



Provincia Regionale di Catania



Unione Europea



DICA Università degli Studi di Catania

PROJECT TREN-03-ST-S07.31286

Identification of Hazard Location and Ranking of
Measures to Improve Safety on Local Rural Roads



Identificazione e Adeguamento delle Strade Pericolose

29 sett. 2006 - II RUOLO DELLE ISTITUZIONI NELLA SICUREZZA STRADALE
Il progetto I.A.S.P.
della Provincia Regionale di Catania

LE PROCEDURE DI ANALISI DI SICUREZZA SULLA VIABILITA' ESISTENTE

Alfonso Montella

Università degli Studi di Napoli Federico II
Dipartimento di Ingegneria dei Trasporti "Luigi Tocchetti"
alfonso.montella@unina.it



L'analisi di sicurezza

Circolare n.3699 Ministero LL.PP.

- Un esame **formale** di un progetto di una nuova strada, di un piano del traffico, **di una strada esistente**, o di qualsiasi progetto che interagisca con gli utenti della strada, in cui un **indipendente e qualificato** gruppo di esaminatori riferisce sui **potenziali pericoli** di incidente e sulle prestazioni in termini di sicurezza



Quadro normativo

Circolare n.3699 del 8/06/2001 del Ministero LL.PP.



Approccio tradizionale

- L'approccio tradizionale per la gestione della sicurezza (di tipo correttivo) parte dall'individuazione dei siti ad elevata incidentalità
- I siti ad elevata incidentalità possono essere individuati con tecniche statistiche più o meno sofisticate, che richiedono la disponibilità di:
 - dati di incidentalità
 - dati di traffico
 - modelli predittivi dell'incidentalità calibrati nella rete di studio



Limiti dell'approccio tradizionale

- I dati di incidente non sempre sono caratterizzati da elevata qualità e precisione
- I dati di traffico, in ambito extraurbano, sono disponibili solo in pochi casi e in genere per le strade di superiore categoria funzionale
- Gli incidenti sono un evento raro e casuale
 - se un sito non è caratterizzato da una storia di incidenti anomala non significa che un miglioramento della sicurezza non sia opportuno
- L'approccio tradizionale è di tipo puntuale e quindi ha effetto solo su una limitata porzione di rete



Relazione tra analisi di sicurezza e analisi di incidentalità

- Le analisi di sicurezza sono complementari, e non alternative, alle analisi di incidentalità
- Tanto minori sono i dati di incidentalità disponibili, tanto maggiore è il peso da assegnare alle analisi di sicurezza

