gli anziani gli errori attesi dipendono strettamente da deficit cognitivi di tipo attenzionale. Il cosiddetto guidatore perfetto, quello che si definisce a rischio minimo (rating di rischio pari a 1) si trova in una fascia di età compresa tra i 40 ed i 49 anni.

Occorre dare una definizione del termine processo cognitivo in quanto se ne parla ormai diffusamente quando vengono trattati questi argomenti. Esso è un processo mentale che permette di recepire ed elaborare l'informazione resa disponibile dall'ambiente e dal mondo interiore e che sta alla base del comportamento.

I processi cognitivi, unitamente alle suddette caratteristiche comportamentali e di personalità, possono costituire un elemento misurabile per la predizione del rischio di incidente. I processi cognitivi interessati riguardano il sistema attentivo, i processi decisionali successivi alle elaborazioni attentive e che antecedono a loro volta l'esecuzione dei compiti motori che, in sostanza, sono la causa ultima di incidente.

Da quanto finora esposto, ci si rende conto che il settore sta attraversando un periodo di grande evoluzione, sia in virtù di moderne tecnologie che aiutano, tramite simulatori di guida, telemetria, ecc., ad ispezionare con dettagli più precisi il comportamento di guida, sia per la necessità di arginare un numero di incidenti non più tollerabile anche per l'onere economico che ciò impone alla collettività.

Si ritiene utile, invece, guardare l'esperienza acquisita da altri settori che, se apparentemente lontani da quello stradale, hanno da sempre sofferto molto l'irrazionalità del componente uomo all'interno di sistemi altamente complessi. Naturalmente ci si riferisce all'ingegneria aeronautica ed a quella branca della sicurezza volta alla costruzione e gestione degli impianti nucleari. Nel caso stradale, il compito di rappresentare adeguatamente l'essere umano sarà ancora più arduo, in quanto la variabilità dei suoi parametri è conseguenza di categorie di guidatori più ampie sia in termini di capacità che di età, al contrario di quanto avviene, ad esempio, per i piloti degli aeromobili, particolarmente addestrati ed allenati.

L'obiettivo futuro della ricerca sarà, pertanto, quello di potere dettagliare in modo

più approfondito le analisi di incidente o, meglio, di potere monitorare in fase preventiva un sito particolarmente insidioso. Anche se tale analisi riguarderà tratti spazialmente ridotti per non aumentare apprezzabilmente i costi di indagine, sarà possibile ipotizzare situazioni difficilmente rappresentabili per mezzo delle attuali normative, come ad esempio, l'influenza di particolari classi di utenti o di specifiche situazioni ambientali.

Potrebbero essere sviluppate a tale scopo tutte quelle teorie basate sulla consistenza che stanno avendo un grande successo in questo periodo, in quanto completerebbero le mancanze che le normative internazionali purtroppo hanno al loro interno. Dato che tali proposte, ideate ed ordinate principalmente da Lamm, si riferiscono principalmente ad una consistenza di tipo geometrico, l'evoluzione naturale sarebbe quella di organizzare una misura anche della consistenza umana.

I risultati conseguiti, almeno in una prima fase, non devono conferire all'analista la falsa sensazione di avere raggiunto un risultato certo. Ovvero, anche nel caso di analisi rigorosamente quantitative, benché non deterministiche, un'eventuale situazione di criticità non deve per forza condurre all'ipotesi di incidente, ma piuttosto sarà una spia di pericolo che con una certa probabilità avvertirà sul grado di potenziale sicurezza della tratta esaminata.

1.4 RISULTATI ATTESI

Il risultato atteso della ricerca è la realizzazione di linee guida per la redazione di un modello globale che tenga conto della componente umana, al pari di quella relazionata al veicolo, al contesto ambientale ed al veicolo.

2 CONTENUTI E MODALITÀ DI REALIZZAZIONE

2.1 OGGETTO DELLA RICERCA

Obiettivo della ricerca è la realizzazione di linee guida che consentano di redigere un progetto stradale fortemente dedicato a chi percorre l'infrastruttura viaria.

