

Il rapporto “Sicurezza del veicolo” è una versione tradotta del documento pubblicato sul sito web dell’Osservatorio europeo per la sicurezza stradale (ERSO) dal titolo “Vehicles safety”.

Alla redazione del documento originale hanno partecipato diversi esperti di sicurezza stradale noti a livello internazionale come Rune Elvik (Norvegia), Jeanne Breen (Regno Unito) e Fred Wegman (Olanda) solo per citarne alcuni.

Il documento originale è reperibile all’indirizzo:

http://ec.europa.eu/transport/road_safety/specialist/knowledge/index.htm

indice

1. Sicurezza dei veicoli	4
2. Progettazione del veicolo e sicurezza stradale.....	6
2.1 A cosa contribuisce la progettazione di un veicolo?	6
2.2 Che ruolo ha la ricerca?.....	7
2.3 Che cosa può portare in futuro la sicurezza dei veicoli?	7
3. Politiche di sicurezza dei veicoli	8
3.1 Quali sono i principali meccanismi politici?	8
3.2 Informazioni al consumatore.....	9
3.3 Politiche dell'industria automobilistica.....	10
3.4 Affidabilità del prodotto.....	11
3.5 Che cosa possono fare i paesi europei?	11
4. Problemi chiave per la progettazione della sicurezza dei veicoli.....	12
4.1 Quali forze possono essere tollerate dal corpo umano?	12
4.2 Quali sono i problemi principali degli infortuni per incidente?	13
4.3 Prevenzione degli incidenti e protezione dagli impatti	15
4.4 Costi/benefici e costi/efficacia	15
5. Esigenze della progettazione di sicurezza.....	17
5.1 Automobili	17
5.2 Motocicli	33
5.3 Veicoli pesanti.....	38
5.4 Furgoni leggeri e minibus	42
5.5 Autobus e pullman	43
5.6 Biciclette	45
6. Lacune di conoscenza.....	47
6.1 Epidemiologia degli incidenti	47
6.2 Ricerche biomeccaniche.....	48
6.3 Prevenzione dagli incidenti	48
6.4 Protezione dagli urti	49
6.5 Passeggeri.....	49
6.6 6.6 Motociclisti	51
6.7 Ciclisti	51

6.8	Pedoni.....	52
7.	Appendice	53
7.1	Che cosa possono fare i paesi europei?	53
8.	Bibliografia.....	56

1. SICUREZZA DEI VEICOLI

Progettazione dei veicoli e sicurezza stradale

Migliorare la sicurezza dei veicoli è una strategia chiave usata per raggiungere gli obiettivi di riduzione degli incidenti sulle strade nazionali ed internazionali e per ottenere un sistema di traffico più sicuro. La sicurezza dei veicoli riguarda la sicurezza di tutti gli utenti della strada e solitamente comprende misure per evitare gli incidenti (prevenzione degli urti) o per ridurre gli infortuni nel caso di incidenti (protezione dagli urti). Miglioramenti sostanziali e basati sull'evidenza sono stati attuati negli ultimi 15 anni e la ricerca ha identificato un ampio margine di miglioramento della sicurezza dei veicoli in futuro. La Commissione Europea ha sostenuto che se tutte le automobili fossero progettate per fornire una protezione dagli urti equivalente a quella delle migliori automobili della loro classe, metà delle lesioni fatali o inabilitanti potrebbero essere evitate. C'è una grande speranza futura sulla riduzione delle vittime attraverso la prevenzione degli incidenti e l'uso di tecnologie di sicurezza attiva se lo sviluppo tecnologico sarà messo in primo piano per fornire il massimo della riduzione delle vittime.

Politica di sicurezza dei veicoli

Miglioramenti della sicurezza dei veicoli risultano dalla legislazione (molte delle quali sono adesso concordate dall'Unione Europea e a livello internazionale), dalle informazioni al consumatore, dalle iniziative di costruttori individuali e da considerazioni di affidabilità dei prodotti. La legislazione europea mira ad un minimo, ma alto livello di protezione lungo la linea del prodotto; l'informazione al consumatore mira a incoraggiare maggiori livelli di sicurezza; e le politiche dell'industria automobilistica promuovono sempre più la sicurezza come bene commercializzabile. I paesi attivi in tema di sicurezza si impegnano in attività di sviluppo legislativo internazionale; svolgono attività di ricerca nazionali e monitorano la sicurezza dei veicoli; supportano il Nuovo Programma Europeo di Valutazione delle Automobili (EuroNCAP); si assicurano che l'uso dei caschi e di leggi stringenti siano correttamente controllate e incoraggiano l'industria automobilistica locale nel promuovere misure chiave per la sicurezza.

Problemi chiave della progettazione della sicurezza dei veicoli

- Fare riferimento ai limiti umani: le misure di sicurezza dei veicoli basate sull'evidenza devono essere classificate per evitare incidenti e ridurre la gravità delle lesioni in caso di incidente.
- Occupanti dell'automobile: gli occupanti delle automobili costituiscono il 56% del totale dei morti in incidente stradale nell'EU-15. Le collisioni tra automobili sono il più comune tipo di incidenti dovuti ad impatti frontali seguiti da quelli laterali che sono molto comuni in incidenti gravi o fatali. La gravità degli incidenti dipende da diversi fattori.
- Pedoni: la sopravvivenza dei pedoni nel traffico dipende dalla loro separazione dalle elevate velocità dei veicoli motorizzati, dove l'uso in condiviso è comune -

assicurandosi che la velocità del veicolo all'impatto sia sufficientemente bassa per evitare gravi lesioni durante l'impatto e fornendo parti anteriori delle automobili più sicure.

- Gli utenti di mezzi a due ruote subiscono negli scontri lesioni multiple alla testa, al petto e alle gambe. La maggior parte degli incidenti fatali sono alla testa nonostante l'uso del casco. Gli infortuni alla parte bassa delle gambe risultano sia dal contatto diretto col veicolo che si colpisce che dallo scontro tra il mezzo e la terra. Nella maggior parte degli scontri è coinvolta una macchina.
- I ciclisti rappresentano circa il 5% degli utenti della strada morti nei paesi Europei, ma il 18% di questi si trova nei paesi dove vi è molto ciclismo, come i Paesi Bassi. Gli incidenti con singoli veicoli sono i più comuni. Le ferite alla testa sono la causa maggiore di morte, circa il 75% delle morti dei ciclisti.
- Gli infortuni dei passeggeri di bus e minibus sono un problema di sicurezza dei veicoli minore ma anche affrontabile.
- Costi-Benefici e Costo-Efficacia: la valutazione socio-economica delle misure di sicurezza dei veicoli assicura che possano essere ottenuti ragionevoli benefici da nuovi costi. La nuova progettazione di sicurezza costa meno durante lo stadio di progettazione della nuova macchina piuttosto che nelle fasi seguenti di produzione.

Esigenze della progettazione di sicurezza

Un gruppo di misure per evitare gli incidenti e per proteggere dagli urti viene messo in evidenza per la protezione dei passeggeri di automobili, per i pedoni, per i motociclisti, per i passeggeri di bus e minibus.

Lacune di conoscenza

I risultati efficaci della progettazione di sicurezza di veicoli si basa sulla continua ricerca e sviluppo e sulla comprensione della fonte e del meccanismo della protezione dagli infortuni in una varietà di condizioni d'urto, sul regolare monitoraggio delle prestazioni in condizioni reali, e sulla conferma che le nuove tecnologie siano accettate e usate. Un insieme di necessità di ricerca viene sottolineato.

2. PROGETTAZIONE DEL VEICOLO E SICUREZZA STRADALE.

2.1 A cosa contribuisce la progettazione di un veicolo?

La progettazione di un veicolo è fondamentale per un sistema di traffico sicuro che richieda un'interazione tra utenti, veicoli e ambiente stradale. La progettazione del veicolo, che tiene conto di limitazioni comportamentali e fisiche degli utenti stradali, può fare riferimento ad una serie di fattori di rischio e aiutare a ridurre l'esposizione al rischio, il coinvolgimento negli incidenti e la gravità degli infortuni. Ad oggi, l'ingegneria dei veicoli per il miglioramento della sicurezza si è indirizzata verso la modifica di un veicolo per aiutare il conducente ad evitare l'incidente, o per proteggere quelli a bordo del veicolo in caso d'impatto. Recentemente in Europa si è posta l'attenzione alla progettazione per proteggere da incidenti coloro che sono fuori dal veicolo.

Sistema chiave	Fattori di rischio	Uomo	Veicoli e equipaggiamenti	Strada
Esposizione	Uso del sistema di traffico	Accesso precoce alla guida di un veicolo a due ruote o di un autoveicolo	Disponibilità di veicolo a motore ad elevate prestazioni	Scarsa pianificazione dell'uso del territorio, mix di utenti
Pre-incidente	Verificarsi di un incidente	Eccesso di velocità, danno	Scarsa illuminazione, frenata, controllo della velocità	Scarsa progettazione o layout della strada, assenza di limiti di velocità e di strutture per i pedoni
Incidente	Infortunio durante l'incidente	Non utilizzo di protezioni o caschi	Scarsa progettazione di sistemi di protezione dagli incidenti	Assenza di margini stradali sicuri (es. barriere di sicurezza)
Post-incidente	Degenza post-incidente	Scarso accesso alle cure	Scarsa evacuazione	Assenza di strutture di recupero

Una rassegna dell'efficacia delle misure di riduzione delle vittime nel Regno Unito tra il 1980 e il 1996 ha trovato che il maggior contributo alla riduzione delle vittime era la sicurezza secondaria e la protezione dagli impatti nei veicoli. Questo per circa il 15 % della

riduzione, confrontato con l'11% per le misure anti abuso di alcol e il 6,5% per le misure ingegneristiche di sicurezza stradale [14].

Sono stati applicati importanti miglioramenti nella progettazione della sicurezza dei veicoli negli ultimi dieci anni in Europa legati alla grande riduzione dei rischi di infortuni gravi e fatali per i passeggeri delle automobili. Questi risultati sono dovuti alla combinazione degli effetti della nuova legislazione europea sugli standard di protezione dagli impatti e dall'effetto del nuovo sistema di informazione per i consumatori che fornisce dati oggettivi sulle prestazioni delle automobili sia nei crash test che negli incidenti reali.

2.2 Che ruolo ha la ricerca?

Un'efficiente progettazione di sicurezza del veicolo viene realizzata continuando la ricerca e lo sviluppo, capendo la fonte ed il meccanismo della protezione dagli infortuni in una gamma di condizioni di incidente, monitorando regolarmente le prestazioni in condizioni reali, e confermando che le nuove tecnologie siano usate e accettate. È il risultato di ricerca e sviluppo scientifico multi-disciplinare che può impiegare dai dieci ai quindici anni dalla definizione di un concetto alla sua realizzazione pratica.

2.3 Che cosa può portare in futuro la sicurezza dei veicoli?

La sicurezza dei veicoli è identificata come una strategia chiave dalla EU per raggiungere lo scopo europeo di ridurre il numero di vittime di incidenti stradali del 50% entro il 2010.

È stato identificato ampio spazio per futuri miglioramenti. La Commissione Europea ha stabilito che se tutte le automobili fossero progettate per fornire una protezione dagli impatti equivalente alle automobili migliori della classe d'appartenenza, metà degli incidenti mortali o deabilitanti potrebbero essere evitati [Commissione Europea, 2003]. È stata identificata una gamma di esigenze future da organizzazioni europee: il consiglio internazionale di ricerca biomeccanica per gli incidenti IRCOBI, lo European Transport Safety Council [84] e lo European Enhanced Safety of Vehicles Committee [EEVC Status Report, 2005] e il Passive safety Network Roadmap.

3. POLITICHE DI SICUREZZA DEI VEICOLI

3.1 Quali sono i principali meccanismi politici?

La disponibilità e la qualità della sicurezza dei veicoli è determinata da una combinazione di regole nazionali ed internazionali, informazioni al consumatore, politiche dell'industria automobilistica e considerazioni sull'affidabilità del prodotto. Mentre le forze di mercato tendono a produrre risposte più rapide nella progettazione di un singolo prodotto, la legislazione basata sull'evidenza può assicurare un uniforme e accettabile livello di sicurezza nella gamma dei prodotti.

3.1.1 Chi regola la sicurezza dei veicoli?

La sicurezza dei veicoli nell'Unione Europea è regolata principalmente da standard e regolamenti internazionali disposti dall'Unione Europea e dalla Commissione Economica delle Nazioni Unite per l'Europa (UN ECE).

Con il principale obiettivo di ridurre le barriere commerciali, l'armonizzazione internazionale negli standard dei veicoli è stata cominciata dall'UN ECE nel 1958, supervisionata dal Gruppo di Lavoro del Comitato per i Trasporti Terrestri sulla Costruzione dei Veicoli a Ginevra [149]. Ciò ha fornito la struttura per un tipo di sistema di omologazione volontario basato sul regolamento UN ECE.

Nel 1970, nell'UE e nei suoi Stati Membri è stata sviluppata una nuova struttura per la concordanza e la cooperazione nelle iniziative riguardanti la sicurezza dei veicoli culminante nel Mandato Unico per l'Approvazione dei Tipi di Veicoli per le autovetture (che divenne effettivo nel 1998) e per i veicoli motorizzati a due o tre ruote (effettivo dal 2003). Il processo per l'introduzione di un tale sistema anche per camion e bus è ancora in fase di sviluppo. L'armonizzazione degli standard per tutti i veicoli dovrebbe fornire un alto livello di protezione del consumatore (Articolo 75(1) come emendato dal Trattato di Amsterdam). Gli standard derivati dell'UE sono obbligatori per tutti i membri dell'Unione Europea se rientrano nel Testo unico per l'approvazione dei Tipi di Veicolo. In altre circostanze i paesi europei possono aderire alla Commissione Economica per l'Europa (ECE) delle Nazioni Unite sia volontariamente che obbligatoriamente se un paese decide di incorporare la regolamentazione nelle proprie normative nazionali.

L'adesione dell'EC alla revisione dell'Accordo del 1958 nel 1998 ha dato maggiore impeto al lavoro sulle regolamentazioni tecniche globali. Tale lavoro globale aumenterà la convenienza della produzione e della rimozione delle barriere agli scambi, riducendo le opportunità per un attuale scrutinio e coinvolgimento Parlamentare a livello nazionale e regionale (EU) Come notato dall'Organizzazione Mondiale della Sanità e dalla Banca Mondiale, la standardizzazione della sicurezza dei veicoli a livello regionale e nazionale, tenendo conto delle condizioni locali, può produrre spesso azioni più veloci di un simile processo a livello internazionale [[World Report on Road Traffic Injury Prevention](#)].

Il lavoro legislativo a livello europeo è condotto dalla Direzione Impresa e Industria della Commissione Europea. La promozione della sicurezza dei veicoli è anche perseguita dalla Commissione Europea attraverso iniziative come il Programma Europeo di Azione per la Sicurezza Stradale della Direzione Generale Trasporti e dall' "Esafety and Intelligent Car iniziative" della Direzione Generale Informazione e Società.

3.1.2 Quali sono gli standard chiave Europei della sicurezza dei veicoli ?

Una lista di Direttive e normative globali UN ECE può essere trovata sul sito della DG Imprese e Industrie della Commissione Europea. Negli anni recenti le più importanti direttive sulla sicurezza dei veicoli sono state l'introduzione dei crash-test per la protezione dagli impatti frontali e dagli impatti laterali per gli occupanti delle automobili e un sotto-sistema di test per la protezione dei pedoni.

3.1.3 Come sono condotti i crash-test normati?

I crash-test europei per le automobili e i sotto-sistemi di test per pedoni sono sviluppati dal Comitato Europeo per la Sicurezza Avanzata dei Veicoli che mette assieme esperti nazionali e rappresentanti Governativi di diversi paesi. Questi test puntano a riprodurre tipi e velocità d'impatto dei più comuni tipi d'incidenti e sono incorporati nei programmi di legislazione e informazione al consumatore dopo estese ricerche multi-disciplinari.

Il Gruppo di Lavoro Europeo dei Veicoli Motorizzati è un gruppo di consulenza della DG Imprese e Industrie che mette assieme rappresentanti della Commissione Europea, degli Stati Membri, delle associazioni non-governative e di commercio per discutere proposte per le nuove direttive e i nuovi standard sulla sicurezza dei veicoli. Il Comitato sull'Adattamento al Progresso Tecnico è un gruppo che comprende rappresentanti degli Stati Membri e che suggerisce specifici emendamenti alla legislazione europea.

Le conferenze scientifiche più importanti per lo scambio di informazioni internazionali sulla politica e sulle ricerche per la sicurezza dei veicoli sono [ESV](#), [STAPP](#), [IRCOBI](#), e [AAAM](#). Più recentemente la cooperazione globale nella ricerca sta avendo luogo nell'ambito dell'[IHRA](#).

3.2 Informazioni al consumatore

3.2.1 Che cos'è l'informazione al consumatore?

L'informazione al consumatore fornisce ai potenziali compratori di automobili le informazioni fattuali sulle prestazioni delle automobili negli urti ed incoraggia i produttori ad introdurre progetti di sicurezza chiari oltre alle norme legislative.

Recentemente, la sicurezza è sempre di più sottolineata dai produttori di automobili ed una varietà di metodi per classificare la sicurezza degli incidenti con automobile vengono usati per fornire informazioni imparziali che possono guidare i compratori. Questi metodi ricadono in due grandi categorie: sistemi predittivi e sistemi retroattivi.

3.2.2 Cosa sono i sistemi di classificazione predittivi?

I sistemi predittivi hanno lo scopo di valutare la prestazione di sicurezza di un'automobile prima che venga usata su strada. Le predizioni sono basate sul controllo della

totalità dei crash-test di singoli modelli; test su componenti dell'automobile che sono stati considerati importanti negli urti; e/o su ispezioni visive e classificazioni dell'interno delle automobili. Per esempio, il nuovo programma europeo di valutazione delle automobili ([EuroNCAP](#)) fornisce classificazioni con stelle delle prestazioni di differenti automobili durante test di impatto frontale usando una barriera deformabile, un test sull'urto laterale e sotto-sistemi di test sulla protezione dei pedoni basati sulle disposizioni del Comitato Europeo sulla Sicurezza Avanzata dei Veicoli. Il programma europeo usa anche ispezioni visive in aggiunta ai crash-test per determinare la classifica della valutazione di sicurezza. Il monitoraggio dimostra che l'EuroNCAP ha contribuito a migliorare la progettazione protettiva degli urti per proteggere i passeggeri del veicolo con test di urto che generalmente simulano lo scenario dei tipi di urto che si trova sulle strade europee [110] [76]. La Commissione Europea crede che l'EuroNCAP è diventato l'unico meccanismo più importante per raggiungere miglioramenti nella sicurezza del veicolo. Le imprese automobilistiche usano le medie EuroNCAP nelle loro pubblicità (es. Renault [Esempi di crash-test EuroNCAP](#)).

3.2.3 Cosa sono i sistemi di classificazione retrospettiva?

Nei sistemi retrospettivi, le classificazioni di sicurezza sono basate sulle prestazioni attuali delle autovetture negli incidenti reali. Queste valutazioni sono di particolare valore per coloro che comprano automobili usate. La frequenza e la gravità degli infortuni agli occupanti dell'automobile per singolo modello di automobile sono determinati dall'esame delle statistiche della polizia e/o sui dati degli incidenti dichiarati. Esempi di sistemi retrospettivi sono il Sistema di Valutazione di Sicurezza Folksam (Svezia); il Sistema di Valutazione di Sicurezza VALT (Finlandia); il Sistema di Valutazione del Dipartimento dei Trasporti (UK). Sebbene i principi generali di questo approccio siano uguali per tutti i sistemi, vi sono molte differenze nella metodologia di estrazione dei dati.

3.3 Politiche dell'industria automobilistica.

Mentre l'industria automobilistica cerca di rispondere con voce unica alle proposte legislative, i singoli produttori hanno introdotto differenti misure di sicurezza per le automobili senza legislazione, prima della legislazione o in risposta a programmi di informazione al consumatore, soprattutto negli ultimi anni. Gli esempi includono il sistema WHIPS introdotto da un produttore Svedese per ridurre i rischi di infortuni al collo o sistemi di protezione dei pedoni introdotti da un produttore Giapponese prima della legislazione o in eccesso alla normativa, come quelle introdotte da un produttore francese. Gli airbag frontali montati su molte automobili non sono regolamentati in Europa, anche se sono obbligatori negli Stati Uniti.

L'associazione europea delle industrie include la European Car Manufacturers Association ACEA; l'ACEM (industria dei motocicli) e l'IRU (industria di bus e camion). Così come l'IRU, l'ACEM è firmataria della Carta Europea della Sicurezza Stradale che si impegna a fornire progressivamente al mercato più motoveicoli a due ruote equipaggiati con sistemi di frenata avanzati. Le compagnie automobilistiche entrano assieme nel

Consiglio Europeo per la ricerca e lo sviluppo automobilistico - EUCAR per coordinare le proposte di ricerche finanziate con fondi EU.