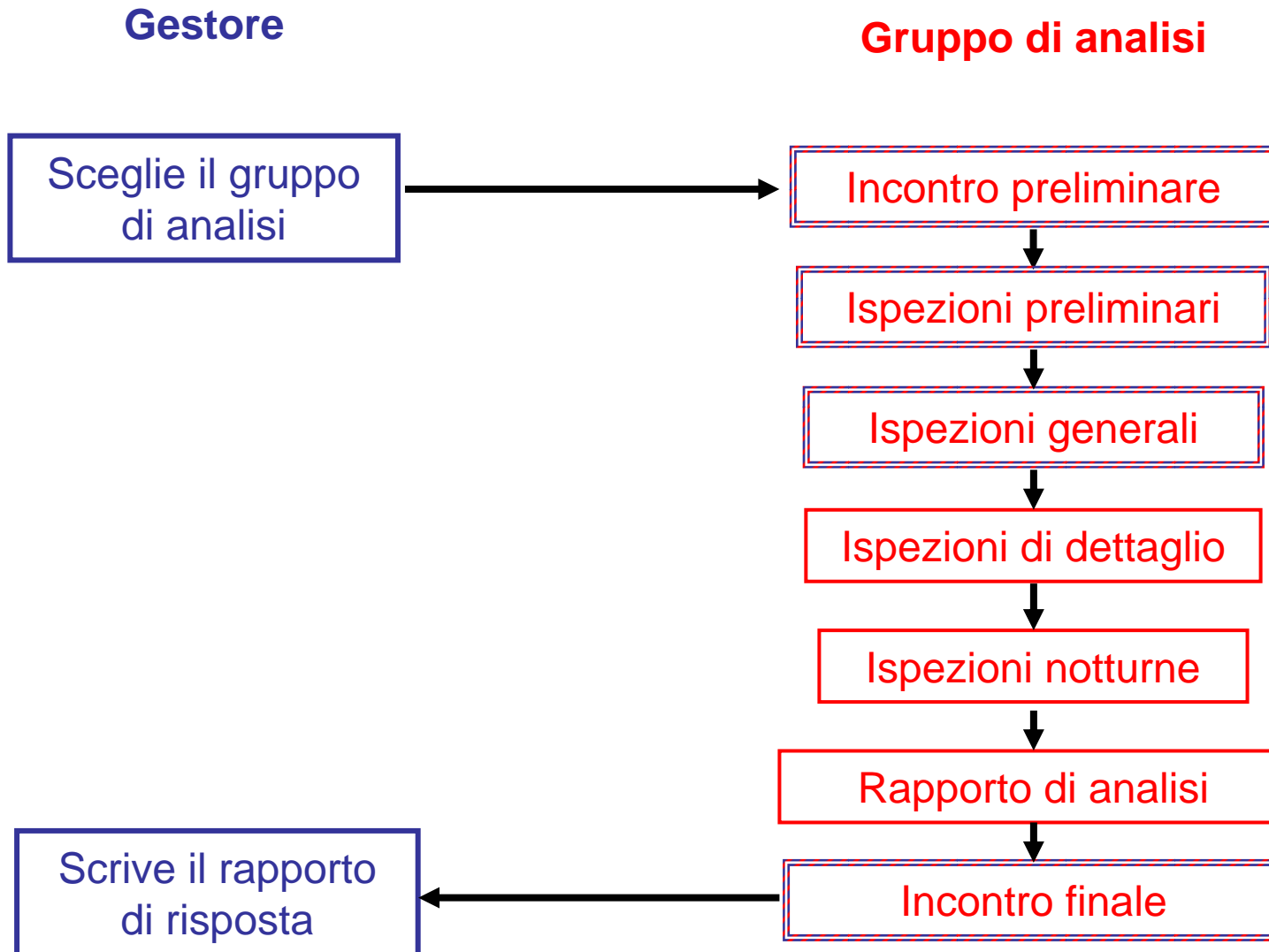


Il Road Safety Inspections Manual

- Lo scopo della formalizzazione delle procedure è:
 - documentare le procedure in modo da disporre di un **referimento preciso** per la realizzazione delle future analisi di sicurezza
 - ottenere un **maggior livello di oggettività** nello svolgimento di analisi di sicurezza da parte di diversi gruppi
 - **trasferire l'esperienza acquisita** nel progetto di ricerca ad altre amministrazioni



La procedura



Il ruolo dell'Ente gestore

- I **compiti integrativi** del Committente definiti nella procedura IASP sono:
 - partecipazione alle ispezioni del sito, in qualità di osservatore
 - discussione preliminare in ufficio inerente le problematiche generali
- **Vantaggi:**
 - il **gruppo di analisi può acquisire informazioni** dettagliate riguardanti la storia dei siti e le procedure di manutenzione e adeguamento
 - il **committente**, avendo la possibilità di interagire con il gruppo di analisi, **comprende più approfonditamente la procedura** e gli aspetti tecnici che motivano l'identificazione dei problemi



Il gruppo di analisi: competenze

- Capacità di comprendere come avvengono gli incidenti reali, e di capire che tipo di incidente può avere luogo in relazione alle caratteristiche del traffico e della strada
- Capacità di analizzare le necessità di tutti i tipi di utente della strada, e non solo del conducente di auto
- Capacità di suggerire raccomandazioni che siano soluzioni efficaci e praticabili per i problemi individuati, ossia soluzioni che hanno già dimostrato la loro efficacia nella riduzione degli incidenti in circostanze simili a quelle oggetto dell'analisi di sicurezza
- Conoscenza approfondita delle più recenti ricerche sulla sicurezza stradale