I documenti da produrre, ciascuno costituente il risultato di una delle fasi della ricerca, sono:

1. rapporto dettagliato sullo stato dell'arte;
2. linee guida per il coordinamento e lo sviluppo della ricerca;
3. rapporto contenente le funzioni di prestazione;
4. rapporto con i dati di dettaglio delle analisi d'incidentalità;
5. elaborazione dei dati di incidenti;
6. modellazione dei criteri di scelta;
7. proposta di integrazione all'interno della normativa.

2.1.1 Rapporto dettagliato sullo stato dell'arte

Il rapporto sullo stato dell'arte inerente il componente uomo all'interno del sistema stradale deve contenere almeno:

- dati sugli incidenti causati da fattori prettamente umani, con confronti internazionali e analisi dell'evoluzione del fenomeno;
- stato dell'arte sulle analisi numeriche utilizzate per rappresentare le caratteristiche di comportamento di guida;
- stato dell'arte sulle procedure di scelta delle analisi principali in funzione dei costi necessari e dei risultati conseguibili;
- confronto tra le differenti prescrizioni, se presenti, riportate nelle normative internazionali;
- stato dell'arte sulle procedure di reperimento dei dati relativi ai fattori umani;
- stato dell'arte sulle tecniche utilizzate per la misurazione dei fattori umani o di funzioni cognitive;
- risultati delle ricerche sui risultati conseguiti dall'applicazione di tali teorie;
- politiche di miglioramento di queste analisi.

2.1.2 Programma per il coordinamento e lo sviluppo della ricerca

Tale guida conterrà, almeno:

- Organizzazione delle linee principali della ricerca;
- definizione dei dati minimi necessari;
- definizione dell'interazione umana all'interno del modello stradale;
- definizione delle teorie analitiche necessarie per le quantificazioni dei risultati finali;
- definizione delle classi di utenti a cui può essere rivolta l'analisi;
- definizione delle caratteristiche stradali e delle situazioni ambientali che devono essere riconosciute per la riuscita dell'analisi;
- obiettivi delle applicazioni pratiche;
- alcuni progetti campione.

2.1.3 Rapporto contenente le funzioni di prestazione

Tale rapporto comprenderà le funzioni di prestazione riguardanti il comportamento di guida (attraverso indicatori riassuntivi, quali workload, capacità decisionali, ecc.), specificate con analisi numeriche e validazioni sperimentali, che individuino particolari classi di utenti e che siano contestualizzate al contesto ambientale.

2.1.4 Rapporto con i dati di dettaglio delle analisi d'incidentalità

Tale fase riporterà i dati di dettaglio delle analisi d'incidentalità ed in particolare:

- Tipologia e caratteristiche della strada (numero di corsie, larghezza corsie, larghezza banchine, larghezza margini, curvatura orizzontale, pendenza longitudinale, stato delle pavimentazioni, stato della segnaletica, illuminazione);
- caratteristiche del traffico (TGM, spettro di traffico, velocità media del flusso disaggregata per tipologia di veicolo, 85° percentile della velocità del flusso);
- caratteristiche dell'incidente (ostacolo urtato, veicoli coinvolti, danni alle persone, agli oggetti e ai veicoli, velocità d'impatto, angolo d'impatto, estensione laterale e longitudinale della fuoriuscita, dinamica dell'incidente).
- caratteristica del conducente coinvolto (età, sesso, abilità di guida, esperienza, eventuale abitudine al tragitto o conoscenza dello stesso, workload, capacità di prestazione delle principali funzioni cognitive,

influenza del contesto ambientale, ecc.)

2.1.5 Elaborazione dei dati di incidenti

Dovrà essere condotta un'elaborazione dei dati di incidenti in correlazione con le principali funzioni afferenti al comportamento di guida che, in breve possono essere così sintetizzate:

- Problemi di visione;
- capacità di diagnosi;
- corretta identificazione;
- sovraccarico di informazioni;
- errata interpretazione del progetto;
- altro.