3.4 Affidabilità del prodotto

Globalmente, c'è molta variazione da regione a regione nella fornitura di equipaggiamenti di sicurezza per un veicolo. Le leggi di affidabilità dei prodotti sono basate sul livello di protezione che il consumatore ragionevolmente si potrebbe aspettare. La Direttiva EU sulla Sicurezza Generale del Prodotto fu introdotta nel 1985 con l'introduzione di disposizioni più forti inserite nel 1992 e nel 2001. Mentre le disposizioni Europee per l'affidabilità del prodotto sono più limitate rispetto al sistema americano, l'affidabilità del prodotto può focalizzare l'attenzione dei produttori di automobili sulla progettazione innovativa che va oltre la conformità con l'attuale legislazione.

3.5 Che cosa possono fare i paesi europei?

Mentre molte decisioni sulla sicurezza dei veicoli vengono prese a livello internazionale più che a livello nazionale, i paesi europei possono giocare un ruolo importante. I paesi che meglio agiscono sulla sicurezza stradale si impegnano tipicamente nelle seguenti attività riguardanti il miglioramento della sicurezza del veicolo:

- Pieno coinvolgimento nel lavoro di sviluppo della legislazione internazionale.
- Portare avanti la ricerca e il monitoraggio nazionale sulle misure di sicurezza del veicolo.
- Supportare e sottoscrivere il Programma EuroNCAP.
- Incoraggiare gli incentivi finanziari per l'uso di equipaggiamenti di protezione.
- Assicurarsi che le leggi sull'uso di equipaggiamenti di protezione siano appropriatamente controllate.
- Incoraggiare l'industria automobilistica locale a supportare misure chiave per la sicurezza.

4. PROBLEMI CHIAVE PER LA PROGETTAZIONE DELLA SICUREZZA DEI VEICOLI

4.1 Quali forze possono essere tollerate dal corpo umano?

La tolleranza del corpo umano alle forze cinetiche rilasciate negli incidenti stradali è limitata. L'infortunio si riferisce largamente alla quantità di energia cinetica applicata al corpo umano. Le ricerche Biomeccaniche riportate durante gli anni nelle conferenze scientifiche internazionali (per es. ICROBI, STAPP, ESV) indicano che la relazione tra le forze d'urto e l'infortunio è conosciuta per un numero di parti del corpo e per un numero di tipi di incidente, per diverse categorie di utenti della strada ed anche per diversi gruppi di età. Per esempio, un urto pesante sul torace di un giovane di sesso maschile può causare una frattura, ma se succede ad una donna anziana può produrre un infortunio con pericolo di vita. Mentre l'attuale protezione per gli incidenti automobilistici è focalizzata sul maschio di età media occupante l'automobile, la popolazione che guida diventa più vulnerabile agli infortuni con l'aumentare dell'età, in linea con i trend demografici generali.

L'energia di un impatto è correlata al quadrato della velocità, perciò un piccolo aumento di velocità produce un maggiore aumento del rischio di infortunio. La tolleranza umana all'infortunio di un pedone colpito persino dall'automobile con la progettazione migliore sarà superata se il veicolo viaggia a più di 30km/h [145]. Studi dimostrano che i pedoni hanno il 90% di possibilità di sopravvivere ad un incidente a 30 km/h o meno, ma meno del 50% di possibilità di sopravvivenza con un impatto ad oltre 45 km/h [120]. La ricerca dimostra che la probabilità che un pedone rimanga ucciso aumenta di un fattore 8 se la velocità d'impatto aumenta da 30 km/h a 50km/h [5]. Il veicolo meglio progettato oggi su strada garantisce una protezione dagli incidenti mediamente fino a 70 km/h per i trasportati con cintura di sicurezza per impatti frontali e fino a 50 km/h per impatti laterali [145].

E' stato stimato che il sistema di traffico svedese nel suo complesso, probabilmente, sopporta velocità tra i 30 ed i 60 km/h, consente l'uso delle strade tra i 50 ed i 100km/h (tramite i limiti di velocità) e possibilità di uso (secondo la capacità del motore) a più di 200 km/h [147]. Su questo sfondo, nella strategia di sicurezza stradale svedese "Visione Zero", la quantità di energia biomeccanica alla quale la gente può essere esposta senza che abbia infortuni seri è al momento promossa come parametro di strada base e di progettazione del veicolo. La Svezia sta rimodellando la sua infrastruttura stradale ed incoraggiando di conseguenza una protezione appropriata per gli infortuni. Un processo simile è in atto anche nei Paesi Bassi nell'ambito della politica di sicurezza sostenibile olandese.

4.2 Quali sono i problemi principali degli infortuni per incidente?

Occupanti dell'automobile. Gli occupanti, guardando al numero di vittime, rappresentano il più grande gruppo di decessi. Essi comprendono il 56% del totale delle morti dell'UE-15, delle quali la maggior parte avvengono su strade rurali non-autostradali.

I principali rischi di infortuni per gli occupanti risultano dal modo in cui i veicoli interagiscono tra di loro e con il ciglio della strada. Le collisioni tra automobili sono le più frequenti categorie d'impatto. Sia per gli occupanti morti che per quelli seriamente feriti, gli impatti frontali sono il tipo di impatto più importante seguito dagli impatti laterali. La testa è la zona del corpo più frequentemente coinvolta in infortuni che possono essere mortali, seguita per importanza dal torace e poi dall'addome. Tra gli infortuni invalidanti quelli alle gambe e al collo sono importanti [84]. Le cause determinanti della gravità degli infortuni includono:

- Uso di sistemi di cinture.
- Contatto tra occupante e l'interno dell'automobile, esacerbato dall'intrusione di oggetti nel compartimento dei passeggeri causato dal veicolo o oggetto che si impatta.
- Squilibrio in termini di taglia e peso tra i veicoli coinvolti nell'urto.
- Fuoriuscita dal veicolo.
- Standard di sicurezza del veicolo inadeguati.

Pedoni. Ricerche in Europa suggeriscono che la maggior parte dei pedoni fatalmente o gravemente incidentati sono colpiti dalla parte anteriore dell'automobile. Le lesioni al basso ventre sono, in generale, le più comuni forme di infortunio del pedone, mentre le lesioni alla testa sono responsabili della maggior parte delle morti dei pedoni [32]. La sopravvivenza dei pedoni nel traffico dipende sia dall'assicurare che essi siano separati dalle alte velocità dei veicoli – nella situazione più comune di uso condiviso della strada – e che la velocità dei veicoli al momento della collisione sia abbastanza bassa per prevenire seri infortuni con le parti anteriori delle automobili dotate di dispositivi di protezione dagli impatti [Report Mondiale sulla Prevenzione degli Infortuni Stradali].

Utenti di mezzi motorizzati a due ruote. Questi tendono a subire lesioni multiple negli impatti, includendo quelle alla testa, al torace ed alle gambe. La maggior parte degli infortuni mortali sono alla testa, nonostante l'uso del casco. Gli infortuni alla parte bassa della gamba derivano sia dal contatto diretto con il veicolo scontrato sia dal contatto tra la moto e la strada [Report Mondiale sulla Prevenzione degli Infortuni Stradale, 2004]. Il Comitato Europeo di Sicurezza Avanzata dei Veicoli EEVC, nel 1994, ha mostrato che una macchina viene coinvolta in due terzi e mezzo degli impatti. Tre quarti di tutti gli incidenti con motocicli erano incidenti a singolo veicolo senza collisioni con altri veicoli. Gli impatti fuori strada dove il motociclista lasciava la strada e si rovesciava o colpiva un oggetto sul ciglio della strada è il tipo di collisione per motocicli più frequente. Molte ricerche in diversi paesi europei indicano che molti infortuni seri ai motociclisti non vengono riportati alla polizia, il che significa che le statistiche nazionali sottovalutano la dimensione del problema [93].

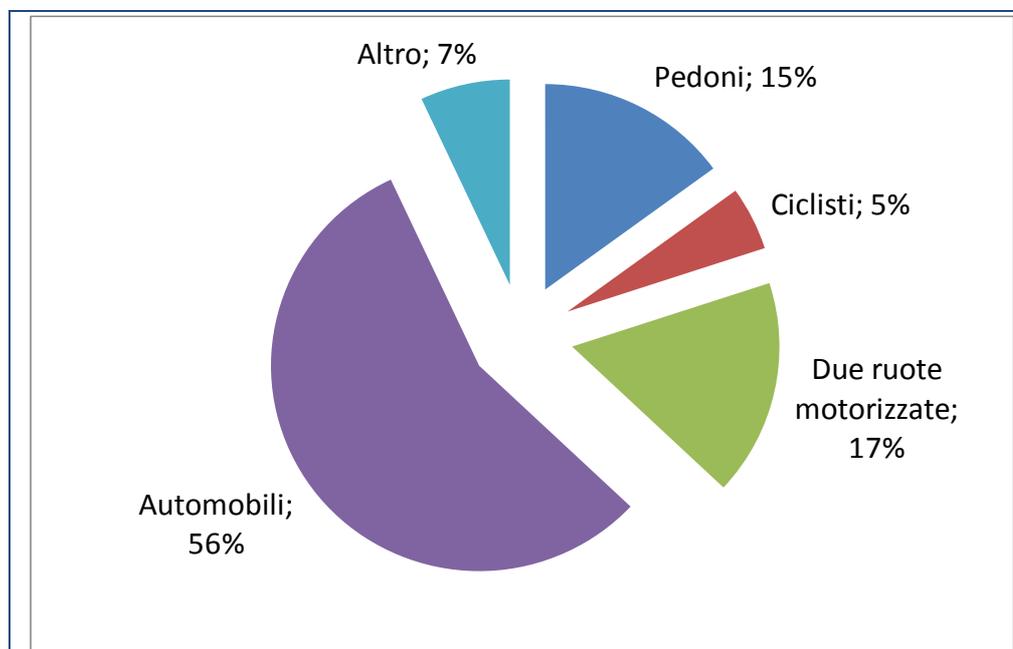


Figura 1 Morti su strada nell'EU-15 per tipo di utente nel 2002.

Fonte : CARE 2002

Ciclisti. Comprendono circa il 5% delle morti di utenti stradali nei paesi EU, ma più del 18% in Olanda dove, ad eccezione della Danimarca, vi è un uso sostanzialmente più alto che negli altri paesi.

Tabella 1 Fonte RAI, 1998

Paese	Km/anno
Danimarca	893
Paesi Bassi	853
Germania	287
Irlanda	181
Regno Unito	76
Spagna	20

E' evidente che gli incidenti con i ciclisti sono frequentemente sotto-riportati nelle statistiche nazionali, particolarmente per gli incidenti non mortali. Gli incidenti a singolo veicolo sono il tipo più comune di incidenti. Tipicamente, questo risulta dalle acrobazie dei piloti (27%), o dai piedi incagliati nei raggi del veicolo (18%), come risultato di difetti di progettazione o manutenzione del mezzo (13%), o dovuti a scarsa qualità della superficie stradale (8%). Gli infortuni alla testa sono la causa principale di morte nel 75% degli

incidenti dei ciclisti. Le lesioni alla testa o al cervello comprendono il 50% di tutte le giovani vittime ospedalizzate.

Occupanti di bus e minibus. Gli incidenti sono un problema minore ma comunque da trattare per i problemi di sicurezza.

4.3 Prevenzione degli incidenti e protezione dagli impatti

Sono stati raggiunti miglioramenti dell'ingegneria per la sicurezza dei veicoli modificando il veicolo per aiutare il pilota o il conducente ad evitare l'impatto e modificando il veicolo per fornire protezione contro le lesioni in caso di impatto sia per le persone dentro il mezzo che fuori dal mezzo.

Protezione dagli impatti o sicurezza secondaria o sicurezza passiva	Protezione in caso di impatto es. cinture di sicurezza, airbag, protezioni laterali e frontali
Prevenzione dell'impatto o dispositivi di sicurezza primaria	Strumenti per evitare l'impatto es. illuminazione diurna, controllo elettronico di stabilità, adattamento di velocità intelligente, alcol-locks
Il termine sicurezza attiva viene usato spesso per definire la prevenzione degli impatti, ma bisogna stare attenti al suo uso perché può riferirsi anche a dispositivi dispiegabili come barriere pop-up per la protezione dei pedoni.	

Stanno emergendo nuove tecnologie che possono aiutare il veicolo a fare la sua parte nella prevenzione degli incidenti. Alcune tecnologie, come il controllo elettronico di stabilità, che però non è ancora universalmente utilizzato, stanno già mostrando un ritorno sostanziale in termini di sicurezza stradale. Altre tecnologie per la sicurezza stradale efficienti e disponibili (es. la velocità di adattamento intelligente) dovranno richiedere il supporto politico e pubblico prima dell'adozione universale. Si sta lavorando molto su tecnologie promettenti come i sistemi di prevenzione delle collisioni, ma la loro utilità nell'affrontare scenari di incidenti ad alto rischio, tipici nella maggior parte delle strade d'Europa, deve essere ancora determinata [118]. A breve e medio termine, quindi, prevenire o ridurre le morti e le lesioni gravi in caso di incidenti continua ad essere lo scopo principale dei miglioramenti nella sicurezza dei veicoli. Come dichiarato nel Report Mondiale sulla Prevenzione degli Incidenti Stradali "deve essere creato un sistema stradale meglio adattato alla vulnerabilità fisica dei suoi utenti usando veicoli e cigli della strada che proteggono di più dagli impatti".

4.4 Costi/benefici e costi/efficacia

Come in altre aree della politica della sicurezza stradale, le valutazioni socio-economiche delle misure per la sicurezza dei veicoli devono essere effettuate per garantire che ragionevoli benefici sociali possano derivare da qualunque costo di produzione addizionale. In generale, il nuovo progetto di sicurezza può essere più facilmente

assimilabile ai costi di produzione di nuove auto nella fase di progettazione originale piuttosto che durante le fasi di produzione.

Due esempi di misure per la sicurezza dei veicoli dove i benefici superano i costi sono l'installazione obbligatoria di segnalatori per le cinture di sicurezza e le luci diurne (DRL). Un'analisi mostra che l'introduzione del DRL nei paesi dell'EU può essere legata al risparmio annuale di 2.800 morti. Il calcolo del rapporto costi/benefici (CBR) illustra che i costi del DRL sono considerevolmente più bassi dei benefici (rapporto 1:4,4). Può essere anche più favorevole se vengono installate speciali lampade DRL equipaggiate con bulbi a risparmio energetico arrivando fino ad aumentare il CBR a 1:6,4. Un segnalatore acustico delle cinture di sicurezza è un dispositivo che avverte sul fatto che un sedile è occupato da un soggetto senza protezioni. Prendendo in considerazione il potenziale di riduzione di lesioni e vittime, è stato stimato che il valore dei benefici dell'obbligatorietà del segnalatore acustico per cinture di sicurezza nei sedili anteriori delle automobili europee ammonta a 66.043 milioni di euro. Il valore dei costi ammonta a 11.146 milioni di euro, il che da un rapporto costi/benefici di 1:6 [74].

Comunque, mentre il compito di valutare costi e benefici di sistemi relativamente semplici non è difficile, devono essere trovate nuove metodologie per favorire una stima più accurata dei costi di sistemi più complessi.

5. ESIGENZE DELLA PROGETTAZIONE DI SICUREZZA

5.1 Automobili

5.1.1 Misure di prevenzione degli impatti

Mentre la prevenzione degli incidenti è logicamente il primo obiettivo dell'ingegneria di sicurezza dei veicoli, le misure di prevenzione degli impatti per i veicoli sono, in generale, allo stato iniziale in termini di sviluppo e applicazione pratica. In molti casi, hanno un futuro molto promettente. In altri casi, soluzioni tecnologiche che creano minori problemi di sicurezza stradale, sono di efficacia sconosciuta o l'applicazione tecnologica deve essere ancora provata praticamente. Il punto principale di questa sezione è il primo, anche se viene coperta anche la seconda categoria che può essere di attuale interesse.

Velocità

Velocità di adattamento intelligente (ISA)

ISA è un sistema che informa, avverte e scoraggia il conducente ha superare i limiti di velocità. I limiti di velocità nel veicolo sono settati automaticamente in funzione dei limiti di velocità indicati su strada. Il GPS legato alla mappa digitale dei limiti di velocità permette alla tecnologia ISA di aggiornare i limiti di velocità del veicolo in base a quelli della strada. Esistono tre tipi di ISA:

ISA informativo o di avviso offre al conducente un feedback attraverso un segnale visivo o audio.

ISA di supporto o allarme aumenta la pressione verso l'alto sul pedale dell'acceleratore. È possibile bypassare il sistema di supporto premendo con più forza l'acceleratore.

ISA obbligatorio previene qualsiasi eccesso di velocità, per esempio, riducendo il getto di iniezione di carburante o richiedendo un "kick-down" da parte del conducente, nel caso in cui voglia superare il limite.

Più il sistema interviene, più significativi sono i benefici. Stime dell'Istituto degli Studi sui Trasporti dell'Università di Leeds hanno mostrato che se l'installazione di ISA informativi o di supporto fosse obbligatoria, gli incidenti con infortuni potrebbero essere ridotti del 20%. L'uso di un sistema ISA obbligatorio, quando combinato con un regime di limiti di velocità dinamico, ha una stima di potenziale riduzione degli incidenti con lesioni che cresce fino al 36%, degli incidenti seri o fatali del 48% e di quelli mortali del 59% [17]. Uno studio nei Paesi Bassi mostrava che l'ISA poteva ridurre il numero dei ricoveri ospedalieri del 15% e il numero delle morti del 21% [151].

Diverse sperimentazioni che usano sistemi informativi e di supporto in tutta l'Europa hanno mostrato che approssimativamente il 60-75% degli utenti accetterebbe l'ISA nelle loro automobili. Un'inchiesta della FIA Foundation indica il 61% di supporto per sistemi di limitazione fisica nelle automobili per prevenire il superamento dei limiti di velocità nelle

aree residenziali, e più del 50% di supporto per questi sistemi nelle strade principali e nelle autostrade.

L'Amministrazione Stradale Svedese (SRA) pianifica di equipaggiare tutta la sua flotta con sistemi ISA e studi sperimentali che sono in corso o vengono portati avanti in Norvegia, nei Paesi Bassi e nel Regno Unito. Ci sono stati due maggiori progetti Europei sull'ISA. Il progetto PROSPER coordinato dalla SRA cerca modi per cui la tecnologia avanzata di guida assistita e la tecnologia relativa ai dispositivi di limitazione della velocità possano migliorare la sicurezza, e quali sono le barriere all'implementazione dell'ISA. SpeedAlert, coordinato da ERTICO, armonizza la definizione del concetto di allarme di velocità nell'automobile e indaga quali siano i problemi di prima priorità da affrontare a livello europeo, come la raccolta, manutenzione e certificazione della velocità.

Scatole nere

Le scatole nere o registratori di eventi possono essere usate come un valido strumento di ricerca per monitorare o validare nuove tecnologie di sicurezza, o per stabilire i limiti di tolleranza umana e per registrare le velocità d'impatto. La pratica attuale è quella di utilizzare il computer di bordo che adesso è installato sulla maggior parte delle automobili, e di adattargli i trasduttori e i dati raccolti. Negli USA, la casa automobilistica GM ha cominciato a usare registratori di dati fin dal 1970 per valutare le prestazioni degli airbag negli impatti. Nel Regno Unito, La flotta auto della polizia è stata dotata di scatole nere. In Germania uno speciale registratore di dati chiamato UDS di Mannesmann/VDO è nel mercato da più di 15 anni. L'esperienza fatta in Germania con questo registratore dimostra che può influenzare considerevolmente il comportamento stradale e che contribuisce alla riduzione degli incidenti, soprattutto nelle flotte di veicoli, di circa il 20-30%. In Svezia, circa 60.000 veicoli sono stati equipaggiati con registratori di dati con propositi di ricerca fin dal 1995.

Il progetto della EC **VERONICA** sta raccogliendo informazioni per assistere la Commissione Europea sulla possibilità di installare le scatole nere nei veicoli europei. Tre importanti questioni riguardanti le scatole nere sono la standardizzazione delle procedure e degli strumenti per recuperare i dati, l'uso dei dati raccolti (per le ricerche sugli incidenti, o perché la polizia possa rilevare le condizioni di guida, o in applicazioni legali per aiutare nella determinazione delle responsabilità in un incidente) e questioni concernenti la proprietà dei dati.

Visibilità

Fari diurni (DRL)

I DRL sono luci "multi-scopo" o specificatamente progettate sulla parte anteriore del veicolo per essere usate di giorno per incrementare la sua visibilità ed evitare gli impatti. Attualmente nove paesi europei hanno obbligatorietà di montare i DRL sulle automobili e la Commissione Europea sta considerando una proposta per renderlo un requisito per tutta l'Unione Europea. Ci sono varie opzioni per l'introduzione dei DRL, tutte hanno un buon rapporto costi/benefici. Secondo una rassegna olandese, sembrano più vantaggiose le opzioni di gestione manuale degli abbaglianti nelle automobili esistenti e quelle di obbligatorietà di una avanzata unità di DRL montata sulle nuove automobili [98].