Il gruppo di analisi: composizione

- Il gruppo deve essere costituito da **più persone**
 - lo scambio di idee tra differenti esperti consente l'approfondimento di più punti di vista e una **maggiore obiettività** nel processo
- **Almeno tre persone**
 - in modo da rendere più efficienti le analisi dei siti
- Nel caso di gruppi composti da più di tre persone non è necessario che tutti i membri partecipino a tutte le fasi del processo



Fasi di ispezione

- **Ispezione preliminare**
 - diurna, per comprendere le problematiche generali e le caratteristiche della strada in relazione alla rete stradale, alla morfologia ed all'uso del territorio
- **Ispezione generale**
 - diurna, per esaminare più in dettaglio i problemi di sicurezza distribuiti lungo tutto il tronco di analisi
- **Ispezione dettagliata**
 - diurna, per esaminare i problemi di sicurezza localizzati in siti specifici
- **Ispezione notturna**
 - per analizzare la percezione della strada in assenza di illuminazione naturale



Ispezioni preliminari

- **Obiettivo**
 - analizzare le modalità con cui l'ambiente stradale è percepito e interpretato dai differenti utenti della strada
- **Lunghezza di ispezione**
 - non più di tre o quattro differenti strade della stessa rete, con una lunghezza complessiva non superiore a 100 km
- **Composizione del gruppo di ispezione**
 - il numero minimo di componenti è pari a tre:
 - il conducente
 - l'ispettore sul sedile anteriore
 - l'ispettore sul sedile posteriore
- **Attrezzature raccomandate**
 - ricevitore GPS con antenna esterna
 - videocamera digitale con sistema di supporto all'interno del veicolo



Ispezioni preliminari

- **Procedura**

- ogni strada è percorsa in **entrambe le direzioni a velocità normale**, ossia alla velocità prevalente del traffico
- nel corso della percorrenza si esegue una **ripresa video** del tracciato registrando i commenti del gruppo di ispezione
- il **conducente segnala oralmente la chilometrica**, riferendosi ai segnali di progressiva chilometrica installati sul margine destro, se questi sono presenti con continuità. Se mancano i segnali il conducente assume come origine l'inizio del percorso e si riferisce al contachilometri dell'auto
- il **conducente segnala eventuali manovre correttive** che intraprende durante la guida
- gli altri ispettori commentano gli aspetti che a loro avviso potrebbero rappresentare problemi di sicurezza
- il ricevitore GPS consente di georeferenziare punti di particolare utilità quali le progressive chilometriche, le intersezioni, gli accessi in curva e nei dossi, le curve pericolose, ecc.



Ispezioni generali

- **Obiettivo**
 - acquisire le principali informazioni sui problemi di sicurezza e la loro localizzazione lungo il tracciato
- **Lunghezza di ispezione**
 - ogni ispezione generale può interessare non più di 30 km
- **Composizione del gruppo di ispezione**
 - il numero minimo di componenti è pari a tre:
 - il conducente
 - l'ispettore sul sedile anteriore
 - l'ispettore sul sedile posteriore
- **Attrezzature raccomandate**
 - ricevitore GPS con antenna esterna
 - videocamera digitale con sistema di supporto all'interno del veicolo
 - liste di controllo



Ispezioni generali

- **Procedura**
 - La strada è percorsa in entrambe le direzioni a bassa velocità (circa 30 km/h):
 - si effettua una ripresa video
 - il conducente segnala la distanza percorsa ogni 100 m
 - gli ispettori sul sedile anteriore e su quello posteriore compilano le liste di controllo
 - Il ricevitore GPS è utilizzato per localizzare i punti iniziale e finale di ogni ispezione