2.1.6 Modellazione dei criteri di scelta

La modellazione dei criteri di scelta degli interventi, al fine del miglioramento della sicurezza, deve essere basata su analisi di ottimizzazione nei riguardi anche dei costi e sottoposto ad analisi di sensibilità, validazione e applicazione in casi campione.

2.1.7 Proposta di integrazione all'interno della normativa

Tale rapporto prevede l'integrazione all'interno della normativa vigente di standard riassuntivi del comportamento di guida.

2.2 MODALITÀ DI ESECUZIONE

FASE 1

Modalità esecutive: il rapporto 1 dovrà essere realizzato in base ad analisi bibliografica che potrebbe essere arricchita con delle visite di studio presso istituti nazionali ed esteri che affrontano la specifica problematica.

Rapporto finale: rapporto sullo stato dell'arte.

FASE 2

Modalità esecutive: si utilizzeranno i risultati dell'analisi bibliografica, attraverso il lavoro coordinato di un gruppo di esperti nel settore dei fattori umani interessati durante la percorrenza, che dovranno anche realizzare dei progetti campione per verificare l'applicabilità delle soluzioni proposte.

Rapporto finale: linee guida preliminari per la redazione di progetti campione.

FASE 3

Modalità esecutive: verranno effettuate analisi numeriche e prove sperimentali. Le analisi numeriche dovranno essere adatte a rappresentare adeguatamente i dati afferenti l'uomo, anche suddividendo in opportune classi le funzioni maggiormente rappresentative. Le sperimentazioni dovranno confermare le procedure ipotizzate e si eseguiranno presso istituti autorizzati dal Ministero LL.PP.

Rapporto finale: linee guida preliminari per la preparazione delle prove sperimentali.

FASE 4

Modalità esecutive: dovrà essere realizzata in seguito ad analisi degli incidenti addebitabili a deficit umano su alcune reti campione. Le reti di riferimento si devono trovare in differenti aree geografiche, devono comprendere tutti i tipi di strada e devono essere rappresentative della varietà di condizioni ambientali, di classi di utenze, di strada, di classi di veicoli e di traffico che possono riscontrarsi in Italia. Va da sé che questa fase potrebbe essere evitata nel caso in cui fosse stata affrontata per altre tematiche e le informazioni fossero, pertanto, disponibili.

Prodotto finale: linee guida per la definizione delle analisi di incidenti.

FASE 5

Modalità esecutive: si elaboreranno i dati sperimentali rilevati nella fase 4, integrandoli con osservazioni in differenti condizioni ambientali e di traffico.

Prodotto finale: linee guida per l'elaborazione dati.

FASE 6

Modalità esecutive: Nella fase 6 si dovrà procedere adattando e migliorando i modelli esistenti e incorporando in questi i risultati delle analisi sperimentali, in modo da rendere attuabili applicazioni pilota, analisi di sensibilità e validazione.

Prodotto finale: documento con il quale è possibile preventivare e verificare lo studio del comportamento di guida.

FASE 7

Modalità esecutive: La fase 7 consisterà in una proposta di revisione e aggiornamento delle normative basata sui risultati delle ricerche.

Prodotto finale: rapporto sui vantaggi derivanti dall'utilizzo delle procedure

proposte e riassunto di questi tramite indici sintetici.

2.3 TEMPI, RISORSE E COSTI

Le fasi prima esposte sono funzioni dei tempi di realizzazione e dei costi. Tali grandezze, di importanza fondamentale per la riuscita della ricerca, devono garantire alti livelli di prestazione minimizzando le spese, le variabili temporali e sfruttando al meglio le risorse disponibili.

Nel seguito si farà un'analisi delle fasi principali dello studio, riassumendole, dapprima, in un quadro di sintesi. Le spese relative alle risorse umane sono riferite al mese e si ripartiranno secondo le competenze che qui di seguito si illustrano, comprensivi delle spese generali dell'ente di ricerca.