Alcune meta-analisi degli effetti dell'uso dei DRL nelle automobili dimostra che essi contribuiscono sostanzialmente alla riduzione degli incidenti, delle lesioni degli occupanti delle automobili e degli utenti della strada più vulnerabili qualunque sia la latitudine del paese. Una riduzione degli incidenti con più veicoli tra l'8% e il 15% è stata trovata come conseguenza dell'introduzione delle leggi sull'obbligatorietà dell'uso diurno [36]. Da una meta-analisi norvegese di 25 studi che hanno valutato i DRL delle automobili e di 16 studi che hanno valutato i DRL per i motocicli risulta che questi stessi riducono il numero degli incidenti diurni a più veicoli dal 5 al 10%. Una rassegna tedesca ha trovato che i DRL riducono gli incidenti diurni a più veicoli di circa il 12% e delle morti e degli infortuni rispettivamente del 25% e del 20% [98]. Gli utenti di due ruote motorizzate hanno espresso preoccupazioni sul fatto che le luci diurne delle automobili possono ridurre la visibilità dei motociclisti. Mentre non c'è una evidenza empirica che dimostri che ciò sia vero, un tale effetto dovrebbe essere compensato dai benefici per i motociclisti dovuti all'aumentata visibilità degli automobilisti [98] [124].

Il colore delle automobili influenza la sicurezza stradale?

I veicoli di colori brillanti o accessi sono a volte considerati più sicuri perché sembrano essere più visibili; ma è così? Mentre un piccolo numero di studi ha iniziato ad esplorare questa questione [106], l'associazione tra il colore delle automobili e la loro sicurezza dovrebbe essere trattata con qualche cautela, per esempio, se le automobili gialle si dimostrassero più sicure di quelle di altri colori ciò non significa che la sicurezza migliorerebbe se tutte le automobili fossero gialle. E' la variazione nel colore, e non il colore stesso a fare la differenza di sicurezza.

Freni e misure di presa

I sistemi anti-bloccaggio dei freni (ABS)

Il proposito principale dell'ABS è prevenire lo scivolamento nel caso in cui la perdita dello sterzo e del controllo deriva dalle ruote bloccate quando si frena molto forte. Tali sistemi sono ora collocati in molte automobili nuove. Una meta-analisi degli studi di ricerca mostra che l'ABS dà una riduzione del numero degli impatti relativamente piccola, ma statisticamente significativa, quando sono unificati tutti i livelli di gravità e tipi di incidenti. Comunque, mentre gli incidenti con infortuni diminuiscono (-5%), gli incidenti mortali aumentano (+6%) [36]. Ci sono aumenti statisticamente significative nei ribaltamenti, negli incidenti a singolo veicolo e nelle collisioni con oggetti fissi. Ci sono riduzioni statisticamente significative nelle collisioni con pedoni/ciclisti/animali e nelle collisioni che coinvolgono veicoli che girano. I freni ABS non sembrano avere alcun effetto nelle collisioni in retromarcia.

Uno studio tedesco ha trovato che i freni ABS possono portare dei cambiamenti nel comportamento sotto forma di velocità più alte e di guida più aggressiva [4]. I risultati possono anche essere in parte dovuti alla mancanza di conoscenza o di affermazioni non corrette tra i conducenti sul modo in cui i freni ABS funzionino realmente [36]. Uno studio inglese per esempio indicava che una ragione per la quale l'ABS non stava realizzando il suo pieno potenziale nel ridurre gli impatti era che molti conducenti ne avevano poca o nessuna conoscenza [16].

Assistenza alla frenata

L'assistenza alla frenata in situazioni di emergenza è una tecnologia che sta diventando standard su alcune nuove automobili ed è proposta dall'industria automobilistica come parte di un pacchetto legislativo dell'Unione Europea sulla protezione dei pedoni. Esso mira ad indirizzare il problema della insufficiente pressione applicata al freno dai conducenti in situazioni di emergenza, aumentando dunque la distanza di sicurezza. Le prove di produzione delle automobili hanno mostrato che i sistemi di assistenza alla frenata possono aiutare fornendo un effetto completo di frenata laddove il conducente non preme sufficientemente forte sul pedale. Nei materiali di marketing, Daimler Chrysler indica che per una macchina che frena a 100km/h il sistema di assistenza alla frenata può ridurre la normale distanza di sicurezza del 45%. I sistemi di assistenza alla frenata possono usare la capacità dell'ABS per permettere una frenata pesante senza il rischio del blocco ruote, ma devono distinguere tra l'emergenza e la normale frenata ed anche rispondere appropriatamente alla pressione ridotta del freno.

Mentre si sono fatte varie stime in prospettiva, l'effetto della riduzione delle vittime del sistema di assistenza alla frenata è stato già scientificamente stabilito [82]. In generale la maggior parte dei dispositivi descritti per il miglioramento dei freni e delle prese interferiscono con il comportamento del conducente, e le questioni dell'accettazione del conducente, la compensazione del rischio e la reazione del conducente quando il sistema è attivato (specialmente negli anziani) sono importanti. Contrariamente alla sicurezza passiva non ci sono metodi standard di valutazione delle prestazioni di sicurezza di questi dispositivi, il che rende difficile stimare i loro benefici potenziali; inoltre, si possono trovare con lo stesso nome diversi sistemi, poiché ogni produttore ha il suo specifico sistema.

Controllo elettronico di stabilità (ESC)

Il controllo elettronico di stabilità (ESC) affronta il problema dello scivolamento e degli urti dovuti alla perdita di controllo su strade bagnate o gelate. Tali dispositivi sono oggi in fase di introduzione nel mercato delle grandi automobili di lusso e sono raccomandati dal EuroNCAP.

Studi di valutazione hanno mostrato che l'ESC può portare a sostanziali riduzioni negli urti che coinvolgono automobili grandi e di lusso. Uno studio svedese nel 2003 ha dimostrato che le automobili equipaggiate con ESC avevano il 22% in meno di possibilità di essere coinvolte in incidenti rispetto a quelle senza, con il 32% e il 38% in meno di incidenti rispettivamente in condizioni di pioggia e neve [146]. In Giappone uno studio ha mostrato che la stabilità elettronica ha ridotto il coinvolgimento in impatti dal 30% al 35% [2]. In Germania uno studio ha indicato una simile riduzione mentre un altro ha mostrato una riduzione degli incidenti da "perdita di controllo" dal 21% al 12% [13]. Se gli stessi benefici si otterranno introducendo l'ESC in automobili più piccole dovrà essere studiato.

Sistemi di rilevamento di incapacità

Esistono diversi sistemi di rilevamento dell'incapacità del conducente, dovuta a eccesso di alcol, sonnolenza, malattia o abuso di droga, che impediscono la partenza del veicolo, avvertono il conducente o hanno una funzione di controllo di emergenza che ferma il

veicolo. Mentre molti sistemi sono a diversi stadi di sviluppo con, in alcuni casi, una fattibilità sconosciuta, una applicazione particolarmente promettente è il sistema alcol-lock.

I sistemi alcol-lock sono sistemi di controllo progettati per evitare la guida con eccessi di alcol nel sangue richiedendo al conducente di soffiare in un etilometro interno all'automobile prima di partire. Il sistema alcol-lock può essere tarato a diversi livelli. Questi sistemi sono stati usati ampiamente nel Nord America in programmi per soggetti che ripetutamente hanno infranto le regole contro l'abuso alcol e, quando usate come parte di uno schema più completo, hanno portato a riduzioni tra il 40% e il 95% del tasso di ripetizione di abuso [vedere il Report 1 del gruppo di lavoro ICADTS]. I sistemi anti alcol sono ampiamente usati in Svezia nei programmi di riabilitazione per coloro che guidano con un tasso alcolemico nel sangue superiore al limite legale e in flotte di automobili governative o di società. Nel 2004 il governo svedese ha deciso che tutti i veicoli comprati o affittati nel 2005 o successivamente, in dotazione al governo, dovessero essere equipaggiati con sistemi anti alcol. Più di 5.000 automobili di società in Svezia sono oggi equipaggiate con sistemi alcol-lock ed il numero sta crescendo rapidamente. Una compagnia di trasporto in Svezia decise di equipaggiare tutti i suoi 4.000 veicoli con i sistemi alcol-lock entro la fine del 2006. L'Associazione delle Scuole Guida svedesi ha predisposto questi sistemi in tutti i suoi 800 veicoli [103].

Sistemi anti-collisione

In Giappone, Stati Uniti e nell'Unione Europea, nell'ambito del programma Esafety della Commissione Europea, si stanno realizzando ricerche sui sistemi di avviso e di prevenzione delle collisioni. Stime molto grandi della potenziale sicurezza di questi sistemi sono state dichiarate a partire da studi di laboratorio, ma la varietà di problemi tecnici e comportamentali coinvolti in molti dei concetti richiedono una valutazione completa su strada. Per essere praticabili la maggior parte dei sistemi proposti richiedono una situazione di traffico ben controllato, come quella che si trova sulle autostrade, ma dove la potenziale riduzione delle vittime è relativamente bassa. Molti sistemi sono in corso di sviluppo:

- Avviso di collisione frontale.
- Sistema di avviso di collisione in senso opposto.
- Controllo adattativo di crociera.
- Dispositivi di mantenimento di corsia.

Implementazione di sistemi intelligenti di trasporto ai fini della sicurezza stradale

I sistemi intelligenti di trasporto (ITS) richiedono una struttura internazionale dettagliata per l'implementazione che attualmente non esiste. Una tale struttura include un lavoro di standardizzazione, lo sviluppo di specificità funzionali per le misure ITS, e degli accordi quadro per la loro messa a punto e uso. Mappe digitali, sensori, che assicurano una appropriata interfaccia uomo-macchina, così come lo sviluppo di protocolli di comunicazione formano parte del processo di sviluppo. Sono problemi fondamentali il pubblico consenso come pure la responsabilità legale per le misure ITS [118][129].

5.1.2 *Misure di proiezione dagli scontri*

Fondamentali problematiche di strutture, compatibilità e contenimento

Cosa succede in un tipico incidente?

La terza legge di Newton stabilisce che “ad ogni azione corrisponde una reazione uguale e contraria”. In uno scontro frontale, il più comune tipo di impatto, un occupante privo di cinture continua a muoversi in avanti alla velocità precedente allo scontro e urta le strutture dell'automobile con una velocità d'impatto simile alla velocità precedente allo scontro. L'uso delle cinture di sicurezza o di altre misure di contenimento aiuta a rallentare il passeggero nello scontro applicando delle forze alle strutture forti dello scheletro del bacino e della cassa toracica, riducendo il rischio di un forte contatto con la struttura dell'automobile e prevenendo l'espulsione dalla stessa.

Come funziona la prevenzione dall'impatto?

La protezione dallo scontro serve a ridurre al minimo le conseguenze dello stesso. Per il passeggero questo significa:

- Tenere il passeggero nel veicolo durante lo scontro.
- Assicurarsi che il compartimento passeggeri non collassi riducendo le forze dell'urto sui passeggeri rallentando i passeggeri stessi o i pedoni in una distanza il più lunga possibile e allargando i varchi il più possibile per ridurre l'effetto delle forze d'impatto.
- Controllare la decelerazione dell'automobile.

Riducendo così il rischio :

- Che un passeggero non trattenuto sia espulso dall'automobile, aumentando così il rischio di ferite mortali
- Che un compartimento passeggeri progettato male riduca lo spazio di sopravvivenza dei passeggeri.
- Che il passeggero si scontri con un compartimento mal progettato o con oggetti sporgenti.

La struttura del veicolo, la sua compatibilità con altri veicoli o oggetti sulla strada, la progettazione e l'uso dei sistemi di trattenuta del veicolo, sono elementi base della progettazione protettiva dagli scontri. Il tipo di contromisure di protezione dagli incidenti usato dipende dalla natura della configurazione dello scontro, per es. la direzione dell'impatto (usando la direzione dell'orologio) e il tipo dei soggetti coinvolti nello scontro.

Strutture

Le protezioni dagli scontri debbono essere fornite per varie parti della struttura dell'automobile che sono colpite in vari tipi di scontro. Gli scontri che più comunemente producono infortuni sono quelli frontali, seguiti da quelli laterali, da quelli posteriori e dai ribaltamenti. I testi legislativi si occupano delle prestazioni delle automobili negli impatti anteriori e laterali. I test EuroNCAP forniscono una graduatoria di prestazione negli scontri frontali e laterali basati su testi legislativi, un test a campione, sub-sistemi di test per pedoni, e ispezioni sugli aspetti degli abitacoli e dei sistemi di ritenuta.

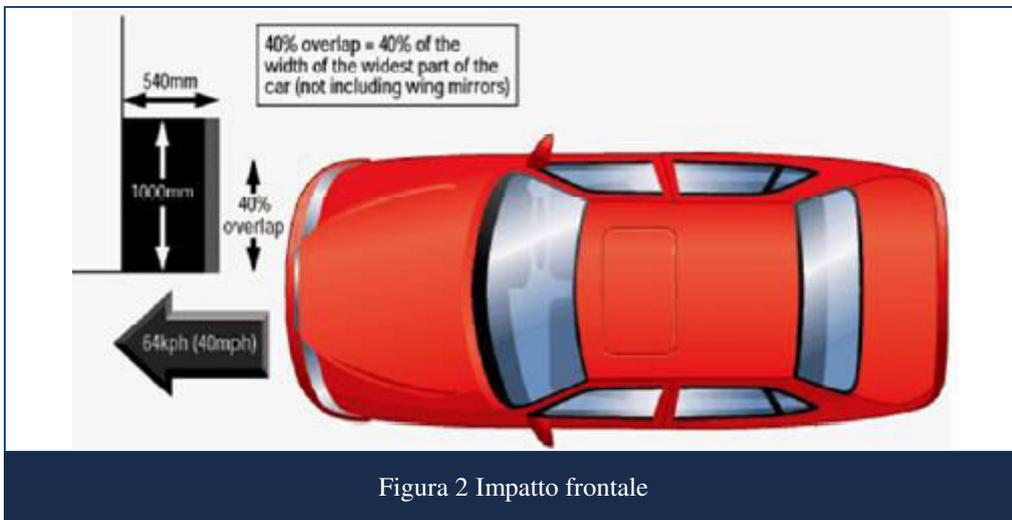


Figura 2 Impatto frontale

L'attuale test previsto dalla legislazione europea è fatto con una barriera deformabile al 40% a 56 km/h. L'attuale test EuroNCAP è svolto a 64 km/h.

Sono stati dati molti suggerimenti per migliorare i test previsti dalla legislazione EEVC. Per i passeggeri il contatto con l'abitacolo, aggravato dalla presenza di intrusioni, è la più grande fonte di lesioni serie o fatali. La recente priorità per la protezione dagli impatti frontali è stata il miglioramento della struttura dell'automobile per sopportare impatti forti con piccole o nessuna intrusione. Senza intrusioni, le cinture di sicurezza e gli airbag hanno lo spazio per decelerare il passeggero con minimo rischio di lesioni.

In altre parti del mondo si utilizza un test di scontro frontale completo per testare i sistemi di ritenuta del passeggero. Entrambi i test sono necessari per assicurare la protezione dei passeggeri dallo scontro (vedi Report Mondiale sulla prevenzione degli infortuni da traffico stradale).

Negli impatti laterali il passeggero sul lato colpito è direttamente coinvolto nell'impatto. Il contatto con l'abitacolo è difficile da prevenire e quindi si tenta di migliorare l'aspetto dell'intrusione e provvedere all'imbottitura e agli airbag laterali.

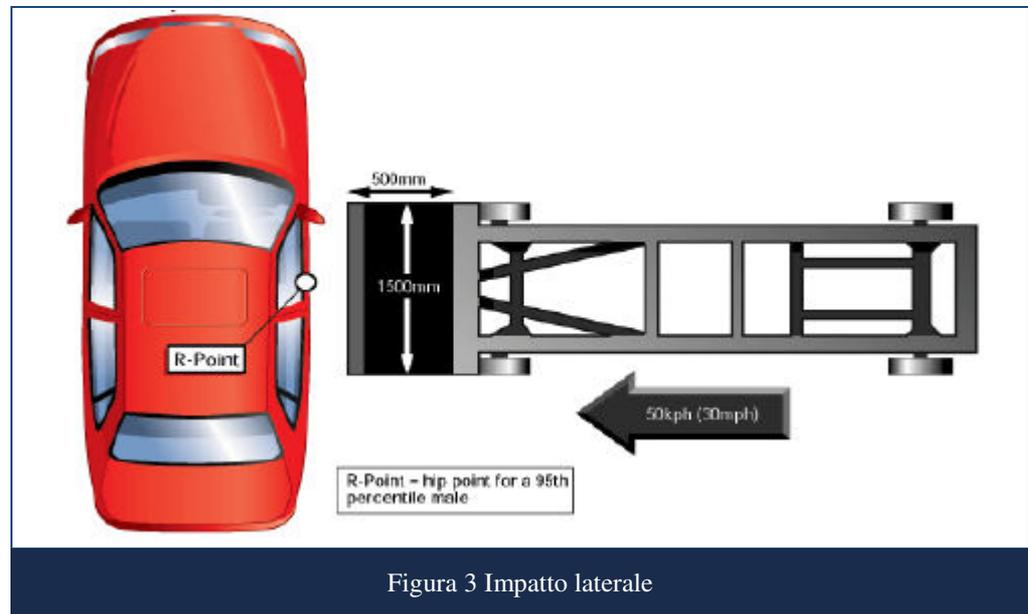


Figura 3 Impatto laterale

La protezione della testa è una priorità nell'impatto laterale che non è stata ancora introdotta nei test previsti dalla normativa EU. Oltre a un test di impatto laterale la EuroNCAP ha un test di punta che incoraggia il miglioramento della protezione della testa negli impatti laterali. Vari suggerimenti sono stati proposti per migliorare i test di impatto laterale EEVC.

Ribaltamenti

- La maggior parte dei ribaltamenti avvengono fuori della carreggiata. Assicurandosi che il passeggero non sia catapultato fuori dall'automobile e che l'automobile non investa oggetti rigidi, i ribaltamenti sono i meno pericolosi dei vari tipi d'impatto.
- Se i passeggeri rimangono completamente dentro l'automobile (assenza di espulsione parziale), hanno un basso tasso d'infortunio se decelerano in un tempo relativamente lungo.
- Il rischio di ribaltamento varia in base ai veicoli a seconda, per esempio, dell'altezza del centro di gravità, delle caratteristiche delle sospensioni e del peso trasportato.
- Programmi di stabilità elettronica possono ridurre alcuni incidenti a singolo veicolo e quelli per perdita di controllo, compresi i ribaltamenti.

Tamponamenti

- I tamponamenti e i colpi di frusta sono problemi seri sia in termini di danni che di costi per la società. Circa il 50% degli incidenti che portano lesioni al collo con conseguenti disabilità si verificano a causa di tamponamenti [102].
- I tamponamenti e gli infortuni da colpo di frusta non sono collegati semplicemente alla posizione del trattenimento della testa, ma dipendono da una combinazione di

fattori relativi sia alla trattenuta della testa sia alla progettazione della spalliera [99]. Tradizionalmente son stati fatti dei tentativi per prevenire infortuni cambiando la geometria del poggiatesta. Un poggiatesta situato a meno di 10 cm dalla testa è più efficace di uno distanziato di più di 10 cm [119][96]. La ricerca sui meccanismi di infortunio al collo dimostra che il comportamento dinamico delle spalliere è uno dei parametri che influenza di più i rischi di infortuni al collo.

- Attualmente sono stati sviluppati diversi tipi di manichini da test e dispositivi per i test per la valutazione degli infortuni da colpo di frusta e procedure per test dinamici e statici sono stati sviluppati ma non applicati [30].

Sono stati presentati negli ultimi dei sistemi tesi alla prevenzione degli infortuni al collo nei tamponamenti, usati in vari modelli di automobili [111] [158]. La valutazione negli incidenti reali ha dimostrato che i sistemi anti colpo di frusta possono ridurre il rischio del 50%; che l'assorbimento di energia nella spalliera riduce l'accelerazione del passeggero ed il rischio di andare incontro a colpo di frusta; e che si possono ottenere ancora maggiori riduzioni del rischio migliorando il design del poggiatesta [101]. Una meta-analisi norvegese indicava che gli effetti dei sistemi WHIPS differiscono in base alla gravità dell'infortunio. I lievi infortuni diminuiscono del 20% , infortuni più gravi del 50% [40].

Compatibilità

La variabile massa di diverse automobili e i diversi tipi di impatti rendono la creazione di protezioni compatibili negli incidenti piuttosto complessa. Mentre molte automobili colpiscono altre automobili sia frontalmente che lateralmente, colpiscono anche oggetti sul ciglio della strada, pedoni o veicoli commerciali. La compatibilità è vista dagli esperti di sicurezza dei veicoli come il prossimo maggior gradino da affrontare per il miglioramento della sicurezza degli occupanti delle vetture EEVC [84] [121].



Figura 4 Compatibilità automobile - automobile

Molte nuove automobili assorbono la loro energia cinetica nelle loro strutture frontali durante gli impatti, evitando così significative intrusioni nel compartimento passeggeri. Ma quando autovetture di differente rigidità si scontrano, l'automobile più dura sfonda e distrugge quella più leggera.