Le liste di controllo

- La compilazione delle liste di controllo riduce la possibilità che importanti aspetti di sicurezza siano trascurati, **senza essere un sostitutivo della professionalità e dell'esperienza degli ispettori**
- Le liste di controllo IASP sono molto **sintetiche** e si riferiscono solo ai più comuni problemi di sicurezza che in genere sono presenti con continuità lungo le strade extraurbane a carreggiata unica
- Nelle liste di controllo sono stati inseriti **solo aspetti di facile individuazione**
- Nelle liste di controllo **non sono presenti aspetti relativi alla geometria d'asse** in quanto l'analisi di sicurezza della geometria d'asse viene eseguita come una procedura quantitativa distinta



Modulo per l'analista sul sedile anteriore

	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
SEZIONE A					
Margini					
Protezione rilevati					
Protezione bordo ponte					
Terminali o transizioni pericolose					
Alberi, Pali della luce, Ostacoli vari					
Cunette rettangolari o trapezie					
Visibilità					
Visibilità planimetrica					
Visibilità altimetrica					
SEZIONE B					
Accessi					
Pericolosità degli accessi					
Densità degli accessi					



Modulo per l'analista sul sedile posteriore

	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
SEZIONE A					
Sezione trasversale					
Larghezza corsia					
Larghezza banchina					
Pavimentazione					
Aderenza					
Irregolarità					
Delineazione					
Delineatori modulari di curva					
Delineatori di margine					
SEZIONE B					
Segnaletica verticale					
Segnaletica di obbligo/pericolo					
Segnaletica orizzontale					
Strisce di margine					
Striscia di mezzzeria					



La classificazione dei problemi di sicurezza

- I criteri per identificare e classificare i problemi di sicurezza sono basati sulla stima dell'effetto di ciascun problema sull'incidentalità
- La classificazione dei problemi di sicurezza ha due scopi:
 - supportare l'assegnazione di una scala di priorità delle misure di messa in sicurezza
 - costituire un riferimento per misurare l'efficacia nel tempo dei programmi di messa in sicurezza



Criteri per identificare i problemi di sicurezza relativi ai margini

Aspetti di sicurezza	Problemi gravi	Problemi lievi
Rilevati	<p>Rilevati con altezza superiore a 5 m non protetti o protetti con barriere inefficaci</p> <p>Rilevati con altezza superiore a 3 m e scarpate con elevate pendenze non protetti o protetti con barriere inefficaci</p> <p>Rilevati con altezza superiore a 3 m e scarpate con elevate pendenze protetti con barriere aventi bassa capacità di contenimento, qualora siano presenti ostacoli pericolosi al piede del rilevato</p>	<p>Rilevati con altezza compresa tra 1 e 3 m e scarpate con elevata pendenza non protetti o protetti con barriere inefficaci</p> <p>Rilevati con altezza superiore a 3 m e minore di 5 m protetti con barriere aventi bassa capacità di contenimento, qualora sia presente un significativo traffico di veicoli commerciali</p> <p>Rilevati con altezza superiore a 3 m e minore di 5 m protetti con barriere discontinue</p>
Bordo ponte	<p>Bordo ponte non protetto o protetto con barriere inefficaci</p> <p>Bordo ponte protetto con barriere con bassa capacità di contenimento, qualora sia presente un significativo traffico di veicoli commerciali</p>	<p>Bordo ponte con barriere non installate correttamente (p.e., cordolo eccessivamente alto, marciapiede non protetto)</p> <p>Bordo ponte con barriere di media capacità di contenimento in presenza di attraversamenti su strade, ferrovie o luoghi abitati</p>



Criteri per identificare i problemi di sicurezza relativi ai margini (2)