– Senior (coordinatore)	£/mese	50.000.000
– Junior 1	£/ mese	40.000.000
– Junior 2	£/ mese	30.000.000
– Tecnico laureato	£/ mese	20.000.000
– Tecnico non laureato	£/ mese	10.000.000

Assumendo che un mese lavorativo sia costituito da 20 giorni, ciascuno dei quali comprenda 8 ore, si ha anche:

– Senior (coordinatore)	£/ora	312.500
– Junior 1	£/ora	250.000
– Junior 2	£/ora	187.500
– Tecnico laureato	£/ora	125.000
– Tecnico non laureato	£/ora	62.500

Si sottolinea, comunque, che la durata complessiva della fase non può essere determinata dalla sommatoria delle ore computate per ciascuna figura professionale, in quanto si dovrà tenere conto che la detta attività non verrà svolta in modo continuativo.

E' opportuno esporre con maggiori dettagli i vari passi che devono caratterizzare questa ricerca, così come vale la pena segnalare che non devono essere computate le risorse relative a determinate fasi di cui si abbia contezza delle determinazioni finali.

Di seguito verranno dettagliati i moduli suddetti sia in termini di costi che di tempi, indicando anche l'incidenza della singola figura professionale nel periodo indicato rispetto al costo della risorsa umana riferita al mese.

Fase 1 – Bibliografia

La fase 1 riguarda la ricerca bibliografica, comporta una supervisione iniziale del

Senior che servirà a tracciare le linee guida della ricerca bibliografica. Questa verrà materialmente effettuata dal Junior 2 per il quale va, quindi, previsto un lasso temporale netto di circa 3 mesi.

Senior (incid=0.16).....	ore 25 x £/ora 312.500=	£. 7.812.500
<u>Junior 2 (incid=1.25).....</u>	<u>ore 200 x £/ora 187.500=</u>	<u>£. 37.500.000</u>
TOTALE		£. 45.312.500
Ed arrotondando per eccesso		£. 46.000.000
DURATA		3 mesi

Fase 2 – Coordinamento lavoro

Rappresenta la fase di programmazione della ricerca, in quanto il Senior deve tracciare la metodologia che condurrà poi ai risultati cercati. Si dovranno valutare, innanzitutto, le risultanze dell'analisi bibliografica e pianificare le metodologie e le procedure da utilizzare successivamente. Si prevede, quindi, una rilevanza delle professionalità di vertice rispetto a quelle minori.

Senior (incid=0.13).....	ore 20 x £/ora 312.500=	£. 6.250.000
Junior 1 (incid=0.25).....	ore 40 x £/ora 250.000=	£. 10.000.000
<u>Tecnico non laureato (incid=0.25)ore 40 x £/ora</u>	<u>62.500=</u>	<u>£. 2.500.000</u>
TOTALE		£. 18.750.000
Ed arrotondando per eccesso		£. 19.000.000
DURATA		2 mesi

Fase 3 – Funzioni di prestazione

E' una delle fasi più onerose dello studio, in quanto occorre svolgere una serie di rilievi sul campo molto dettagliati mediante veicoli strumentati o, quanto meno, su simulatori appositamente dedicati. Allo scopo occorre estrarre campioni di utenti significativi dalle classi che si vogliono sottoporre ad analisi. Il dettaglio dei costi è il seguente:

Senior (incid=0.31).....	ore 50 x £/ora 312.500=	£. 15.625.000
Junior 1 (incid=0.63).....	ore 100 x £/ora 250.000=	£. 25.000.000
Junior 2 (incid=0.63).....	ore 100 x £/ora 187.500=	£. 18.750.000
Tecnico laureato (incid=0.94)	ore 150 x £/ora 125.000=	£. 18.750.000
Tecnico non laureato (incid=0.94)ore 150 x £/ora	62.500=	£. 9.375.000
Veicolo strumentato (noleggio).....	=	£. 50.000.000
<u>Utenti.....</u>	<u>=</u>	<u>£. 30.000.000</u>
TOTALE		£. 167.500.000
Ed arrotondando per eccesso		£. 168.000.000