Quando un'automobile ne impatta un'altra, le strutture rigide dovrebbero interagire per minimizzare le lesioni. Attualmente non vi è controllo delle relative rigidità delle parti frontali dei differenti tipi di automobile. Per esempio, c'è bisogno di rendere compatibili i veicoli sportivi con le più piccole autovetture, che costituiscono la maggior parte dei veicoli circolanti sulle strade d'Europa.

La questione della geometria e dell'abbinamento delle strutture è importante anche per fornire una migliore compatibilità, e per prevenire la sovrastrutturazione e la sottostrutturazione dei differenti oggetti dei veicoli. L'EEVC sta sviluppando dei test procedurali per migliorare la compatibilità automobile-automobile sia per gli incidenti fronte/frontera che per quelli fronte/lato e il programma di ricerca finanziato dall'Unione Europea fondato a livello europeo "VC Compact" sta coordinando la ricerca internazionale.

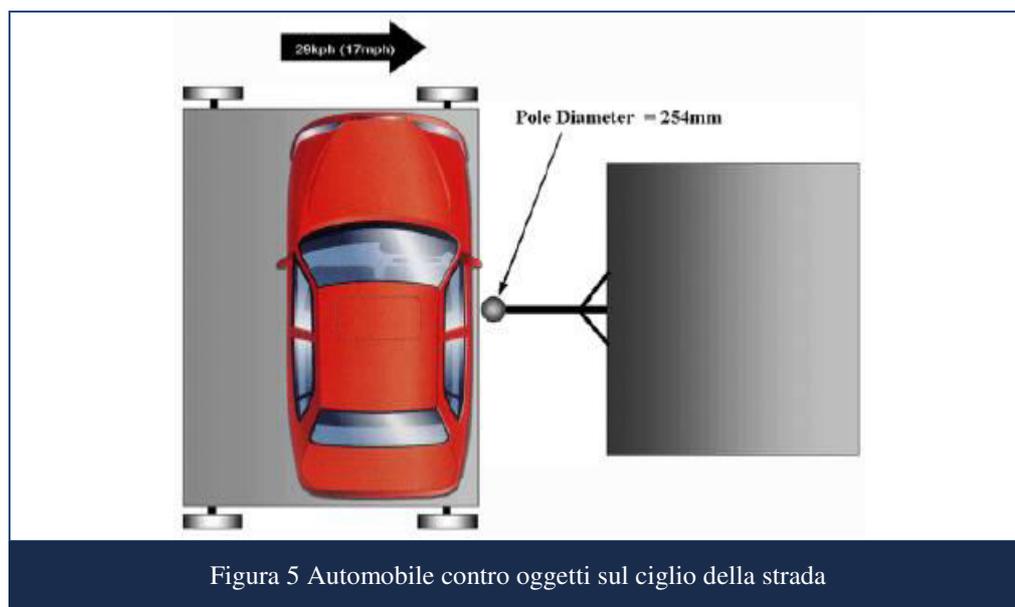


Figura 5 Automobile contro oggetti sul ciglio della strada

Gli impatti con oggetti sul ciglio della strada come i pali causano il 18%-50% delle morti degli occupanti dei veicoli nei paesi europei.

L'attuale legislazione richiede solo l'uso dei crash test con barriere che rappresentino gli impatti macchina/macchina. Un test macchina/palo è praticato nella coordinazione [EuroNCAP](#) ed è richiesto per la progettazione dell'automobile e di barriere protettive.

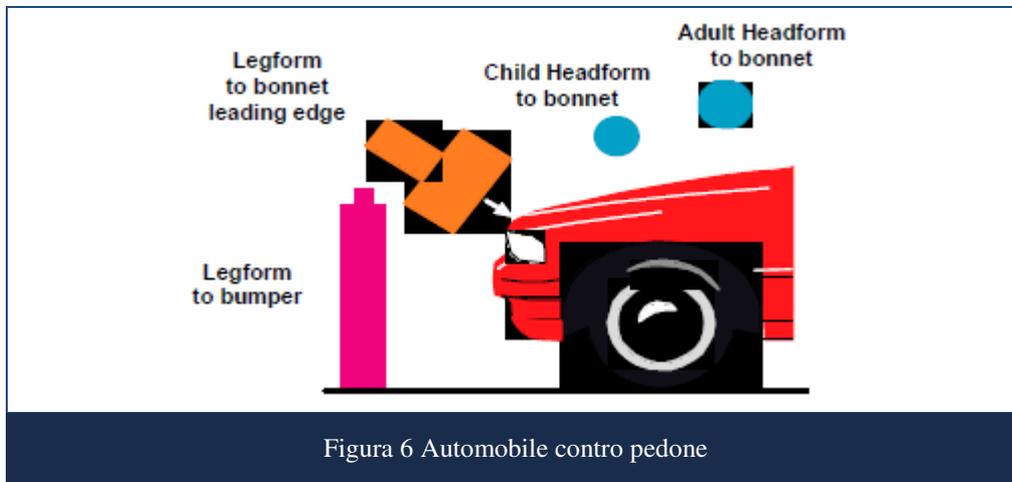


Figura 6 Automobile contro pedone

Molti pedoni deceduti in incidente sono colpiti dalla parte frontale dell'automobile. Sono stati ideati dall'EEVC quattro sub-sistemi di test per testare la parte frontale dell'automobile che è fonte di infortuni seri o mortali per i pedoni.

Il test a 40 km/h comprende:

- Un test del paraurti per prevenire serie fratture alle gambe e alle ginocchia.
- Un test del bordo anteriore del cofano per prevenire fratture al bacino e al femore negli adulti e infortuni alla testa per i bambini.
- Due test che coinvolgono il vertice del cofano per prevenire infortuni alla testa pericolosi per la vita.

L'adozione di questi test impegnativi potrebbe evitare annualmente il 20% delle morti e delle lesioni gravi agli utenti vulnerabili della strada nei paesi europei [Commissione Europea 2003]. Recenti minori emendamenti dei test EEVC sono stati proposti seguendo una studio di fattibilità finanziato dalla Commissione Europea [107].

“Bullbars” (strutture sporgenti sulla parte frontale dei fuoristrada): La Commissione Europea ha proposto azioni per prevenire l'installazione di “bullbars” aggressivi sulla parte frontale delle automobili.



Figura 7 Automobile contro veicolo pesante

Le protezioni “under-run” per la parte frontale ed posteriore sui camion è un consolidato strumento di protezione “under-running” delle automobili (nel caso in cui una macchina finisca sotto il camion con risultati disastrosi per i passeggeri, per via della mancata corrispondenza delle altezze dell’automobile rispetto al lato e alla parte frontale del camion). Similmente, la protezione laterale sugli autocarri evita che i ciclisti vengano travolti.

Esistono requisiti legislativi per protezioni anteriori rigide. Una parte frontale, posteriore e laterale con protezioni “under-run” che assorbono l’energia possono ridurre le morti negli impatti automobile/camion di circa il 12% [Knight, 2001]. Ricerche mostrano che i benefici di una specificazione obbligatoria potrebbero superare i costi, anche se gli effetti sulla sicurezza di queste misure fossero più bassi del 5% [37].



Figura 8

Contenimento

Il contenimento dei passeggeri è la caratteristica più importante per la sicurezza nelle automobili e molte progettazioni protettive degli incidenti si basano sulla premessa che verranno usate le cinture di sicurezza.

Negli ultimi dieci anni i sistemi di contenimento montati in molte nuove automobili prevedono le cinture di sicurezza, gli airbag frontali, così come il sistema di pre-tensione delle cinture e i limitatori di forza delle cinture che hanno fatto molto per migliorare la protezione fornita dalle stesse. Misure per incrementare l'uso dei contenimenti mediante la legislazione, l'informazione, il controllo e piccoli reminder acustici per le cinture di sicurezza sono centrali per migliorare la sicurezza dei passeggeri [vedere il Report Mondiale sulla Prevenzione degli incidenti stradali].

Cinture di sicurezza, reminder delle cinture di sicurezza, sistemi di contenimento intelligenti

Le cinture di sicurezza riducono il rischio di infortuni seri o fatali tra il 40% e il 60% [per una rassegna di studi vedere il Report Mondiale sulla Prevenzione degli incidenti stradali]. Tipicamente, le cinture di sicurezza forniscono la migliore protezione dagli impatti frontali, dai ribaltamenti e dagli impatti laterali per gli occupanti del lato non colpito. Mentre le cinture di sicurezza sono generalmente molto usate nel traffico normale in molte parti d'Europa, il loro uso negli incidenti mortali si è dimostrato inferiore del 30%-50%. Le cinture di sicurezza, il loro ancoraggio e il loro uso sono coperti dalla legislazione e dagli standard europei [vedere Commissione Europea].

I reminder per le cinture di sicurezza sono dispositivi intelligenti, visivi o sonori che individuano quando e se le cinture vengono usate nei vari posti a sedere e lanciano urgenti segnali di avviso finché le cinture non vengono usate. EuroNCAP ha sviluppato specifici reminder per le cinture di sicurezza e incoraggia la loro installazione. Di tutti i veicoli testati dall'EuroNCAP sin dal 2003, il 72% possiede reminder per le cinture di sicurezza. In Svezia è stato stimato che i reminder installati in tutte le automobili potrebbero ridurre le morti dei passeggeri di circa il 20%. Forniscono una economica alternativa al controllo della polizia con un rapporto costi/benefici di 6:1.

Airbag frontali

Gli airbag frontali vengono montati volontariamente dai produttori di automobili nella maggior parte delle nuove automobili europee, nonostante il loro uso sia richiesto obbligatoriamente in altre regioni come ad esempio negli USA.

Efficacia: gli airbag posto conducente e posto passeggero riducono il rischio di incidenti mortali del 68% quando combinati con l'uso delle cinture di sicurezza [23]. Gli airbag non offrono protezione in tutti i tipi di impatto e non riducono il rischio di espulsione dal veicolo. Non sono dei sostituti delle cinture di sicurezza, ma sono progettati per lavorare assieme a loro. La stima della generale efficacia degli airbag frontali nella riduzione delle morti in tutti i tipi di incidenti varia dall'8% al 14% [77].

Problematiche: alcune delle misure protettive fornite dagli airbag che sono stati progettati per adulti seduti nelle posizioni regolari possono causare grossi problemi ai bambini seduti sui seggiolini e ad adulti in posizioni non convenzionali. I conducenti più piccoli che siedono vicino al volante rischiano di essere infortunati dall'esplosione dell'airbag. Il rischio di infortuni aumenta più il conducente è seduto vicino al volante ed alcune ricerche mostrano che questo si riduce se la distanza è di almeno 25 cm. Devono essere montate sulle automobili etichette di avviso per evitare l'installazione dei seggiolini

per i bambini rivolti all'indietro ed in alcune automobili adesso vi sono dispositivi per il rilevamento automatico dei seggiolini e di occupanti fuori posto o un comando manuale per spegnere il sistema di airbag del posto passeggero.

Airbag di protezione per la testa

Gli airbag per la protezione della testa ultimamente stanno aumentando e aiutano a fornire protezione alla testa contro urti con l'abitacolo interno e con strutture esterne all'automobile. La loro introduzione, in combinazione con gli airbag per la protezione del torso, offre la possibilità di fornire protezione contro i pilastri rigidi B (i pilastri rigidi in mezzo al compartimento passeggeri). Si stanno portando avanti controlli sull'efficacia delle protezioni alla testa nella riduzione degli infortuni.

Airbag laterali

Le attuali ricerche sono inconcludenti riguardo le prestazioni degli airbag laterali negli incidenti anche se sono progettati per proteggere i passeggeri da questo tipo di impatti. Non vi sono dati di studi che dimostrino una maggiore riduzione degli infortuni e vi sono alcuni indicatori di lesioni procurate dagli airbag [114] [160].

Sistema di contenimento intelligente

I sistemi di contenimento intelligenti sono componenti restrittivi o sistemi che adattano la loro geometria, prestazione o comportamento per adattarsi ai vari tipi di impatto e/o alle posizioni degli occupanti e ai passeggeri stessi. Nessuno dei sistemi odierni adatta le sue caratteristiche alle persone che devono essere protette, e questo è un problema chiave per il futuro e necessita di maggiori ricerche biomeccaniche. Ad oggi, la maggior parte degli attuali sistemi di contenimento sono destinati a ridurre la potenza di gonfiamento e l'aggressività del sistema frontale di airbag. Il futuro fa molte promesse riguardo ai sistemi intelligenti che possano identificare variabili come il fisico dei passeggeri ed il loro posizionamento, ciò fornirebbe una protezione dagli impatti più su misura. L'obiettivo del progetto della Commissione Europea PRISM è di facilitare uno sviluppo efficace e efficiente dei "sistemi di contenimento intelligenti".

Contenimento dei bambini

I bambini nelle automobili necessitano di appropriati sistemi di contenimento per la loro età e taglia. Molti tipi di sistemi di contenimento per bambini sono utilizzati in Europa. Questi includono: trasportino per bambini, seggiolini, sedili imbottiti e cuscini imbottiti. I trasportino sono posizionati all'indietro rispetto al senso di marcia fino all'età di 9 mesi. I seggiolini sia rivolti verso avanti che verso dietro rispetto al senso di marcia sono utilizzati per bambini tra i 6 mesi e i 3 anni. I cuscini e i sedili vengono usati rivolti verso avanti fino ai 10 anni. Tutti le tipologie sono coperte dagli standard europei.

Efficacia: L'uso di sistemi di contenimento rivolti all'indietro fornisce la migliore protezione e dovrebbero essere utilizzati fino alla maggiore età possibile (purché non siano usati vicino all'airbag del posto passeggero anteriore). I sistemi rivolti all'indietro hanno dimostrato di ridurre gli infortuni tra 90% e il 95 %, mentre i sistemi rivolti in avanti hanno dimostrato di ridurre gli effetti degli infortuni approssimativamente del 60% [148] [156]. L'uso dei seggiolini di sicurezza per bambini riducono le morti infantili sulle automobili approssimativamente del 71% e le morti dei bambini del 54% [116].

Problemi: L'incremento dell'uso dei sistemi di contenimento del bambino è l'azione più importante nei paesi in cui la media di uso risulta bassa. L'uso scorretto dei sistemi di contenimento del bambino è stato identificato come uno dei maggiori problemi in molti Stati Membri europei dal momento che la maggior parte dei sistemi di contenimento del bambino non sono prodotti dai produttori di automobili e non sono integrati nella progettazione originaria dell'automobile. Un'altra area problematica per tutti i sistemi di contenimento del bambino è l'impatto laterale. EuroNCAP ha mostrato la capacità limitata degli attuali contenimenti nel vincolare il movimento della testa del bambino e prevenire il contatto con l'interno dell'automobile. La procedura per un test di impatto laterale per i sistemi di contenimento del bambino si sta sviluppando nell'ISO TC22/SC12/WG1.

Euro NCAP ha sviluppato una classificazione di protezione per bambini per incoraggiare il miglioramento della progettazione. Vengono assegnati dei punti se sono forniti gli ancoraggi del sistema universale ISOFIX per diversi tipi di contenimenti e per la qualità delle etichette di avviso o per la presenza di sistemi di disattivazione degli airbag frontali.

Contenimenti posteriori

I posti posteriori delle automobili sono occupati meno frequentemente di quelli frontali e la gravità dell'infortunio è generalmente più bassa se le cinture di sicurezza sono indossate. I passeggeri seduti nel retro delle automobili sono meno esposti a problemi di intrusione così che, migliorando la resistenza all'intrusione nei compartimenti dei passeggeri, probabilmente si fornisce un beneficio minore agli occupanti dei posti posteriori, particolarmente ai bambini. Non ci sono test legislativi o crash test che coprano la protezione contro gli impatti dei passeggeri seduti al posteriore o le prestazioni dei sistemi di contenimento.

Contenimenti per la testa

Il rischio di infortuni da colpo di frusta è relativo sia al contenimento per la testa sia alla progettazione e ai test dinamici delle spalliere [99]. La valutazione negli incidenti reali ha mostrato che un sistema efficace anti colpo di frusta può ridurre la media di questo infortunio del 50%; che l'assorbimento di energia della spalliera può ridurre l'accelerazione del passeggero e il rischio di subire un colpo di frusta; e ulteriori riduzioni nel rischio di infortunio potrebbero essere ottenute con il miglioramento della geometria dei contenimenti della testa [101]. Un poggiatesta situato a meno di 10 cm dalla testa si è dimostrato più efficace di quello a una distanza di più di 10 cm [119] [96]. La maggiore protezione è fornita da:

- Una posizione verticale corretta. Il vertice del poggiatesta deve se possibile essere alla stessa altezza del vertice della testa. Il minimo è proprio al livello delle orecchie.
- Una distanza orizzontale corretta tra la testa e il poggiatesta. Deve essere più piccola possibile: in ogni caso meno di 10 cm e preferibilmente meno di 4 cm.

La media dei contenimenti per la testa, basata sulle misurazioni statiche della geometria di contenimento della testa, usando il dispositivo di misurazione di contenimento della testa [80], è usata dall'industria assicurativa nel mondo [142].

Protezioni della testa, delle ginocchia e delle gambe dei passeggeri

Infortunati alla testa

La testa è la principale priorità per la protezione. Sebbene le cinture di sicurezza e gli airbag frontali offrano protezione, essi non prevengono il contatto con l'interno dell'automobile in tutti gli scenari di impatti. Per esempio, gli impatti frontali angolari presentano un rischio considerevole di infortunio alla testa, dal momento che i sistemi attuali di contenimento e di airbag non possono prevenire il contatto con parti dell'automobile come i pilastri del parabrezza. Le superfici interne che possono essere impattate con la testa devono essere imbottite e l'idea di un test interno per la testa è stata proposta come strumento potenziale dagli esperti europei della sicurezza del veicolo [84]. Il test EuroNCAP su pali, comunque, incoraggia l'incremento degli airbag per la testa nelle nuove automobili.

Infortunati al ginocchio

Attualmente, non c'è nessuna strumentazione fittizia o dati biomeccanici nei test legislativi che copra i danni al ginocchio dovuti ad impatto diretto. Inoltre, non c'è nessun test procedurale per testare tutto il potenziale impatto del ginocchio nell'area del cruscotto. Fonti di infortunio al ginocchio sono incluse nel procedimento di ispezione dell'EuroNCAP che forma parte dell'analisi dei tassi di sicurezza.

Altre problematiche – sistemi di soccorso

I sistemi di notifica di emergenza o sistemi "Mayday" hanno lo scopo di ridurre il tempo tra l'impatto e l'arrivo dei primi soccorsi medici. Migliorando il trasferimento delle informazioni tra il medico che si occupa del trauma e il personale medico di emergenza, essi hanno l'obiettivo di una cura più veloce e più appropriata. Nel 2000, Autoliv e Volvo hanno introdotto uno dei primi sistemi di sicurezza post-impatto al mondo.

La notifica automatica dell'incidente (eCall), in corso di sviluppo, riprende i benefici di sicurezza dei sistemi Mayday ed in più fornisce al personale di emergenza dati riguardo alla gravità degli infortuni. Uno studio finlandese ha stimato che un tale sistema potrebbe ridurre tra il 4% e l'8 % le morti sulle strade e il 5%-10 % delle morti di passeggeri di moto veicoli in Finlandia [155].

5.2 Motocicli

L'uso del motociclo è il più pericoloso modo di trasporto stradale. Più di 6.500 utenti di veicoli a due ruote motorizzate muoiono ogni anno nell'UE (15) e il rischio di morte dei motociclisti è 20 volte maggiore rispetto a quello dei passeggeri delle automobili. I motocicli tendono ad avere un più alto rapporto potenza/peso rispetto alle automobili e un crescente numero di motocicli è capace di altissime velocità e accelerazioni. Al di là della loro instabilità, paragonata con altri veicoli motorizzati, quelli a due ruote, per via della loro taglia e forma, sono meno facili da vedere e hanno poca visibilità diurna. Vari tentativi sono stati fatti per migliorare la stabilità generale del motoveicolo attraverso concetti come il BMW C1.

Nel Report Mondiale, l'Organizzazione Mondiale della Sanità e la Banca Mondiale hanno suggeriti che bisognerebbe evitare l'adozione di politiche che possano incoraggiare l'aumento del traffico di motocicli avvantaggiando i loro utenti. La ricerca mostra che oltre alla gestione dell'esposizione al rischio, l'ingegneria del veicolo e le misure di equipaggiamenti protettivi giocano un ruolo particolarmente importante nel ridurre gli infortuni e gli impatti tra gli utenti dei motocicli.

Nonostante gli alti rischi associati all'uso del motociclo relativamente poche ricerche sono state realizzate riguardo alla progettazione della sicurezza del motociclo. Comunque con l'aumento della popolarità di questo modo di trasporto e con l'aumento delle morti ad esso associate si da oggi dando particolare attenzione a livello europeo e nazionale.