Aspetti di sicurezza	Problemi gravi	Problemi lievi
Terminali e transizioni	Terminali di barriere per bordo laterale privi di sistemi di assorbimento di energia Terminali di barriere per bordo ponte privi di sistemi di assorbimento di energia Terminale inclinato a terra Barriere metalliche e muri in calcestruzzo non collegati Barriere metalliche e muri in pietra non collegati Barriere per bordo laterale e per bordo ponte non collegate Barriere per bordo laterale e per bordo ponte collegate senza transizione Barriere per bordo laterale non collegate	Barriere metalliche di differenti caratteristiche collegate senza transizione adeguata
Alberi, pali della luce, ostacoli vari	Alberi di grande diametro distanti meno di 3 m dalla carreggiata Pali in calcestruzzo distanti meno di 3 m dalla carreggiata Pali metallici di grande diametro distanti meno di 3 m dalla carreggiata Ostacoli rigidi con possibilità di urto frontale o contro l'angolo distanti meno di 3 m dalla carreggiata	Alberi di grande diametro distanti tra 3 e 8 m dalla carreggiata Alberi di piccolo diametro distanti meno di 3 m dalla carreggiata Pali in calcestruzzo distanti tra 3 e 8 m dalla carreggiata Pali metallici di grande diametro distanti tra 3 e 8 m dalla carreggiata Pali metallici di piccolo diametro distanti meno di 3 m dalla carreggiata Ostacoli rigidi con possibilità di urto frontale o contro l'angolo distanti tra 3 e 8 m dalla carreggiata Alberi o ostacoli isolati (ogni 200 m circa)
Cunette rettangolari o trapezie	Cunette rettangolari o trapezie distanti meno di 3 m dalla carreggiata	Cunette rettangolari o trapezie distanti tra 3 e 5 m dalla carreggiata





Barriera per bordo ponte inefficace: problema grave



Alberi di grande diametro distanti meno di 3 m dalla carreggiata: problema grave



Rilevato con altezza compresa tra 1 m e 3 m: problema lieve

Criteri per identificare i problemi di sicurezza relativi alla visibilità

Aspetti di sicurezza Problemi gravi

Visibilità planimetrica Distanza di visibilità inferiore a circa 50 m per la presenza di ostacoli alla visibilità continui all'interno della curva

Visibilità altimetrica Presenza di un dosso con distanza di visibilità inferiore a 50 m

Problemi lievi

Distanza di visibilità superiore a circa 50 m ma insufficiente per garantire l'arresto del veicolo o la corretta percezione del tracciato

Presenza di ostacoli discontinui all'interno della curva (p.e. alberi isolati)

Presenza di un dosso con distanza di visibilità superiore a 50 m ma insufficiente per garantire l'arresto del veicolo o la corretta percezione del tracciato





Visibilità in curva inferiore a 50 m: problema grave



Visibilità in un dosso inferiore a 50 m: problema grave

Criteri per identificare i problemi di sicurezza relativi agli accessi

Aspetti di sicurezza	Problemi gravi	Problemi lievi
Pericolosità degli accessi	<p>Accessi con visibilità limitata</p> <p>Accessi in curva ($R < 300$ m)</p> <p>Accessi sui dossi</p> <p>Accessi distanti meno di 30 m dalle intersezioni (distanza misurata tra l'asse dell'accesso e l'asse dell'intersezione)</p>	<p>Accessi in curva ($R > 300$ m)</p> <p>Accessi stretti</p> <p>Accessi privi di segnaletica orizzontale</p> <p>Accessi privi dei delineatori di accesso (figura II 469 reg.)</p> <p>Accessi non pavimentati</p> <p>Accessi distanti tra 30 e 100 m dalle intersezioni (distanza misurata tra l'asse dell'accesso e l'asse dell'intersezione)</p>
Densità degli accessi	Presenza di tre o più accessi nel segmento ($L=200$ m, riferimento solo al lato di analisi)	Presenza di uno o due accessi nel segmento ($L=200$ m, riferimento solo al lato di analisi)





Accesso in curva ($R < 300$ m): problema grave

Criteri per identificare i problemi di sicurezza relativi alla sezione trasversale

Aspetti di sicurezza	Problemi gravi	Problemi lievi
Larghezza della corsie	$L < 2,75 \text{ m}$	$L > 4,50 \text{ m}$
Larghezza delle banchine	$2,75 \leq L < 3,25 \text{ m}$	$3,75 < L \leq 4,50 \text{ m}$