DURATA 5 mesi

Fase 4 – Raccolta dati ed analisi di incidente

Beneficia della precisione e dell'approfondimento degli step precedenti, nel senso che la definizione di tronchi omogenei, le variabili di interesse, i rapporti con la Polizia dovranno essere stati fissati precedentemente. L'attività da svolgere è di tipo pratico e, pertanto, lo Junior 2 assolve ampiamente al compito, unitamente agli operatori tecnici per eventuali approfondimenti dei rilievi sui luoghi.

Tuttavia, l'analisi dei costi, di seguito prevista, può al limite azzerarsi in relazione alla completezza dei dati già disponibili.

Junior 2 (incid=0.38).....	ore 60 x £/ora 187.500=	£. 11.250.000
Tecnico laureato (incid=0.94)	ore 150 x £/ora 125.000=	£. 18.750.000
<u>Tecnico non laureato (incid=1.25)ore 200 x £/ora</u>	<u>62.500=</u>	<u>£. 12.500.000</u>
TOTALE		£. 42.500.000
Ed arrotondando per eccesso		£. 43.000.000
DURATA		2 mesi

Fase 5 – Elaborazione dati

Questa fase si riferisce anche alla elaborazione dei dati provenienti dai veicoli strumentati, oltre che dall'analisi di incidentalità. Si prevede un utilizzo delle figure riconducibili a quelle di alto livello.

Senior (incid=0.19).....	ore 30 x £/ora 312.500=	£. 9.375.000
Junior 1 (incid=0.38).....	ore 60 x £/ora 250.000=	£. 15.000.000
<u>Junior 2 (incid=0.63).....</u>	<u>ore 100 x £/ora 187.500=</u>	<u>£. 18.750.000</u>
TOTALE		£. 43.125.000
Ed arrotondando per eccesso		£. 44.000.000
DURATA		5 mesi

Fase 6 – Modellazione procedura

Rappresenta la verifica degli studi pilota e la calibrazione dei modelli teorizzati con l'ausilio dei dati sperimentali. Le competenze più attinenti sono quelle di livello più elevato.

Senior (incid=0.25).....	ore 40 x £/ora 312.500=	£. 12.500.000
Junior 1 (incid=0.38).....	ore 60 x £/ora 250.000=	£. 15.000.000
<u>Junior 2 (incid=0.63).....</u>	<u>ore 100 x £/ora 187.500=</u>	<u>£. 18.750.000</u>
TOTALE		£. 46.250.000
Ed arrotondando per eccesso		£. 47.000.000

DURATA

2 mesi

Fase 7 – Proposte normative

Questa fase condensa i risultati acquisiti in standard o parametri che devono sintetizzare le funzioni indagate negli step precedenti. E' un passo molto importante in quanto potrebbe consentire l'acquisizione dello studio da parte della comunità scientifica.

Senior (incid=0.19).....	ore 30 x £/ora 312.500=	£. 9.375.000
Junior 1 (incid=0.31).....	ore 50 x £/ora 250.000=	£. 12.500.000
<u>Junior 2 (incid=0.31).....</u>	<u>ore 50 x £/ora 187.500=</u>	<u>£. 9.375.000</u>
TOTALE		£. 31.250.000
Ed arrotondando per eccesso		£. 32.000.000
DURATA		2 mesi

Quanto detto finora può essere sintetizzato nella tabella sottostante:

FASE	1° ANNO												COSTI (£)
Bibliografia	■	■	■										46.000.000
Coord. lavoro			■	■									19.000.000
Funzioni prestazione			■	■	■	■							168.000.000
Analisi incidenti			■	■									43.000.000
Elaborazione dati			■	■	■	■							44.000.000
Modellazione									■	■			47.000.000
Integrazione norme										■	■		32.000.000
TOTALE													399.000.000