5.2.1 *Misure di esposizione*

Restringere le capacità del motore per i motociclisti novizi da 250cc a 125cc, insieme ad un limite massimo di potenza (a 9 kW) si sono dimostrate misure di successo nel Regno Unito agli inizi degli anni '80. Molti motociclisti inesperti su veicoli meno potenti portano ad una riduzione stimata del 25% di morti tra i giovani motociclisti. Il rischio di impatto significativamente più serio è associato a motocicli più grandi anche quando questi mezzi sono guidati da persone esperte [15].

Comunque, molti studi sulle relazioni tra la taglia del motore e il rischio di impatto, hanno fallito nel controllo delle variabili, il che ha influenzato significativamente i risultati degli studi [129] [36]. Per esempio uno studio di Ingebrigtsen (1990), ha mostrato solo deboli effetti della potenza del motore, quando un insieme di altre variabili che influenzano il tasso di incidenti è stato considerato.

Il Giappone impone limiti, per ragioni di sicurezza, sulla potenza del motore e sulle prestazioni dei grandi motocicli usati normalmente. Per la maggior parte dei motocicli esportati, la potenza di 75-90 cavalli (56-67 kw) o anche di 130 cavalli (97kw) è comune assieme a una velocità che raggiunge circa i 322 km/h [128].

5.2.2 *Misure per evitare gli incidenti*

Luci diurne

L'obiettivo dell'uso obbligatorio delle luci diurne per i motocicli è quello di ridurre il numero di scontri rendendo più facile la vista degli stessi nel traffico. L'uso delle luci diurne (in genere a basso raggio) è obbligatoria in molti paesi europei (es. Austria, Germania, Belgio, Francia, Spagna e Portogallo). Alcuni di questi richiedono che sia l'utente ad accendere le luci.

Sono stati sviluppati degli standard europei per le luci diurne per i motociclisti. I nuovi motocicli vengono sempre più realizzati con luci diurne che si accendono automaticamente all'accensione. Ricerche indicano che due lampade o lampade con un diametro di oltre 180 mm sono più efficaci di una singola lampada o di lampade più piccole [25].

L'uso delle luci diurne da parte dei motociclisti ha ridotto gli scontri dovuti alla visibilità in diversi paesi tra il 10% e il 16%. In Europa i motociclisti che usano luci diurne hanno un tasso di scontri inferiore di circa il 10%. In Austria il DRL automatico riduce il numero di motociclisti infortunati di circa il 16% [12]. Una stima del rapporto costi-benefici nell'uso di luci diurne è di circa 1:5,4 per i ciclomotori e 1:7,2 per i motocicli [36].

Sistema anti-bloccaggio dei freni

I sistemi di frenaggio aggressivo delle ruote anteriori in uso ad oggi sono importanti per migliorare le prestazioni di guida. Comunque, in caso di frenata d'emergenza possono causare il bloccaggio della ruota anteriore e la caduta del pilota dal motociclo. Il freno anti-bloccaggio può prevenire il bloccaggio della ruota anteriore e aiutare a mantenere la stabilità. Una stima prospettica suggerisce che l'ABS può ridurre il numero delle vittime degli incidenti almeno del 10% [137]. Tipicamente, questi sistemi sono disponibili sui modelli più costosi di motocicli.

Come parte del suo impegno per la Carta Europea della Sicurezza Stradale la Honda si è impegnata ad aumentare l'installazione di sistemi di frenata avanzati (sistemi in cui sia il sistema anti-bloccaggio (ABS) che un Sistema di Frenata Combinato (CBS) sono presenti) perciò dal 2007, la maggior parte dei suoi veicoli a due ruote saranno equipaggiati (sia come equipaggiamenti standard che opzionali, a secondo del modello) con i sistemi di frenata avanzati della Honda.

5.2.3 Misure di protezione dagli impatti

Obbligo dell'uso del casco

Circa l'80% dei motociclisti uccisi sulle strade europee subisce impatti alla testa e in metà dei casi l'infortunio alla testa è quello più serio. I caschi per motocicli hanno lo scopo di proteggere dagli infortuni alla testa in caso di impatto e di ridurre la serietà di alcuni infortuni. I caschi integrali forniscono una protezione migliore degli altri [\[vedere EEVC Rassegna sulla Sicurezza dei Motocicli\]](#). I caschi possono ridurre gli incidenti mortali di circa il 44%.

Tabella 2 Effetti nella riduzione degli infortuni dell'uso del casco per piloti di ciclomotori e motociclisti (Elvik e Vaa, 2004)

Infotorni settantenni	Variazione percentuale del numero di feriti		
	Tipo di infortunio subito	Migliore stima	95% intervallo di confidenza
Infotorni mortali (3%)	Infotorni alla testa	-44	(-55; -32)
Infotorni seri (17%)	Infotorni alla testa	-49	(-58; -39)
Infotorni minori (80%)	Infotorni alla testa	-33	(-41; -25)
Tutti gli infortorni (100%)	Infotorni alla testa	-44	(-22; -41)
Infotorni di tutti i livelli	Esclusi quelli alla testa	-8	(-22; +8)
Infotorni di tutti i livelli	Tutti i tipi di infortorni	-25	(-30; -20)

Solo l'obbligatorietà legislativa dell'uso del casco può far raggiungere elevati livelli di riduzione degli infortorni. Una meta-analisi degli studi – soprattutto degli Stati Uniti, dove molte leggi sui caschi sono state introdotte nel periodo tra il 1967 e il 1970 (metà delle quali sono state ripetute tra il 1976 e il 1978) – dimostra che l'obbligatorietà di indossare il casco riduce il numero degli infortorni ai piloti di ciclomotori e di motociclisti del 20%-30%. L'analisi degli effetti delle leggi che abrogano l'obbligo del casco dimostra che il loro ritiro crea il 30% dei morti in più, e aumenta del 5%-10% gli infortorni ai motociclisti e ai piloti di ciclomotori [\[36\]](#). In Europa, una valutazione dell'uso del casco e degli infortorni traumatici al cervello, prima e dopo l'introduzione della legislazione, nella regione Emilia-Romagna in Italia, ha mostrato che l'uso del casco è aumentata da una media di meno del 20% nel 1999 fino al 96% del 2001, e che è stata una misura efficiente per prevenire le lesioni traumatiche al cervello per tutte le fasce di età [\[132\]](#).

Valutazioni economiche sull'obbligatorietà dell'uso del casco indicano che l'uso dello stesso per piloti di ciclomotori e motociclisti ha un rapporto costi-benefici intorno a 1:7 (Norvegia), risultato confermato da una analisi costi-benefici Americana [36].

Alcune ricerche hanno dimostrato che gli attuali caschi sono troppo rigidi e troppo elastici, con un massimo assorbimento dell'energia d'impatto ad alta velocità da parte del rivestimento che rende elevate le probabilità di morte. Gusci e rivestimenti dei caschi dovrebbero essere meno rigidi per fornire un maggiore assorbimento dell'energia durante gli impatti, più prevalenti, a basse velocità laddove il beneficio derivato dalla presenza del casco può essere realizzato più efficacemente [33]. L'azione di ricerca europea COST 327 sui caschi per motocicli riporta che i miglioramenti della progettazione dei caschi possono salvare più di 1.000 vite all'anno in Europa. Una regolamentazione UN ECE esiste, ma ha sostituito lo standard inglese 6658 che includeva test sulla rotazione e sulla mentoniera ritenuta necessaria a seguito di importanti ricerche sugli infortuni [33].

Airbag per il torace

Nelle collisioni frontali il pilota continua a muoversi in avanti in posizione seduta e colpisce l'oggetto opposto a una velocità vicina a quella prima dell'impatto. Questi incidenti sfociano spesso in incidenti mortali o infortuni gravi alla testa e per la parte superiore del corpo del motociclista.

Mentre fornire di airbag per i motocicli è più complesso che installarli nelle automobili, perché le dinamiche di un incidente motociclistici sono più difficili da prevedere, i primi crash test con airbag per motocicli (1973) indicavano che un sistema di airbag può produrre benefici negli impatti frontali. Nei primi anni '90 venivano realizzati nel Regno Unito test in cui tre differenti tipi di motocicli venivano equipaggiati con airbag [81]. I risultati hanno dimostrato che il completo contenimento era impossibile al di sopra delle 30 miglia orarie, nonostante ridurre la velocità e controllare la traiettoria del pilota possa fornire benefici. Ulteriori lavori sono stati portati avanti dal TRL inglese e dalla Honda durante gli anni '90.

Nel 2004, la Honda ha annunciato di aver sviluppato la prima produzione di un sistema di airbag per motocicli disponibile nel 2006 sui motocicli Gold Wing [\[vedere il Sistema Honda per gli airbag\]](#). Il modulo di airbag, che contiene l'airbag e il sistema di gonfiaggio, è posizionato davanti al pilota. Nell'airbag una unità posizionata alla destra del modulo analizza i segnali del sensore degli urti e determina quando si debba o meno gonfiare l'airbag. Quattro sensori d'impatto attaccati ai lati della forcella frontale individuano i cambiamenti di accelerazione causati dagli impatti frontali.



Figura 9

Protezione per le gambe

Le lesioni alle gambe per i motociclisti riguardano approssimativamente l'80% di tutti gli incidenti. In tutte le collisioni nelle quali il motociclista viene colpito lateralmente da una macchina o da altri soggetti, le forze coinvolte impattano direttamente le gambe.

In questo campo sono state svolte molte ricerche che hanno dimostrato che la protezione per le gambe riduce quelle lesioni che dipendono dallo scontro diretto del conducente contro il lato del motociclo durante l'impatto [87]. Alcuni studi hanno mostrato diverse possibilità di ottimizzazione della protezione delle gambe [21] [20]. Sono stati anche svolti degli studi sugli airbag a protezione delle gambe [136] [135]. Nairn [115] ha calcolato che la gravità delle lesioni alle gambe sarebbe ridotta nel 50% circa degli scontri con gravi lesioni alle gambe in caso di uso della protezione. E' opportuno svolgere ulteriori studi in questo campo per assicurarsi che la protezione delle gambe non cambi la traiettoria del pilota con conseguenti effetti negativi [84].

Abbigliamento protettivo

Molti piloti subiscono lesioni ai tessuti molli dovuti all'impatto con la strada e di conseguenza sono stati sviluppati sistemi di abbigliamento protettivo. Oggi esiste uno standard europeo CEN per promuovere più elevati livelli di efficacia dell'abbigliamento (EN 13594 guanti; EN 13595-1 bis giubbotti, pantaloni e tute intere EN 13643 scarpe). Si usa un "drop-test" per misurare la resistenza all'impatto. Si usano sistemi speciali di protezione per spalle, gomiti, braccia e torace e protezioni posteriori speciali sono usate per proteggere la colonna vertebrale.

Un esame della letteratura dimostra che una migliore progettazione e un maggiore uso di indumenti protettivi potrebbe dare un contributo significativo alla diminuzione della gravità delle lesioni dei motociclisti (Elliot et al., 2003) Gli indumenti protettivi possono:

- Prevenire molte lesioni da lacerazione e abrasione che si verificano quando un pilota scivola sulla superficie stradale dopo essere caduto.
- Prevenire la contaminazione della sporcizia della strada sulle fratture esposte.
- Ridurre la gravità delle contusioni e delle fratture con la prevenzione di alcune fratture e danni collaterali.

- Ridurre la gravità (o prevenire) di strappi muscolari e danni alla pelle, particolarmente per le parti basse delle gambe e le mani.
- Prevenire gli urti massimizzando la cospicuità del pilota.
- Prevenire gli urti mantenendo il pilota in buone condizioni psicologiche e fisiologiche tenendolo caldo, comodo e sveglio [33].

La selezione di singoli capi di abbigliamento e del loro uso combinato è basata sulle seguenti considerazioni:

- L'abbigliamento deve proteggere dal freddo, dal caldo e dalla pioggia anche quando durano a lungo.
- Cadute ed impatti sono comuni in ogni tipo di guida, anche fuori strada eccetto sulle autostrade. La gravità delle collisioni dipende dalla superficie colpita. Comunque non essendo possibile controllare dove un dato pilota si troverà in un dato momento, l'abbigliamento dovrà soddisfare ogni esigenza.
- Un set di abbigliamento può essere acquistato da fonti diverse. E' importante informare sulla compatibilità dei capi. Per esempio non ci deve essere distacco tra pantaloni e scarpe.
- La superficie esterna dovrà essere compatta anche sotto la pioggia.

L'abbigliamento dovrebbe essere progettato per soddisfare tutte le necessità del motociclista ed in particolare la libertà dei movimenti.

5.3 Veicoli pesanti

I veicoli pesanti sono quelli che pesano più di 3.500 kg (veicolo più carico). I veicoli pesanti sono molto coinvolti in incidenti mortali perché la loro massa porta a gravi conseguenze per altri utenti della strada. Per questo e per l'aumento della circolazione di mezzi pesanti da trasporto a livello internazionale negli ultimi venti anni, la sicurezza dei mezzi pesanti continua ad essere strettamente regolamentata nei paesi più attenti alla sicurezza stradale e le azioni da parti dei trasportatori sono incoraggiate. La regolamentazione obbligatoria a livello europea è stata fino ad oggi limitata e, anche se esistono standard tecnici, tendono ad essere opzionali. Comunque, si discute se includere bus e camion nel sistema europeo di approvazione di tutti i tipi di veicoli, insieme ad autovetture e motocicli.

5.3.1 Misure contro gli scontri

Limitazione della velocità

Si è stimato che la limitazione automatica della velocità attraverso l'installazione di regolatori di velocità per i veicoli pesanti contribuirebbe ad una riduzione degli incidenti con lesioni di circa il 2% [35].

Nei paesi dell'Unione Europea l'applicazione di un limite di velocità interno al veicolo è richiesta inizialmente per un limite di 90 km/h per i veicoli commerciali sopra le 12 tonnellate dal 1992, successivamente l'applicazione fu ampliata nel 2002 a tutti i veicoli

commerciali oltre le 3,5 tonnellate (dal 1° gennaio 2005 per tutti i veicoli nuovi e dal 1° gennaio 2006 per quelli in circolazione) [Direttiva EC 2002/85].

Visibilità e cospicuità

Specchi retrovisori

Ogni anno un gran numero di persone, per lo più utenti vulnerabili della strada, muoiono o rimangono gravemente feriti a causa di camion che girano a destra. Analisi approfondite degli incidenti hanno dimostrato che la visuale ridotta del conducente per vedere pedoni e ciclisti è un fattore di rischio particolarmente significativo durante le manovre o le inversioni di marcia. La Commissione Europea ha stimato che circa 500 decessi sono causati annualmente sulle strade dell'EU.

Nel 2003, il Parlamento Europeo e il Consiglio hanno adottato la Direttiva 2003/97/EC sugli specchietti retrovisori e sui sistemi supplementari di visione indiretta per veicoli. La direttiva serve a migliorare la sicurezza degli utenti stradali migliorando le prestazioni degli specchietti ed accelerando l'introduzione di nuove tecnologie che migliorano il campo della visione indiretta per piloti di taxi, bus e camion. La direttiva fu migliorata con la 2005/27/EC che estende l'installazione di specchietti a larga visuale a più tipi di veicoli.

In Belgio e Olanda è obbligatorio dotare i camion in circolazione con specchietti retrovisori ciechi o camere. La Commissione Europea nel suo Programma di Azione per la Sicurezza Stradale ha annunciato che, insieme all'obbligo di specchietti retrovisori ciechi per i nuovi veicoli, avrebbe accertato i costi e benefici di una direttiva per l'installazione degli specchietti nei veicoli già circolanti. Questo studio è stato completato. Ha stimato benefici quattro volte superiori ai costi per l'installazione di specchietti retrovisori ciechi laterali sui veicoli pesanti esistenti [vedi le ultime notizie sulla attività della EU in questo settore].

Segnali catarifrangenti: Analisi approfondite sugli incidenti mostrano che circa il 5% degli incidenti gravi con camion coinvolti possono essere dovuti alla scarsa visibilità dei rimorchi di notte, quando i conducenti di automobili non vedono i camion che girano, invertono la marcia o transitano davanti a loro. Molti studi hanno dimostrato che i camion possono essere resi più visibili mediante segnali sui fianchi o sul posteriore o con l'uso di segnali retro riflettenti [105]. Attualmente, lo standard europeo ECE-Regulation 104 (gennaio 1998), che si riferisce alla visibilità dei veicoli lunghi o pesanti e dei rimorchi, è opzionale.

5.3.2 Frenata e manovra

I dispositivi di stabilità elettronici, negli incidenti da perdita di controllo dovuti alla elevata velocità o alle sterzate o alla guida in curve strette o a distrazione, il camion o il rimorchio può scivolare o tagliare la strada. Le ricerche indicano che i dispositivi elettronici di stabilità per camion possono migliorare la sicurezza in curva del 40% [153]. Alcuni nuovi camion dispongono di controllo elettronico di stabilità ma non vi sono ancora standard europei.

Stabilità nei ribaltamenti. Monitorando continuamente i movimenti del veicolo e i suoi rapporti con la superficie stradale il sistema di stabilità nei ribaltamenti frena o riduce la potenza automaticamente quando è rilevata una situazione di ribaltamento. Questo sistema è stato introdotto in vari modelli di camion. La ricerca ci dice che visto che i ribaltamenti di mezzi pesanti non comportano di solito gravi lesioni, i benefici risiedono più nella riduzione della congestione stradale che nella sicurezza. L'Europa lavora per elaborare norme per la stabilità nel ribaltamento e un test di ribaltamento per nuovi camion.

5.3.3 *Menomazione da alcol o stanchezza*

I sistemi di bloccaggio per abuso di alcol (alcolock) sono sistemi automatici che prevengono la guida in stato di ebbrezza obbligando il conducente a soffiare in un palloncino posto nell'automobile prima di accendere il motore. La Svezia ha sperimentato molto gli alcolock nei veicoli commerciali. In un esperimento svoltosi tra il 1999 e il 2002 in Svezia furono installati 300 alcolock in mezzi di trasporto di passeggeri e merci. Produttori come Volvo e Toyota hanno iniziato ad offrire installazioni di interlock nei camion come opzione del compratore. Dal 2007 tutti i camion di 3 tonnellate e mezzo e oltre che sono stati utilizzati dall'Amministrazione delle Strade svedesi per più di 100 ore all'anno devono essere forniti di interlock.

Non c'è stata valutazione dell'efficacia degli interlock sulla sicurezza stradale, ma l'esperienza ci mostra che la maggior parte delle aziende hanno avuto benefici nel bloccare diversi autisti pronti a guidare oltre i limiti. In Svezia i programmi di riabilitazione che usano gli interlock sono usati anche nei veicoli commerciali ed il numero di interlock installati in questi veicoli è superiore a quelli utilizzati per i veicoli di conducenti in abituale stato di ebbrezza. La tecnologia usata è la versione semplificata degli alcolock utilizzati nei programmi contro i trasgressori in maniera da consentire alle aziende di disporre di più di un pilota in grado di usare gli interlock [41].

Tachigrafo digitale: La fatica nella guida è stata individuata come uno dei problemi del trasporto commerciale date le lunghe distanze da percorrere e la irregolarità delle esigenze del sonno. La ricerca indica che la fatica è prevalente nella guida di camion a lunga percorrenza [112] con un fattore del 20%-30% dei sinistri del traffico commerciale in Europa e negli USA [42] [27]. La Commissione Europea in anni recenti si è mossa per rafforzare la regolamentazione sui tempi di guida e di lavoro.

Il Regolamento del Consiglio (EC) 2135/98 che emenda il Regolamento (EEC) 3821/85 introduce una nuova generazione di tachigrafi completamente digitali. Il tachigrafo digitale è un dispositivo di registrazione e archiviazione più sicuro e preciso dell'attuale tecnologia.

Il nuovo dispositivo regolerà tutte le attività del veicolo, per esempio distanza, velocità e tempi di guida e riposo del pilota. Il sistema includerà una stampante per le ispezioni stradali e il conducente sarà dotato di tessera con microchip che dovrà inserire nel tachigrafo quando inizierà la guida del veicolo. Questa tessera personale di guida assicurerà la semplificazione dei controlli. Le caratteristiche tecniche del tachigrafo digitale sono state definite nel Regolamento della Commissione (EC) 1360/2002 per la sua adozione obbligatoria dall'agosto 2004.

5.3.4 Misure di protezione dagli impatti

Cinture di sicurezza e posti a sedere

Il tasso di contenimento dei conducenti di camion e dei passeggeri è molto basso in Europa. Per esempio in Germania nel 2001 l'uso delle cinture di sicurezza era tra il 5% e il 10%. L'installazione e l'uso di cinture di sicurezza nei mezzi pesanti è stata recentemente coperta dalla legislazione europea. La Direttiva EEC 2003/20/EC, che emenda il Regolamento 91/671/EEC, obbliga l'uso delle cinture di sicurezza installate dal 2006 in tutti i sedili frontali e in quelli esposti al posteriore nei nuovi mezzi pesanti. Non esistono richieste vigenti in Europa per l'installazione obbligatoria delle cinture di sicurezza nei veicoli pesanti. Ricerche indicano che per migliorare l'uso dei contenimenti, le cinture a 3 punti potrebbero essere integrate direttamente nei sedili del conducente e del passeggero.

Strutture della cabina di guida

Analisi sugli incidenti in corso di realizzazione indicano che la rigidità della cabina di guida, specialmente nelle collisioni camion/camion o nelle collisioni a singolo veicolo, non è sufficiente. Attualmente in Europa esistono due (opzionali) regolamentazioni relative alla rigidità delle cabine guida (ECE- Regolamento 29, VVFS o "Test Svedese"). Le avanzate strutture delle cabine insieme con l'uso dei contenimenti potrebbero migliorare la sopravvivenza dei passeggeri di mezzi pesanti negli gravi incidenti [105].

Protezione frontale anti-incastro

A causa della taglia e della stazza dei veicoli pesanti, il problema della compatibilità con gli altri utenti della strada è una questione seria. I camion sono rigidi, pesanti e alti e rappresentano una seria minaccia per gli altri veicoli in caso di incidenti. Collisioni frontali camion/macchina sono il più comune tipo di impatto in cui i camion sono coinvolti.

E' stato stimato che le protezioni anti-incastro che assorbono energia sulla parte frontale, sul retro e sul lato possono ridurre le morti negli impatti macchina/camion di circa il 12% [100]. Un requisito europeo è stato introdotto nel 2000, sulla base del regolamento ECE 93, richiedente l'obbligatorietà di protezioni rigide anti-incastro frontali e le stesse protezioni per camion con un peso lordo superiore a 3,5 tonnellate [Direttiva 2000/40/EEC]. Studi fatti dall'EEVC WG 14 hanno mostrato che i passeggeri delle automobili possono sopravvivere a collisioni frontali con camion con una velocità relativa di 75 km/h se il camion è equipaggiato con un sistema di protezione anti-incastro. Inoltre, questi sistemi possono evitare circa 1.176 morti e 23.660 infortuni gravi per passeggeri all'anno in Europa. Ricerche dimostrano che i benefici della obbligatorietà specifica delle protezioni anti-incastro che assorbono l'energia potrebbero superare i costi, anche se gli effetti sulla sicurezza di queste misure fosse più basso del 5% [37]. I sistemi di assorbimento di energia sono disponibili da tutti i produttori di camion come dispositivo opzionale, ma non ne viene venduto quasi nessuno. Si sta sviluppando un test procedurale per l'azione legislativa VC Compact.

Protezioni posteriori anti-incastro

La Direttiva del Consiglio 70/221/EEC obbliga l'uso di sistemi di protezione anti-incastro posteriori per i camion e i rimorchi con un peso lordo superiore a 3,5 tonnellate. Il

regolamento descrive per esempio un'altezza da terra di 550 mm e una forza di prova di massimo 25 kph, rispettivamente 100 kN, relativamente al punto testato.

Le ricerche, comunque, indicano che l'altezza dal suolo del sistema posteriore di protezione anti-incastro è insufficiente e che i sistemi non sono abbastanza forti. Altre ricerche indicano che l'altezza dal suolo deve essere ridotta a 400 mm e che devono essere aumentati i test di forza. Una prima stima conservativa dell'EEVC WG 14 sui dispositivi anti-incastro ha indicato che i migliorati sistemi di protezione posteriore con una minore altezza dal suolo, così come maggiori forze di prova, potrebbero ridurre di un terzo gli incidenti gravi o mortali dei passeggeri negli impatti posteriori in Europa. In più il gruppo di lavoro ha trovato che i costi dovuti a lesioni gravi o mortali potrebbero essere ridotti da 69 a 78 milioni di Euro.

Protezioni laterali anti-incastro

La Direttiva del Consiglio 89/297/EEC obbliga l'uso di protezioni laterali anti-incastro sui mezzi pesanti per evitare che pedoni, ciclisti e motociclisti cadano sotto le ruote del veicolo quando gira. In Olanda alcune ricerche indicano che i requisiti legislativi esistenti sono limitati e che un sistema migliore di protezione laterale anti-incastro può ridurre le morti di pedoni e di ciclisti in alcune situazioni di circa il 10% [97] [104]. In più, devono essere fornite protezioni nelle collisioni con automobili e motocicli.

5.4 Furgoni leggeri e minibus

In Europa vi sono dati relativamente limitati sugli incidenti di furgoni leggeri e minibus. Le ricerche su cui si basano le informazioni di questa sezione sono state sviluppate nel Regno Unito [109] e in Germania [117].

- Vittime: Ricerche britanniche indicano che le vittime di incidenti con furgoni leggeri sono circa il 4% del totale degli incidenti con vittime o feriti gravi per gli occupanti, di cui l'80% per i conducenti. La maggior parte degli incidenti coinvolgono una macchina (46%). Ricerche tedesche indicano che questi veicoli non hanno necessariamente un più alto tasso di incidentalità rispetto ad altri mezzi e che la maggior parte degli incidenti avvengono in ambiente urbano.
- Tipi di sinistro: Studi inglesi e tedeschi dimostrano che rispettivamente il 59% e 60% degli scontri con automobili sono impatti frontali e il 14% e 26% laterali. Nello studio britannico circa il 22% erano in fase di sorpasso e in Germania il 16% erano tamponamenti contro il 4% nel Regno Unito. I dati sull'uso delle cinture di sicurezza in questi sinistri sono relativamente bassi, nell'ordine del 20% in Germania e del 47% nel Regno Unito.
- Problemi chiave: Uno studio approfondito inglese su circa 500 incidenti con furgoni leggeri (fino a 3.500 kg GVM) indicano tre problemi chiave per la progettazione dei furgoni leggeri:

Scarsa compatibilità di urto tra furgoni leggeri e automobili. Negli scontri tra automobili e furgoni leggeri nel Regno Unito i conducenti di automobili sopportano il maggior rischio di lesioni per qualsiasi livello di gravità. I furgoni leggeri tendono ad avere maggiori dimensioni e massa e sistemi anti-urto ad un livello più elevato di quello delle

automobili. Questo non allineamento delle strutture anti-urto porta i furgoni a danneggiare le automobili. Ciò penalizza gli occupanti del mezzo più piccolo coinvolto nell'incidente a causa del maggior rischio di intrusione nel veicolo più piccolo che ha anche una minore massa. Ulteriori ricerche sono necessarie per individuare lo scenario "migliore" per guidare la progettazione futura.

Minore uso delle cinture da parte degli occupanti dei furgoni rispetto a quelli delle automobili negli incidenti mortali nel Regno Unito, il 77% non usavano le cinture e un terzo dei conducenti e metà dei passeggeri non avevano la cintura di sicurezza al momento dell'incidente. Un sistema per aumentare l'uso delle cinture potrebbe essere quello di montare dei sistemi per ricordare l'uso delle cinture, programmi più elevati di educazione e sensibilizzazione, più attenta repressione ed una revisione delle categorie di passeggeri ancora esentati dall'uso obbligatorio delle cinture.

Le implicazioni dell'introduzione di un test regolamentare di conformità per i furgoni leggeri. I dati disponibili non sembrano consigliare un caso particolare per crash-test frontali o limitati o completi in quanto entrambi i tipi di scontro hanno quasi la stessa frequenza (36% e 37%) e gli stessi esiti di infortunio. La scelta dei test dovrà tenere conto più che altro dei problemi di compatibilità tra furgoni leggeri e automobili.

5.5 Autobus e pullman

Il trasporto con autobus e pullman è quello più sicuro su strada. Comunque, ogni anno, circa 20.000 autobus e pullman sono coinvolti in Europa in incidenti con feriti o vittime, con 30.000 feriti e 150 vittime. Come identificato dal progetto europeo ECBOS [113] la progettazione della sicurezza dei veicoli può presentare una serie di problemi ben identificabili. Attualmente, le prestazioni di sicurezza degli autobus sono regolate da sette regole ECE (Commissione Economica Europea) e cinque corrispondenti Direttive EC. Vari miglioramenti basati sulla ricerca sono stati identificati all'interno dell'ECBOS per informare le attuali politiche, in particolare per le misure di protezione dall'urto.

5.5.1 Evitare gli scontri

Tachigrafi digitali

La fatica durante guida è stata identificata come un problema particolare del trasporto commerciale, date le lunghe distanze che si devono coprire e le irregolarità delle strade che inducono al sonno. Ricerche indicano che la fatica è molto rilevante sulle lunghe distanze per gli autisti [112] ed è responsabile del 20%-30% degli incidenti in Europa e negli Stati Uniti [42] [27]. La Commissione Europea si è mossa negli ultimi anni per rafforzare le regole di guida e dei tempi di lavoro.

Il Regolamento del Consiglio (EC) 2135/98, che emenda il Regolamento (EEC) 3821/85, introduce una nuova generazione di tachigrafi digitali. Il tachigrafo digitale è un dispositivo più sicuro di registrazione e di archiviazione rispetto all'attuale sistema. Il nuovo dispositivo registra tutte le attività del veicolo, per esempio la distanza, la velocità, i tempi di guida ed i periodi di riposo dell'autista. Il sistema include una stampante da usare nelle ispezioni a bordo strada e l'autista ha in dotazione una carta con un microchip che deve inserire nel tachigrafo quando si mette alla guida. Questa carta personale semplifica le

ispezioni. Le specifiche tecniche per il tachigrafo digitale sono state disposte con il regolamento della Commissione (EC) 1369/2002 che la Commissione Europea renderà obbligatorio per i nuovi veicoli da agosto 2004.

Protezione dagli urti

L'analisi degli incidenti mostra che gli occupanti del sedile anteriore (pilota, passeggero) possono essere espulsi attraverso il parabrezza o colpiti dalla intrusione di oggetti. Accorpate ai sedili, le cinture possono controllare meglio i movimenti dei passeggeri durante lo scontro finché il pilota rimane vigile, consentono il controllo del veicolo fino a quando si ferma e facilitano l'evacuazione. Poiché l'uso delle cinture previene l'espulsione e riduce il rischio di lesioni gravi, rimane il problema della capacità di assorbimento dell'area frontale e degli oggetti che possono penetrare attraverso il parabrezza.

Protezione dagli scontri frontali

Le ricerche approfondite dimostrano che bisogna progettare dispositivi speciali di protezione per il conducente nella parte anteriore del pullman in quanto con le attuali norme, la sicurezza del conducente non è sufficientemente garantita. Bisogna studiare per chiarire cosa necessita alle strutture anteriori, un test adatto agli autobus, e la modifica degli attuali profili per preservare l'integrità dei piloti negli scontri frontali e laterali [113].

Sistemi di ritenuta

L'analisi di incidenti reali mostra che la totale o parziale espulsione dal veicolo è causa di gravissime lesioni. La gravità delle stesse è minore se il veicolo è dotato di un sistema di ritenuta nei sedili e di vetri laminati. Un airbag laterale pensato per i ribaltamenti può prevenire l'espulsione degli occupanti dal mezzo. La ricerca dimostra che i sedili ed il loro ancoraggio sono spesso inadatti a resistere alle forze cui sono esposti in caso di scontri di grandi pullman [113]. Il rischio di essere feriti da sedili e bloccaggi inadatti può essere ridotto da sistemi integrati e migliorati per controllare la resistenza dei sedili e dei loro ancoraggi.

Protezione dal ribaltamento

In caso di ribaltamento con rottura dei finestrini laterali, aumenta il rischio di espulsione e ferimento dei passeggeri. Le parti del corpo più comunemente ferite nei ribaltamenti sono la testa, il collo e le spalle. L'analisi dimostra che il ferimento negli incidenti con ribaltamento può essere causato dall'impatto dei passeggeri con il pannello laterale, il portapacchi ed anche dall'interazione con gli altri passeggeri. Sono stati proposti lo sviluppo di nuovi manichini per test e di nuovi test di ribaltamento [113].

Evacuazione

Le ricerche sugli infortuni da incidente dimostrano che negli incidenti gravi i passeggeri dei bus sono ostacolati dall'uso delle uscite d'emergenza sia perché sono gravemente feriti e sia perché le porte sono chiuse a seguito dell'impatto.

Il regolamento 107 ECE attualmente stabilisce le regole tecniche sul rispetto delle porte d'emergenza. Una misura efficace può essere una finestra laterale, che anche se rotta,

rimanga in posizione e possa agire come rete di sicurezza per i passeggeri all'interno del bus. Allo stesso tempo la progettazione dei corridoi potrebbe consentire la rapida evacuazione degli occupanti del bus. Ciò richiederebbe la possibilità di rimuovere facilmente i finestrini con delle cariche esplosive dopo che il pullman si è fermato [84].

Sicurezza degli utenti su sedia a rotelle nei pullman

Uno studio che valuta la sicurezza degli utenti su sedia a rotelle nei pullman rispetto a quella dei passeggeri che siedono nei posti convenzionali (con poggiatesta) ha dato vari suggerimenti per modifiche [108]. Il lavoro ha dimostrato che la testa e il collo degli utenti su sedia a rotelle sono particolarmente vulnerabili, ma questo può essere dovuto all'uso dei contenimenti per testa e collo. Comunque, questi contenimenti devono rispondere alle prescrizioni del Regolamento ECE 17 quanto a forza e assorbimento dell'energia e la sedia a rotelle deve garantire la massima efficacia dei contenimenti della testa e della schiena. Altri consigli derivanti da questo studio sono che è preferibile un collocamento in alto degli ancoraggi diagonali rispetto ad una collocazione al suolo, oggi utilizzata. Uno spazio protetto per i passeggeri su sedie a rotelle rivolte in avanti è anche raccomandato. In condizioni di transito normale un montante verticale è preferibile a una barra orizzontale in termini di prevenzione dell'eccessivo movimento della sedia a rotelle.

5.6 Biciclette

5.6.1 Prevenzione degli incidenti

Le biciclette sono tipicamente viste come prodotti di consumo più che come veicoli della strada e ricevono molto meno attenzione in fase di progettazione e riguardo alle questioni di manutenzione rispetto agli altri veicoli della strada. Non vi è ancora un sistema di approvazione dei tipi di veicoli valido per tutta Europa che sia coperto da regolamentazione nazionale.

Il ruolo dei riflettori e di un'illuminazione migliore?

In molti paesi è obbligatorio per le biciclette installare riflettori posteriori e riflettori sulle ruote. Uno studio tedesco ha stimato che più del 30% degli incidenti con biciclette in Olanda che avvengono di notte o al tramonto potrebbero essere evitati se si usassero le luci [131]. In Danimarca viene richiesto di montare lampade sui mezzi che siano visibili a 200 metri di distanza. La qualità e l'uso delle luci può essere migliorata rendendo possibile l'accumulo di sistemi di luce separata o progettando l'illuminazione nel corpo della bicicletta [3].

Il ruolo di una migliore frenata?

Studi degli impatti con biciclette indicano che vi sono grandi differenze nella forza e nella funzionalità di illuminazione e freni. In Olanda, per esempio, difetti dei componenti o dei freni sono causa del 10% degli incidenti con biciclette [131].

5.6.2 Protezione dagli incidenti

I caschi salvano la vita?

I caschi per le biciclette possono ridurre il rischio di danni al cervello tra il 63% e l'88% [143][144][133]. Una meta analisi di studi sui benefici dei caschi per biciclette ha indicato

che indossare il casco ha una probabilità di efficacia rispettivamente di 0,40, 0,42, 0,53 e 0,27 per testa, cervello, viso e lesioni mortali [9].

La legislazione che richiede l'uso dei caschi per biciclette è stata introdotta in molti paesi, inclusi l'Australia, la Nuova Zelanda, la Svezia e gli USA. In paesi in cui non è richiesto l'uso del casco per legge, il tasso di uso è normalmente minore del 10%. Il monitoraggio dimostra che i tassi sull'uso del casco tendono ad essere maggiori nei bambini, rispetto a giovani ed adulti.

Le automobili possono essere fatte per essere indulgenti?

Ricerche e sviluppo attuali in Europa hanno teso principalmente a migliorare la progettazione del veicolo per proteggere i pedoni in caso di impatto. C'è un urgente bisogno di ricerche su come le automobili possano essere più indulgenti coi ciclisti.

Le barriere laterali sui camion possono essere utili?

Quando i camion e i ciclisti sono fianco a fianco e il camion gira in direzione del ciclista, il ciclista è a rischio di essere travolto dal mezzo. Le barriere laterali chiudono lo spazio tra le ruote del camion. Mentre l'installazione è comune in molti paesi europei e vi è un regolamento nazionale, non esistono ancora obblighi in tutta l'Europa.

6. LACUNE DI CONOSCENZA

Sono state realizzate delle overview di ricerche internazionali relativamente recenti sulla sicurezza dei veicoli. Una relazione sulle ricerche recenti realizzate da EEVC e dall'Unione Europea è stata presentata nel 2005. Nel 2001 le priorità per una ricerca in tutta l'Unione Europea sulla progettazione della sicurezza del veicolo sono state identificate dal Consiglio Europeo sulla sicurezza dei trasporti [84] [42]. Il Consiglio Internazionale di Ricerca sulla Biomeccanica degli Impatti sta conducendo una review complessiva. L'Advanced European Passive Safety Network fornisce un forum per la cooperazione sulla ricerca sulla sicurezza dei veicoli e ha prodotto una tabella di marcia sulla ricerca sulla sicurezza dei veicoli.

Le attuali problematiche includono il bisogno di una migliore comprensione dell'epidemiologia degli incidenti che coinvolgono i veicoli, le ricerche nell'area della biomeccanica, così come anche la biomeccanica infantile, le lesioni al tessuto molle e i limiti di tolleranza di differenti parti del corpo. Come può la progettazione proteggere i passeggeri di differenti forme e misure e in differenti condizioni di impatto? Come può la progettazione di sicurezza tenere conto delle esigenze del mondo reale piuttosto che soddisfare le condizioni dei test specifici? Quanto può contribuire l'approccio alla prevenzione degli incidenti sulla sicurezza dei veicoli? Come può il conducente adattarsi a veicoli di diverse misure? Quali sono le implicazioni di un parco veicoli con differenti capacità e tecnologie? Un breve sommario delle esigenze di ricerca identificato dalle organizzazioni internazionali è di seguito presentato.

6.1 Epidemiologia degli incidenti

L'efficienza della protezione dagli impatti dipende dalla comprensione della distribuzione, della natura e del meccanismo degli incidenti. In particolare:

- E' richiesta una migliore conoscenza delle differenze di tolleranza alle lesioni della popolazione, specialmente per quanto riguarda la testa, il tronco e le regioni addominali.
- E' necessaria una ricerca analitica per ottimizzare la progettazione anti-urto per tutti i tipi di incidente e per tutte le varie gravità di incidente e per tutte le varie popolazioni.
- Devono essere sviluppati test più realistici che riflettano le variazioni della tolleranza alle lesioni della popolazione per riconoscere le differenze tra i forti e i vulnerabili.
- Sono necessarie misure di valutazione migliori delle conseguenze a lungo termine degli incidenti.
- La sicurezza degli utenti della strada anziani deve essere valutata più accuratamente per tenere conto dei cambi demografici. Sono necessarie l'informazione basilare delle mutazioni fisiologiche degli anziani e

l'identificazione delle lesioni di speciale interesse. Le problematiche di ottimizzazione dovranno essere affrontate per assicurare un migliore sistema protettivo per la popolazione giovane, che sia valido anche per gli anziani.

- Le categorie leggeri/seri/fatali usate fino ad oggi per classificare la gravità degli incidenti nei database di grandi dimensioni sono inadeguate. Una semplice scala di lesioni è necessaria per essere utilizzata dalla polizia e dai primi soccorritori e questa deve essere compatibile con l'AIS correntemente usato negli studi ospedalieri e in quelli "in-depth".

6.2 Ricerche biomeccaniche

La ricerca biomeccanica migliora la comprensione del corpo umano così da poter realizzare migliori strumenti contro il rischio di infortuni. Questi strumenti possono essere fisici o con manichini o numerici (simulazioni). L'ulteriore sviluppo di manichini e modelli dipende dalla caratterizzazione delle proprietà biomeccaniche a livello di strutture e tessuti. Gli sviluppi futuri dipenderanno dall'approccio sperimentale con l'uso di manichini per misurare le forze a cui il corpo è esposto e le simulazioni sulla risposta umana e sulla natura delle ferite della parte lesa. In particolare:

- Migliore descrizione delle caratteristiche biofisiche della varietà delle strutture umane, componenti e sottosistemi che possono essere colpiti.
- Migliore caratterizzazione della risposta dinamica di componenti e strutture in relazione a eventi esterni, caratterizzando meglio i meccanismi di danno meccanico.
- Migliore definizione e misura dei limiti in cui queste strutture cominciano a cedere.
- Migliore considerazione della varietà degli esseri umani in termini di età, sesso, razza, ecc. Nuovi dati biomeccanici (bio-fedeltà), specie per anziani e bambini, sono fondamentali.
- Materiali atti a simulare il corpo umano realisticamente.
- Adattabilità dei manichini alle ricerche avanzate.
- Interazione di manichini e sensori.
- Conoscenza della risposta del corpo umano in condizioni di pre-scontro e possibilità di simularla.

Varie proposte sono state fatte nel settore biomeccanico, a proposito dei bambini feriti a testa e cervello, collo, petto, addome, arti dal Consiglio Internazionale delle Ricerche di Impatto Biomeccanico.