2.4 MODALITÀ DI ARCHIVIAZIONE DEI DATI E DEI RISULTATI CONSEGUITI

Il rapporto conclusivo di ciascuna delle 7 fasi della ricerca dovrà essere presentato secondo le seguenti modalità:

- rapporto su carta;
- cd-rom con relazioni, fogli di calcolo e data base nei formati commerciali più conosciuti;
- documentazione fotografica e su videocassetta dei rilievi di incidente e delle misure effettuate;

3 QUALIFICAZIONE E MODALITÀ DI AGGIUDICAZIONE

3.1 COMPETENZE NECESSARIE

Le competenze minime richieste sono le seguenti:

- Esperienza nell'ingegneria stradale;
- esperienza nelle tecniche per la gestione delle incertezze;
- conoscenza dei principi base del comportamento umano durante la guida;
- esperienza nelle analisi di incidentalità;
- esperienza nel rilievo degli incidenti;
- esperienza nella ricostruzione della dinamica degli incidenti;
- esperienza nell'utilizzo e nella comprensione dei veicoli strumentati;
- esperienza nella specificazione, implementazione, calibrazione e validazione di modelli multivariati;
- esperienza nella 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 40 punti;
- offerta economica – sino a 20 punti;
- qualità della relazione di offerta – sino a 40 punti.

Si ritiene opportuno che, trattandosi di lavori di ricerca, vengano istituite commissioni per l'aggiudicazione dell'incarico e per l'attività di collaudo in corso d'opera e finale.

4 BIBLIOGRAFIA

- ¹ Elishakoff, I., Ben-Haim, Y. "Probabilistic And Convex Models Of Uncertainty in Structural Dynamics", Proceedings Of The 8th Intl. Modal Analysis Conference, Orlando, 1487-1492, 1990.
- ² Elishakoff, I. "Three Versions Of The Finite Element Method Based On Concepts Of Either Stochasticity, Fuzziness Or Anti – Optimization", Applied Mechanical Review, Vol 51, No 3, March 1998, 209-218.
- ³ Hyvonen, E., De Pascale, S. "Interval Computations on the Spreadsheets". Vtt Information Technology, Finland 1998.
- ⁴ Ranney, T.A. "Models of Driving Behaviour: a Review of their Evolution", Accident Analysis And Prevention, N° 6 Pp. 733-750 1994.
- ⁵ Ranney, T.A., Simmons, L.A., Boulos, Z., Macchi, M.M. "Effects of an Afternoon Nap on Night-Time Performance in a Driving Simulator". 78th Annual Meeting Of The Transportation Research Board, Washington 1999.
- ⁶ Summala, H. "Risk Control Is Not Risk Adjustment: The Zero-Risk Theory of Driver Behaviour and Its Implications", Ergonomics N° 4 Pp. 491-506 1998.
- ⁷ Summala, H., Nieminem, T., Punto, M. "Maintaining Lane Position with Peripheral Vision During In-Vehicle Tasks", Human Factors and Ergonomic Society, N° 3 Pp. 442-451 1996.
- ⁸ Summala, H., Lamble, D., Laakso, M. "Driving Experience and Perception of the Lead Car's Braking when Looking at In-Car Targets", Accident Analysis And Prevention, N° 4 Pp. 401-407 1998.
- ⁹ Bosurgi G., D'andrea, A., Pellegrino O. "Analysis Of The Human Component In The Vehicle Road System", Proceeding On Cspace'99 (Cognitive Science Approaches To Process Control), 20-24 September 1999, Villeneuve D'ascq 1999
- ¹⁰ Ferlazzo, F., Couyoumdjian, A. & Di Nocera, F. "Teorie Cognitive del Comportamento di Guida. Risorse, Principi di Adattamento ed Aspetti Dinamici", Traffic Psychology Research Unit, Rome 1998
- ¹¹ Bucchi, A., Simone, A. "Il Fattore Umano nell'Ingegneria della Sicurezza nella Circolazione Stradale", Strade & Autostrade, n° 1 gennaio 2000.