6.3 Prevenzione dagli incidenti

Stanno per essere applicate una serie di nuove tecnologie promettenti con elevato potenziale di riduzione delle vittime. Comunque il loro successo dipende dalla flessibilità, praticabilità, accettazione ed uso da parte degli utenti. Importanti fattori che necessitano di ulteriori ricerche riguarda gli studi sulla capacità umana di adattarsi ai nuovi sistemi e

sull'accettabilità da parte del conducente a consentire il controllo da parte del veicolo. Non vi sono strategie analitiche per accertare che i sistemi attivi e passivi siano ottimizzati tanto da ridurre il numero di vittime.

Nelle aree più promettenti, come gli alcol interlock, i reminder per le cinture di sicurezza e l'adattamento intelligente della velocità, sono necessarie ricerche per sviluppare specifiche internazionali. Nella ricerca sulla prevenzione degli incidenti, è necessario sviluppare una metodologia di valutazione per i sistemi con sensori pre-collisione a bordo delle automobili per passeggeri, per la protezione dei pedoni e a bordo dei mezzi pesanti.

6.4 Protezione dagli urti

Gli incidenti reali mostrano una grande variabilità in termini di persone coinvolte, caratteristiche dei veicoli e configurazione dell'incidente. Per proteggere tutti gli utenti della strada i sistemi non dovrebbero essere ottimizzati per nessun test specifico, ma dovrebbero avere una progettazione robusta e versatile per fornire la migliore protezione a tutta la popolazione incidentata. L'attuale uso di una piccola varietà di incidenti per specificare le prestazioni delle automobili negli urti apre a possibilità che le automobili vengano ottimizzate in base a questi test e non in base a tutta la gamma possibile delle condizioni reali. La ricerca deve sviluppare metodologie di sistemi ingegneristici di massimo beneficio, particolarmente per la protezione laterale dove i sistemi protettivi sono meno sviluppati. Un grande numero di tipologie di incidente deve essere incorporato a processi di sviluppo delle nuove automobili, e questi devono essere supportati da metodologie basate su test fisici o virtuali. Questi metodi devono tenere conto delle variazioni biomeccaniche tra individui così come di quelle tra i tipi di veicolo.

- Passeggeri.
- Motociclisti.
- Ciclisti.
- Altri utenti della strada.

6.5 Passeggeri

Impatto frontale e obliquo

- Come possono essere progettate strutture versatili per l'insieme delle condizioni reali?
- Come possono essere progettate nuove strutture per rispondere a una piccola massa e all'economia di carburante nascente da esigenze ambientali?
- Criteri e strumenti per ferite da impatto frontale ad addome e gambe.
- Come migliorare la compatibilità dell'automobile con scontri frontali e laterali, veicolo contro veicolo (tutte le dimensioni) e veicolo contro oggetti sul ciglio stradale (alberi, pali, guardrail, spartitraffico)?
- Come migliorare le strutture adattative e dispiegabili per migliorare la gestione dell'energia?
- Come ridurre l'intrusione nei sinistri reali, particolarmente nel vano piedi?

Impatto laterale

- Come ottenere la protezione negli impatti laterali ad alta gravità e per i passeggeri nel lato non colpito?
- Come migliorare la sensibilità agli impatti laterali per permettere la tempestiva apertura degli airbag?
- I sistemi attuali di contenimento come gli airbag laterali sono efficaci per prevenire ferite alla testa ai passeggeri di una macchina colpita da un SUV o d una palo?
- Quali sono le cause delle ferite all'occupante del lato opposto, come vengono studiate con gli attuali manichini, e come possono essere prevenute?
- Come gli attuali standard di paraurti anteriori e protezioni per collisioni a bassa velocità possono influire sull'aggressività dell'automobile negli impatti laterali?
- Come possono essere migliorate le strutture per dare beneficio negli impatti laterali macchina/macchina e macchina/SUV?

Sistemi di contenimento

- Metodi da sviluppare per sistemi di contenimento interni sensibili all'intensità dell'impatto, alla posizione del passeggero, alle sue dimensioni e suscettibilità alle lesioni.
- Sviluppo di una legislazione sui dispositivi di promemoria acustici per le cinture.
- La riduzione dei colpi di frusta va sviluppata con il miglioramento delle cinture e degli airbag.
- Valutazione dei potenziali di tecnologia dei sensori pre-urto.
- Sviluppo di seggiolini integrati.
- Nuove tecnologie per incoraggiare l'uso delle cinture anche nei sedili posteriori, migliorando il comfort e la convenienza.
- Miglioramento delle performance di cinture ed airbag negli scontri obliqui.

Tamponamenti

- I principali problemi di sicurezza nei tamponamenti riguardano la natura e la biomeccanica delle lesioni da colpo di frusta.
- Necessità di ricerche sui rapporti tra le strutture posteriori gli impulsi generati dagli urti e il rischio di colpo di frusta.
- Monitoraggio dell'effettiva esistenza di protezione per la testa al fine di migliorarne al progettazione.
- L'integrità del sistema di alimentazione deve essere monitorata e migliorata ai fini dei tamponamenti.

Ribaltamenti

Il primo sistema di protezione è il miglioramento dell'uso delle cinture. I contenimenti che riducono parzialmente la espulsione e gli urti della testa all'interno dell'abitacolo sono

anche essenziali. E' necessario migliorare la resistenza della cappotta e l'uso di vetri laminati nei finestrini.

6.6 6.6 Motociclisti

- Devono essere continuate le ricerche sulla protezione delle gambe.
- Sono necessari ulteriori miglioramenti dei caschi per ottimizzare la protezione nelle varie condizioni reali e far si che la progettazione offra ancora la massima protezione in Europa e nel mondo.
- L'importanza del carico di rotazione e del design del casco devono essere ancora chiariti anche se vi sono fatti dubbi che giochino un ruolo importante nelle lesioni di piloti con casco. I piloti di motocicli e scooter sono soggetti a molti tipi di impatto alla testa e c'è bisogno di assicurarsi che i caschi offrano protezione in tutte le circostanze per questi veicoli ed anche per le biciclette.
- L'ulteriore miglioramento della protezione del pilota dipende dalla presenza di manichini efficaci. Il manichino è ancora parzialmente valido e richiede molti sviluppi prima di essere utilizzato per la valutazione delle moderne tecnologie nel mitigare le lesioni. I dati degli incidenti sul campo e gli studi biomeccanici servono a migliorare questi manichini e servono dei modelli molto rifiniti. Questi manichini richiedono conoscenze biomeccaniche moderne riguardo i parametri di rilevanza di lesioni dei passeggeri di auto in rapporto a quelli dei motociclisti.
- La distribuzione per età dei gruppi di motociclisti può avere molte implicazioni sulla protezione in molti paesi. Servono ulteriori dati sugli incidenti per chiarire questo problema.

6.7 Ciclisti

- Un pieno accertamento della protezione offerta dai caschi nelle vere collisioni serve a determinare i miglioramenti della progettazione dei caschi.
- Una migliore comprensione della cinematica e dell'interazione con altri veicoli del ciclista unita a migliorate tecniche modellistiche è necessaria per valutare la resistenza globale.
- Ulteriori analisi dei dati serviranno per valutare la velocità della bicicletta e specialmente l'influenza sulla traiettoria della testa e il ruolo delle ferite subite in collisioni ed inoltre va investigato lo standard di sinergia con l'impatto dei pedoni.

6.8 Pedoni

Nonostante ci si aspetti un miglioramento nella protezione dei pedoni dalle recenti direttive europee ci sono ancora molte aree da esplorare.

- Bisogna compiere dettagliati studi degli incidenti per monitorare l'introduzione della direttiva EC e sviluppare la comprensione degli eventi pre scontro e scontro.
- C'è ancora bisogno di capire l'interazione tra gli utenti della strada vulnerabili e le strutture anteriori dei veicoli con riferimento agli impatti in strade secondarie. Si

richiede più conoscenza degli effetti della forma dei mezzi e della biomeccanica degli eventi per migliorare i metodi di controllo degli impatti.

- Bisogna studiare la biomeccanica degli impatti tra pedoni e autobus e camion al fine di sviluppare entro il 2010 gli standard di impatto bus/camion/pedoni.
- Bisogna migliorare la conoscenza dei rapporti tra l'altezza del paraurti e le lesioni alla ginocchia. Le applicazioni alle lesioni di una singola parte del corpo, quando il peso è su un'altra parte, vanno valutate in relazione ai test di sub-sistema. Manichini molto rifiniti potranno aiutarci a risolvere questi problemi.

C'è ancora bisogno di migliorare la conoscenza della biomeccanica della protezione dei pedoni. I problemi che nascono dalle conseguenze di ferite alla testa (cefalee croniche, effetti comportamentali) da impatti a $< 1,000$ HIC devono essere ancora definiti.

7. APPENDICE

7.1 Che cosa possono fare i paesi europei?

7.1.1 *Coinvolgimento completo nel lavoro di sviluppo legislativo internazionale*

La maggior parte dei paesi europei sono rappresentati in comitati tecnici dell'UN ECE e dell'EU associati con lo sviluppo degli standard e della legislazione del veicolo. Inoltre molti paesi europei partecipano attivamente al lavoro di organizzazioni internazionali per lo sviluppo dei test e degli standard. Per esempio, la Francia, la Germania, la Spagna, la Svezia e il Regno Unito contribuiscono al lavoro dei vari comitati dell'EEVC e alla ricerca globale nelle attività IHRA di ricerca armonizzata internazionale.

7.1.2 *Provvedere al supporto tecnico*

Raggiungere una legislazione sulla sicurezza che rifletta le condizioni reali necessita programmi di ricerca approfonditi, sviluppo dei manichini ed altro lavoro biomeccanico. Negli ultimi 20 anni il Regno Unito, la Svezia, la Germania e la Francia hanno dedicato molte risorse a programmi di lavoro sugli standard di sicurezza.

7.1.3 *7.1.3 Portare avanti la ricerca nazionale e monitorare le misure di sicurezza dei veicoli*

In pochi paesi europei si è sviluppato sistematicamente il monitoraggio dell'efficacia della legislazione europea per identificare progressi e priorità future. Un esempio notevole è lo studio cooperativo di ricerca sulle lesioni da sinistro nel Regno Unito. I protocolli europei di ricerca "in-depth" sono stati seguiti dai grandi progetti EU STAIRS e PENDANT.

7.1.4 *Supportare e aderire al Programma Europeo di Valutazione della Nuova Automobile*

Vari governi hanno aderito al programma dal suo inizio nel 1996, inclusi Regno Unito, Svezia, Olanda, Francia e Germania. Alcuni paesi promuovono attivamente i risultati di EuroNCAP. In Svezia, l'amministrazione delle strade promuove una politica interna che richieda che tutti i mezzi usati ufficialmente abbiano almeno una sicurezza a quattro stelle.

7.1.5 *Incoraggiare gli incentivi finanziari all'uso di equipaggiamenti protettivi*

Alcuni paesi danno incentivi finanziari per l'uso di equipaggiamenti e il loro uso. In Olanda vi è una tassa (BMP) per le automobili passeggeri e per i motocicli. Comunque l'acquisto di una vettura dotata di questi equipaggiamenti è esente dalla tassa. L'equipaggiamento consiste di: Automobili: airbag laterali, sistema anti colpo di frusta, navigatore; Motociclette: ABS e CBS (Combined Brake System).

7.1.6 Assicurare l'applicazione delle norme sugli equipaggiamenti protettivi

Le cinture di sicurezza e i seggiolini per bambini non hanno valore se non vengono usati. La Commissione Europea, il 6 Aprile 2004, ha proposto un pacchetto di misure per la sicurezza mediante l'applicazione effettiva delle regole. Inoltre ha raccomandato, in relazione alle cinture di sicurezza:

Assicurare la forte applicazione delle sanzioni per il mancato uso delle cinture con una durata di almeno due settimane almeno tre volte all'anno, dove è più frequente il mancato uso e c'è più rischio di incidenti e che l'uso delle cinture sia imposto in tutti i casi individuali in cui sia stata fermata l'automobile e verificato il non uso; queste azioni vanno combinate con altri interventi stradali come quelli sull'alcolismo e la velocità.

Parecchie ricerche EC trattano questo argomento, per esempio ESCAPE, GADGET.

Incoraggiare le industrie locali ad accelerare le misure per la sicurezza. L'amministrazione svedese ha avuto successo incoraggiando, all'interno della Vision Zero, la rapida volontaria adozione dei promemoria per le cinture nel parco auto nazionale e l'installazione volontaria degli alcol interlock nel parco camion nazionale. Oltre 500 veicoli hanno oggi alcol interlock e dal 2002 i costruttori di camion offrono gli interlock come accessori standard. La maggioranza delle vetture vendute in Svezia hanno i promemoria per le cinture.

7.1.7 Prevenzione degli scontri: sistemi di prevenzione delle collisioni

- L'allarme di collisione frontale è un sistema che comprende un segnale visivo e acustico della vicinanza di un altro veicolo frontale. L'avvertimento dipende dalla distanza tra il veicolo e quello di fronte. Il livello di avvertimento cambia da sicuro a critico al diminuire della distanza.
- L'allarme di collisione posteriore è un sistema che avverte il pilota della possibilità di urto con un oggetto posto dietro l'automobile a mezzo di sensori nel paraurti posteriore. L'allarme si intensifica al diminuire della distanza.
- Il controllo di adattamento di crociera consente automaticamente la verifica della distanza con il veicolo di fronte. La distanza del veicolo che precede è misurata a mezzo di radar o radar laser o radar a onde millimetriche. Quando la velocità del veicolo che precede è inferiore a quella programmata l'ACC corregge la velocità dell'automobile per consentire un corretto distanziamento.
- I dispositivi per mantenimento della corsia è attivato se il veicolo tende a discostarsi dalla corsia o dalla strada. I tempi di collisione in casi di cambio pericoloso di corsia sono di solito di meno di un secondo. Se la reazione del conducente è di circa un secondo, non c'è tempo di rispondere all'allarme prima della collisione. Ne consegue che gli incidenti da cambio di corsia possono essere evitati da sistemi di intervento. Ma questi hanno i loro problemi: come capire le intenzioni del conducente e come intervenire. Questo può essere ottenuto togliendo il comando del volante al conducente o fornendo una retroazione

volante. La flessibilità tecnica e operativa di questi sistemi è da dimostrare. La maggior parte dei sistemi esistenti sono di allarmi.

8. BIBLIOGRAFIA

1. Accident Analysis and Prevention (2005) :37:3
2. Aga, M. and Okada, A. (2003) Analysis of Vehicle Stability Control (VSC)'s effectiveness from crash data. ESV Paper 541, 18th ESV Conference, Nagoya
3. Allsop, R.E. ed (1999) European Transport Safety Council, Safety of pedestrians and cyclists in urban areas, Brussels
4. Ashenbrenner, K. M., Biehl, B. and Wurm, G.W. (1987) Einfluss Der Risikokompensation auf die Wirkung von Verkehrssicherheitsmassnahmen am Beispiel ABS. Schriftenreihe Unfall- und Sicherheitsforschung Strassenverkehr, Heft 63, 65-70. Bundesanstalt für Strassenwesen (BASt), Bergisch Gladbach.
5. Ashton, S.J., Mackay, G.M. (1983) Benefits from changes in vehicle exterior design. In: Proceedings of the Society of Automotive Engineers. Detroit, MI, Society of Automotive Engineers, 255 –264 (Publication No.121)
6. Association for the Advancement of Automotive Medicine (AAAM) <http://www.aaam.org/>
7. Association of European Car Manufacturers (ACEA), <http://www.acea.be/>
8. Association of European Motorcycle Manufacturers (ACEM) <http://www.acembike.org/html/start.htm>
9. Attewell, R.G, Glase K., McFadden, M. (2001) Bicycle helmet efficacy: a metaanalysis. Accident Analysis and Prevention, 33:345 –352.
10. Autoliv Inc <http://www.autoliv.com> , Stockholm, Sweden
11. Automotive Engineers.(1983) Detroit, MI, Society of Automotive Engineers:255 – 264 (Publication No.121)
12. Bijleveld, F.D. (1997), “Effectiveness of daytime motorcycle headlights in the European Union”, Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid (SWOV), Leidschendam, Netherlands, R-97-9
13. Breuer, J. ESP safety benefits (2002) Daimler Chrysler press presentation, Sindelfingen
14. Broughton, J. et al. (2000) The numerical context for setting national casualty reduction targets. Crowthorne, Transport Research Laboratory Ltd, TRL Report No.382
15. Broughton, J. (1987) The effect on motorcycling of the 1981 Transport Act Crowthorne, Transport and Road Research Laboratory (Research Report No.106)
16. Broughton, J., and Baughan, C.J., (2000) A survey of the effectiveness of ABS in reducing accidents. TRL Report 453, Crowthorne, Berkshire
17. Carsten, O. and Tate, F. (2005) Intelligent Speed Adaptation: Accident savings and cost benefit analysis

18. Cesari, D. (2005) Status Report of the European Enhanced Vehicle-safety Committee, Proceedings of the 19th ESV Conference, Washington DC June 6-9
19. Chinn, B. P., Okello J. A., McDonough, P. and Grose, G. (1997) Development and testing of a purpose built motorcycle airbag restraint system. Paper presented to 15th ESV Conference. Crowthorne: TRL Limited
20. Chinn, B. P. and Macaulay, M. A. (1986) Leg protection for motorcyclists IRCOBI Zurich
21. Chinn, B. P. and Hopes, P. (1985) Leg protection for riders of motorcycles, 10th ESV Conference, Oxford
22. Co-operative Crash Injury Study <http://www.ukccis.org/home.htm>
23. Cummings, P. et al (2002) Association of driver air bags with driver fatality: a matched cohort study. *British Medical Journal* 2002,324:1119 –1122.
24. Cuypers, R. (2004) FIA Foundation The Road Users Point of View, Speed Alert Consultation Workshop1, Brussels
25. Donne, G.L. and Fulton, E.J. (1985) The evaluation of aids to the daytime conspicuity of motorcycles-Crowthorne, Berkshire:Transport and Road Research Laboratory
26. Drowsy driving and automobile crashes: report and recommendations (1996) Washington, DC, National Centre on Sleep Disorder Research and National Highway Traffic Safety Administration, Expert Panel on Driver Fatigue and Sleepiness <http://www.nhlbi.nih.gov/>
27. EC project PRISM <http://www.prismproject.com/description.htm>
28. EEVC (2000) European Enhanced vehicle-Safety Committee: Report to European Commission 'A Review of the Front & Side Directives' <http://www.eevc.org>
29. EEVC (1994) Review of Motorcycle Safety
30. EEVC (2005) WG20 Report Working Document 80 Updated State-of-the-Art Review on Whiplash Injury
31. EEVC (2005) European Enhanced Vehicle-Safety Status report for the 19th ESV Conference
32. EEVC (1998 updates 2002) Working Group 17 Report Improved test methods to evaluate pedestrian protection afforded by passenger cars. Prevention
33. Elliott, M. et al (2003) Motorcycle Safety: A Scoping Study, TRL Report TRL 581, Crowthorne: TRL
34. Elliott, M.A.,Baughan, C.J.,Broughton, J., Chinn, B.,Grayson, G.B.,Knowles, Smith, J. Simpson L.R. (2003) Motorcycle Safety: A Scoping Study, TRL Report TRL 581, Crowthorne
35. Elvik, R., Mysen, A.B.,Vaa,T.(1997) Handbook of traffic safety [3rd ed] Oslo, Institute of Transport Economics
36. Elvik, R.,Vaa T. (2004) Handbook of road safety measures .Amsterdam, Elsevier 2004

37. Elvik, R. (1999) Cost-benefit analysis of safety measures for vulnerable and inexperienced road users Oslo ,Institute of Transport Economics (EU Project PROMISING, TØI Report 435)
38. Elvik, R. (2003) Christensen, P. Fjeld Olsen, S. Daytime running lights. A systematic review of effects on road safety. Report 688. Oslo, Institute of Transport Economics
39. Enhanced Safety of Vehicles (ESV) International Conference, <http://www.nrd.nhtsa.dot.gov/departments/nrd-01/esv/19th/esv19.htm>
40. Eriksen, K. S., Hervik, A., Steen, A., Elvik, R., Hagman, R. (2004) Effektanalys av nackskadeforskningen vid Chalmers. Vinnova Analys VA (7). Stockholm
41. ETSC (2005) Factsheet 04, Alcohol Interlocks, European Transport safety Council Brussels, 2005 (Report No.169). (ETSC Fact Sheet Alcolocks.pdf).
42. ETSC (2001) publicatie The role of driver fatigue in commercial road transport crashes, Brussels, European Transport Safety Council <http://www.etsc.be/>
43. EUCAR, <http://www.eucar.be/start.html>
44. European Commission Council Regulation (EC) No 2135/98 of 24 September 1998 amending Regulation (EEC) No 3821/85 on recording equipment in road transport and Directive 88/599/EEC concerning the application of Regulations (EEC) No 3820/84 and (EEC) No 3821/85 Official Journal L 274 , 09/10/1998 P. 0001 – 0021
45. European Commission DG Transport <http://europa.eu.int/comm/transport/road/roadsafety/>
46. European Commission DG Transport http://europa.eu.int/comm/transport/road/roadsafety/equipment/seatbelts/index_en.htm
47. European Commission (2003) European road safety action programme: Halving the number of road accident victims in the European Union by 2010: A shared responsibility Communication from the Commission Com (2003) 311 final
48. European Commission Recommendation of 6 April 2004 on enforcement in the field of road safety (Text with EEA relevance) Official Journal L 111 , 17/04/2004 P. 0075– 0082
49. European Commission Regulation (EC) No 1360/2002 of 13 June 2002 adapting for the seventh time to technical progress Council Regulation (EEC) No 3821/85 on recording equipment in road transport (Text with EEA relevance) Official Journal L 207 , 05/08/2002 P. 0001 – 0252
50. European Commission, DG Information and Society http://europa.eu.int/information_society/activities/esafety/doc/esafety_2005/high_level_mt_g_18_oct/presentations/20051014_i2010_intelligent_car.pdf
51. European Commission, DG Enterprise http://www.europa.eu.int/comm/enterprise/automotive/index_en.htm

52. European Commission, DG Information and Society, E Safety
http://europa.eu.int/information_society/doc/factsheets/048-esafety.pdf

53. European Commission, DG Transport
http://europa.eu.int/comm/transport/road/roadsafety/equipment/euroncap/index_en.htm

54. European Commission, DG Transport
http://europa.eu.int/comm/transport/road/roadsafety/equipment/daytimerunninglights/index_en.htm

55. European Commission, DG Transport, European Road Safety Charter,
http://europa.eu.int/comm/transport/roadsafety/index_en.htm

56. European Commission, DG Transport,
http://europa.eu.int/comm/transport/road/roadsafety/equipment/tachograph/index_en.htm

57. European New Car Assessment Programme, EURO NCAP,
http://www.euroncap.com/content/safety_ratings/recommendation.php

58. European New Car Assessment Programme
http://www.euroncap.com/content/test_procedures/pole_test.php

59. European New Car Assessment Programme (2005) EuroNcap, Seat belt reminder assessment protocol
http://www.euroncap.com/downloads/test_procedures/area_3/event_6/Seat%20Belt%20Reminder%20Assessment%20Protocol%20Ver1-0e.pdf

60. European New Car Assessment Programme (2004) Child protection assessment protocol
http://www.euroncap.com/downloads/test_procedures/area_3/event_6/Child%20Assessment%20Protocol%20ver%201-0c.pdf

61. European New Car Assessment Programme,
http://www.euroncap.com/content/test_procedures/front_impact.php

62. European New Car Assessment Programme, www.euroncap.org

63. European Parliament and of the Council of 10 November 2003 on the approximation of the laws of the Member States relating to the type-approval of devices for indirect vision and of vehicles equipped with these devices, amending Directive 70/156/EEC and repealing Directive 71/127/EEC. Directive 2003/97/EC

64. European Parliament and of the Council of 16 December 1996 on the protection of occupants of motor vehicles in the event of a frontal impact and amending Directive 70/156/EEC [Official Journal L 18 of 21.01.1997] Directive 96/79/EC

65. European Parliament and of the Council of 20 May 1996 on the protection of occupants of motor vehicles in the event of a side impact and amending Directive 70/156/EEC [Official Journal L 169 of 08/07/1996] Directive 96/27/EC

66. European Parliament and of the Council of 5 November 2002 amending Council Directive 2002/85/EC. Directive 92/6/EEC on the installation and use of speed limitation devices for certain categories of motor vehicles in the Community Official Journal L 327, 04/12/2002 P. 0008 – 0009

67. European Parliament Commission Regulation (EC) No 1360/2002 of 13 June 2002 adapting for the seventh time to technical progress Council Regulation (EEC) No 3821/85 on recording equipment in road transport (Text with EEA relevance) Official Journal L 207 , 05/08/2002 P. 0001 – 0252

68. European Parliament Council Directive 70/221/EEC of 20 March 1970 on the approximation of the laws of the Member States relating to liquid fuel tanks and rear protective devices for motor vehicles and their trailers Official Journal L 076 , 06/04/1970 P. 0023 - 0024 (DE, FR, IT, NL) English special edition: Series I Chapter 1970(I) P. 0192

69. European Parliament Council Regulation Official Journal L 274 , 09/10/1998 P. 0001– 0021(EC) No 2135/98 of 24 September 1998 amending Regulation (EEC) No 3821/85 on recording equipment in road transport and Directive 88/599/EEC concerning the application of Regulations (EEC) No 3820/84 and (EEC) No 3821/85

70. European Parliament Directive 2000/40/EC of the European Parliament and of the Council of 26 June 2000 on the approximation of the laws of the Member States relating to the front underrun protection of motor vehicles and amending Council Directive 70/156/EEC

71. European Parliament Directive 2003/20/EC of the Council of 8 April 2003 amending Council Directive 91/671/EEC on the approximation of the laws of the Member States relating to compulsory use of safety belts in vehicles of less than 3,5 tonnes Official Journal L 115 , 09/05/2003 P. 0063 - 0067 (ES, DA, DE, EL, EN, FR, IT, NL, PT, FI, SV)

72. European Parliament Directive 2005/27/EC amending, for the purposes of its adaptation to technical progress, Directive 2003/97/EC of the and of the Council, concerning the approximation of the laws of the Member States relating to the type approval of devices for indirect vision and of vehicles equipped with these devices Official Journal L81/44 , 30/03/2005

73. European Parliament and of the Council relating to the use of frontal protection systems on motor vehicles and amending Council Directive 70/156/EEC Directive of the European Passive Safety Network (2004) RoadMap of Future Automotive Passive Safety Technology Development

74. European Transport Safety Council (ETSC) (2003) Cost Effective EU Transport Safety Measures, Brussels <http://www.etsc.be/documents/costeff.pdf>

75. Faerber, E., EEVC Approach to the Improvement of Crash Compatibility between Passenger Cars, Presented to the 2005 ESV Conference, http://eevc.org/publicdocs/ESV2005_WG15_05-0155-O.pdf

76. Fails, A. and Minton, R. (2001) Comparison of EuroNCAP assessments with injury causation in accidents, TRL Ltd, Crowthorne, Berkshire Document number 319

77. Ferguson, S.A., Lund, A.K, Greene, M.A.(1995) Driver fatalities in 1985 –94 airbag cars Arlington, VA, Insurance Institute for Highway Safety/Highway Loss Data Institute

78. Folksam (2005) How Safe Is your Car? Folksam Research <http://www.folksam.se/engelsk/index.htm>

79. Furness, S., Connor, J., Robinson, E., Norton, R., S Ameratunga, S., Jackson, R. Car colour and risk of car crash injury: population based case control study *BMJ* 2003;327:1455-1456 (20 December), doi:10.1136/bmj.327.7429.1455
80. Gane, J. and Pedder, J. (1999) Measurement of Vehicle Head Restraint Geometry; SAE 1999-01-0639
81. Happian-Smith, J. and Chinn, B. P. (1990) Simulation of airbag restraint systems in forward impacts of motorcycles, International Congress and Exposition, Detroit (SAE 9000752)
82. Hardy, B.J. and G.J.L. Lawrence (2005) A study on the feasibility of measures relating to the protection of pedestrians and other vulnerable road users – addendum to Final report, Report to the European Commission, Enterprise Directorate General Automotive Industry, TRL Ltd, Finery, Crowthorne Berkshire
83. Harmonised Research Activities <http://www-nrd.nhtsa.dot.gov/>
84. Hobbs, C. A. ed (2001) Priorities for Motor Vehicle Safety Design, European Transport Safety Council, Brussels Vehicle Safety – web text Project co-financed by the European Commission, Directorate-General Transport and Energy 16/10/2009 Page 49
85. Honda http://europa.eu.int/comm/transport/roadsafety/charter/signatoires_81_en.htm
86. Honda <http://world.honda.com/news/2005/2050908.html>
87. Huang, B. and Preston, J. (2004) A Literature Review on Motorcycle Collisions Final Report, Transport Studies Unit Oxford University
88. Iijima, S., Hosono, S., Ota, A., Yamamoto (1998) Exploration of an airbag concept for a large touring motorcycle. 16th ESV Canada
89. Ingebrigtsen, S. (1990) Risikofaktorer ved ferdsel med moped og motorsykel. TØIrapport 66. Transportøkonomisk institutt, Oslo
90. International Council on Alcohol, other Drugs and Traffic safety (2001) (ICADTS) Working Group Report 1 on Alcohol Ignition Interlocks <http://www.icadts.org/reports/AlcoholInterlockReport.pdf>
91. International Harmonised Research Activity, <http://www-nrd.nhtsa.dot.gov/ihra/>
92. International Research Council on the Biomechanics of Impact (IRCOBI), <http://www.ircobi.org>
93. International Road Traffic and Accident Database (1994) (IRTAD). Under-reporting of road traffic accidents recorded by the police at the international level special report. OECD-RTR. Road Transport Programme
94. International Road Transport Union (IRU) <http://www.iru.org/>
95. International Standards Organisation ISOFIX <http://www.iso.org/iso/en/prodsservices/popstds/isofix.html>
96. Jacobsson, L. (2004) Whiplash Associated Disorders in Frontal and Rear-End Car Impacts. Biomechanical. Doctoral Thesis, Crash Safety Division, Dept of Machine and Vehicle Systems. Chalmers University of Technology, Sweden

97. Kampen, L.T.B. van & Schoon, C.C. (1999). The safety of trucks; an analysis of accidents and measures commissioned by the sector organization Transport and Logistics Netherlands. SWOV-report R-99-31 [only in Dutch]
98. Koornstra, M., Bijleveld, F., Hagenzieker, M. The safety effects of daytime running lights, Leidschendam, Institute for Road Safety Research, 1997 (SWOV Report R-97-36).
99. Kleinberger, M., Voo, L., Merkle A., Bevan, M., Chang, S. and F. McKoy (2003) The role of seatback and head restraint design parameters on rear impact occupant dynamics, 19th ESV Conference
100. Knight I. (2001) A review of fatal accidents involving agricultural vehicles or other commercial vehicles not classified. ed as a goods vehicle, 1993 to 1995 Crowthorne, Transport Research Laboratory (TRL Report No.498).
101. Krafft, M., Kullgren, A., Ydenius, A., Boström, O., Håland, Y. and Tingvall, C. (2004) Rear impact neck protection by reducing occupant forward acceleration – a study of cars on Swedish roads equipped with crash recorders and a new anti-whiplash device, Proceedings IRCOBI Conference
102. Krafft, M. (1998) Non-Fatal Injuries to Car Occupants - Injury assessment and analysis of impacts causing short- and long-term consequences with special reference to neck injuries, Doctoral thesis, Karolinska Institute, Stockholm, Sweden Vehicle Safety – web text Project co-financed by the European Commission, Directorate-General Transport and Energy 16/10/2009 Page 50
103. Kullgren et al ed (2005) In Car Enforcement Technologies Today, ETSC, Brussels
104. Langeveld, P.M.M. & Schoon, C.C. (2004) Cost-benefit analysis of measures for trucks. SWOV-report, R-2004-11 [only in Dutch]
105. Langwieder, K., Gwehenberger, J. and Bende, J. (2000) The Commercial Vehicle in the Current Accident Scene and Potentials for Additional Enhancement of Active and Passive Safety", Munich
106. Lardelli-Claret, P., De Dios Luna-Del-Castillo, J., Juan Jimenez-Moleon, J., Femia-Marzo, P., Moreno-Abril, O. et al (2002) Does vehicle color influence the risk of being passively involved in a collision? *Epidemiology* 2002;13: 721-4.
107. Lawrence, G. (2003) A study on the feasibility of measures relating to the protection of pedestrians and other vulnerable road users, Report to DG Enterprise and Industry, European Commission
http://europa.eu.int/comm/enterprise/automotive/pagesbackground/pedestrianprotection/pedestrian_protection_study.pdf
108. Le Claire, M. , C. Visvikis, C. Oakley, T. Savill, M. Edwards and R. Cakebread (2003) The safety of wheelchair occupants in road passenger vehicles , TRL Ltd, Crowthorne
109. Lenard, J., Frampton, R., Kirk, A., Morris, A., Newton, R, Thomas, P. and Fay P. (2000) An overview of accidents and safety priorities for light goods vehicles, IMechE paper

110. Lie, A. and Tingvall. C. (2000) How does Euro NCAP results correlate to real life injury risks - a paired comparison study of car-to-car crashes, Paper presented at the IRCOBI conference Montpellier

111. Lundell, B., Jakobsson, L., Alfredsson, B., Lindström, M. and Simonsson, L. (1998) The WHIPS Seat - A Car Seat for Improved Protection Against Neck Injuries in Rear End Impacts, Proc. of the 16 th ESV conference, Windsor, Canada

112. Maycock, G. (1995) Driver sleepiness as a factor in cars and HGV accidents Crowthorne, Transport Research Laboratory Ltd (Report No.169).

113. Mayrhofer, E., Steffan, H. and Hoschopf, H. (2005) Enhanced Coach And Bus Occupant Safety, 19th ESV Conference Paper Number 05-0351 Washington

114. Morris, A., Welsh, Thomas, P. and Kirk (2005) "Head and Chest Injury Outcomes in Struck Side Crashes"; IRCOBI

115. Nairn, R. J. and Partners Pty Ltd (1993) Motorcycle safety research literature review: 1987 to 1991, CR 117. Canberra: Federal Office of Road Safety

116. National Highway Traffic Safety Administration, Traffic Safety facts 2002: children, Washington, DC 2002 (DOT HS-809-607)

117. Niewohner, W; Berg, F. A. and Froncz, M. (2001) Accidents with Vans and Box-type Trucks (Transporters); Results from Official Statistics and Real-life Crash Analyses. In Proceedings of Enhanced Safety in Vehicles (ESV) Conference, Amsterdam

118. OECD (2003) Impact on Road Safety Technologies http://www.oecd.org/document/38/0,2340,en_2649_34351_2023014_1_1_1_1,00.htm

119. Olsson, I., Bunketorp, O., Carlsson, G., Gustafsson, C., Planath, I., Norin, H., Ysander, L. (1990) An In-Depth Study of Neck Injuries in Rear End Collisions, Proc. IRCOBI Conf. on Biomechanics pp. 269-281 Vehicle Safety – web text Project co-financed by the European Commission, Directorate-General Transport and Energy 16/10/2009 Page 51

120. Pasanen, E. (1991). Ajonopeudet ja jalankulkijan turvallisuus [Driving speeds and pedestrian safety Espoo, Teknillinen korkeakoulu, Liikennetekniikka

121. Passive Safety Network, http://www.passivesafety.com/06_publications/psnroadmap.html

122. Peden, M., Scurfield, R., Sleet, D., Mohan, D., Hyder, A., Jarawan, E. and C. Mathers eds. (2004) World report on road traffic injury prevention. Geneva, World Health Organization

123. Peltola, H., Tapio, J. Rajamäki, R.(2004) Intelligent Speed Adaptation (ISA) – recording ISA in Finland. http://www.vtt.fi/rte/transport/tutkimus/liikenneturvallisuus/raportteja/isa_nvf2004_peltola.pdf

124. PROMISING (2001) Promotion of mobility and safety of vulnerable road users Leidschendam, Institute for Road Safety Research

125. PROSPER project, http://www.rwsavv.nl/servlet/page?_pageid=121&_dad=portal30&_schema=PORTAL30&p_folder_id=7737
126. Bovag RAI, 1998
127. Renault http://www.renault.com/renault_com/en/main/
128. RoSPA (2001) Motorcycling safety position paper. Royal Society for the Prevention of Accidents, Birmingham
129. Ruijs, P.A.J. (1997) 'Literature survey of motorcycle accidents with respect to the influence of engine size', TNO Automotive, report number 97.OR.VD.056.1/PR, Delft, The Netherlands
130. Rumar, K. ed.(1999) Intelligent transport systems and road safety, European Transport Safety Council, Brussels
131. Schoon, C.C. (1996) Invloed kwaliteit fiets op ongevallen. The influence of cycle quality in crashes Leidschendam, Institute for Road Safety Research (SWOV Report R-96-32)
132. Servadei, F. et al (2003). Effects of Italy's motorcycle helmet law on traumatic brain injuries. *Injury Prevention* 9:257 –260
133. Sosin, D.M., Sacks, J.J., Webb, K.W. (1996) Pediatric head injuries and deaths from bicycling in the United States. *Pediatrics* 1996,98:868 –870
134. SpeedAlert project <http://www.speedalert.org/>
135. Sporner, A. (2000) Passive Sicherheit auch auf dem Motorrad – Möglichkeiten durch den Airbag. Fachtagung "Fahrzeugairbags", Essen
136. Sporner, A., Langwieder, K., and Polauke (1990) Passive Safety for Motorcyclists – from the Legprotector to the Airbag. International Congress and Exposition, Detroit
137. Sporner, A. and Kramlich, T. (2000) Zusammenspiel von aktiver und passive Sicherheit bei Motorradkollisionen. InterMot 2000, München, September 2000
138. Standardisation of Accident and Injury Registration Systems (STAIRS), <http://www.cordis.lu/transport/src/stairsrep.htm>
139. STAPP Car Crash Conference [http://www.stapp.org/Vehicle Safety](http://www.stapp.org/Vehicle%20Safety) – web text Project co-financed by the European Commission, Directorate-General Transport and Energy 16/10/2009 Page 52
140. SWOV Daytime running lights Fact Sheet, http://www.swov.nl/rapport/Factsheets/FS_DRL.pdf
141. SWOV Summary (1997) Effectiveness of daytime motorcycle headlights in the European Union http://www.swov.nl/en/swovschrift/08/effectiveness_of_daytime_motorcycle_headlights_in_the_european_union.htm

142. Thatcham
<http://www.thatcham.org/ncwr/index.jsp;jsessionid=20B7C360F0B2E0915E83EC6608A3F4D3?page=112>
143. Thomas, S. et al.(1994) Effectiveness of bicycle helmets in preventing head injury in children: case-control study. *British Medical Journal* 308: 173 –176.
144. Thompson, D.C., Ri vara F.P., Thompson, R.S (1996) Effectiveness of bicycle safety helmets in preventing head injuries: a case-control study. *Journal of the American Medical Association* 1996,276:1968 –1973
145. Tingvall, C. and Haworth, N. (1999) Vision Zero - An ethical approach to safety and mobility, Paper presented to the 6th ITE International Conference Road Safety & Traffic Enforcement: Beyond 2000, Melbourne, 6-7 September 1999
146. Tingvall , C. et al (2003) The effectiveness of ESP (Electronic Stability Program) in reducing real-life accidents. ESV Paper 261,18th ESV Conference, Nagoya
147. Tingvall, C. (1998) The Swedish ‘Vision Zero’ and how parliamentary approval was obtained. Road Safety Research. Policing. Education Conference. 16-17 November 1998, Wellington, New Zealand. Proceedings: Volume 1. Land Transport Safety Authority. New Zealand Police. pp.6-8
148. Tingvall, C. (1987) Children in cars: some aspects of the safety of children as car passengers in road traffic accidents. *Acta, Paediatrica Scandinavica*, supplement 339149. United Nations Economic Commission for Europe
<http://www.unece.org/trans/main/wp29/wp29regs/22rv4e.pdf>
150. Unselt, T. et al (2004) Avoidance of “loss of control crashes” through the benefit of ESP FISITA Conference paper no. F2004V295, Barcelona
151. Van Loon, A. and Duynstee, L. (2001) Intelligent Speed Adaptation (ISA): A Successful Test in the Netherlands. Ministry of Transport, Transport Research Center (AVV). Proceeding of the Canadian Multidisciplinary Road Safety Conference XII URL: <http://www.rws-avv.nl/pls/portal30/docs/911.PDF> (2004-11-04)
152. VC Compact project <http://vc-compact.rtdproject.net/>
153. VDI (2000) Verein Deutscher Ingenieure, VDI Nachrichten 07.04.00.
154. VERONICA project <http://www.siemensvdo.com/NR/rdonlyres/D55B71E9-6644-450F-9A76-7281AFF63A44/0/vveronicaprno1eng.pdf>
155. Virtanen, N., Schirrokoff, A., Luoma, J. and R Kumala, (2006) eCall Safety Effects in Finland, eSafety Forum
156. Volvo (1997) CRS-study, COPS (Child Occupant Protection Seminar) Joint conference of Stapp and AAAM, Orlando. National Highway Traffic Safety Administration, Traffic safety facts 2002: children. Washington, DC, 2002 (DOT HS-809-607).
157. Volvo <http://www.volvoclub.org.uk/>
158. Wiklund, K. and Larsson, H. (1998) SAAB Active Head Restraint (SAHR) – Seat Design to Reduce the Risk of Neck Injuries in Rear Impacts, SAE paper 980297, SAE.

159. WHO World report on Road Traffic Injury Prevention (2004)
http://www.who.int/worldhealth-day/2004/infomaterials/world_report/en/

160. Yoganandan, Pintar and Gennarelli (2005) "Evaluation of Side Impact Injuries in Vehicles Equipped with Airbags"; IRCOB.