Larghezza della corsia inferiore a 2,75 m: problema grave





Banchine assenti: problema grave

Criteri per identificare i problemi di sicurezza relativi alla pavimentazione

Aspetti di sicurezza	Problemi gravi	Problemi lievi
Aderenza	<p>Aggregati levigati</p> <p>Risalita di bitume</p> <p>Assenza di macrorugosità</p> <p>Sgranamento degli inerti</p>	
Irregolarità	<p>Grate per lo smaltimento delle acque in carreggiata, chiusini di pozzetti non a livello</p> <p>Giunti dissestati dei ponti</p> <p>Buche in curva o in prossimità di intersezioni</p> <p>Buche profonde in rettilineo</p> <p>Irregolarità della pavimentazione in prossimità di curve o intersezioni</p> <p>Rilevanti irregolarità della pavimentazione in rettilineo</p> <p>Ormaie in curva</p> <p>Rappezzi in curva</p>	<p>Lievi irregolarità della pavimentazione in rettilineo</p> <p>Buche poco profonde in rettilineo</p> <p>Ormaie in rettilineo</p> <p>Rappezzi in rettilineo</p>





Aggregati levigati: problema di aderenza



Risalita di bitume: problema di aderenza



Giunto di viadotto dissestato: problema grave



Buca superficiale in rettilineo: problema lieve

Criteri per identificare i problemi di sicurezza relativi alla delineazione

Aspetti di sicurezza	Problemi gravi	Problemi lievi
Delineatori modulari di curva	<p>Delineatori assenti in curve con difficoltà di percezione</p> <p>Delineatori in numero insufficiente a percepire lo sviluppo della curva;</p> <p>Delineatori presenti solo in una direzione di marcia</p> <p>Delineatori inefficaci a causa di elevato degrado</p> <p>Delineatori non retroriflettenti</p> <p>Delineatori che indicano una direzione di curvatura errata</p> <p>Delineatori completamente coperti dalla vegetazione</p>	<p>Delineatori con retroriflettenza non elevata per effetto di mancanza di pulizia o lieve degrado</p> <p>Delineatori assenti in curve con modeste difficoltà di percezione</p> <p>Discontinuità localizzata nei delineatori</p> <p>Spaziatura dei delineatori insufficiente a percepire correttamente la curva;</p> <p>Delineatori non prolungati sull'intero sviluppo della curva</p> <p>Installazione del delineatore di curva stretta in luogo di delineatore modulare di curva (o viceversa)</p> <p>Delineatori parzialmente oscurati dalla vegetazione</p>
Delineatori normali di margine	<p>Assenza di delineatori sul margine</p> <p>Assenza di catarifrangenti nelle barriere di sicurezza, nei muri o nei delineatori</p> <p>Delineatori installati all'interno di opere di drenaggio non attraversabili</p>	<p>Altezza degli elementi catarifrangenti non costante lungo la strada</p> <p>Discontinuità localizzate nell'installazione dei delineatori</p> <p>Eccessiva spaziatura dei delineatori</p> <p>Catarifrangenti con retroriflettenza non elevata a causa di inadeguata manutenzione</p>





Curva con difficoltà di percezione non delineata: problema grave



Delineatore che indica una direzione di curvatura errata: problema grave



Discontinuità localizzata nei delineatori: problema lieve

Criteri per identificare i problemi di sicurezza relativi alla segnaletica verticale

Aspetti di sicurezza	Problemi gravi	Problemi lievi
Segnaletica di obbligo e di pericolo	Segnale di curva pericolosa assente o non visibile	Segnale di curva pericolosa poco visibile o degradato
	Segnale di dosso assente o non visibile	Segnale di dosso poco visibile o degradato
	Assenza di segnali di pericolo in corrispondenza di anomalie del tracciato	Segnale di precedenza assente, non visibile o degradato
		Segnaletica pubblicitaria installata in punti in cui crea disturbo visivo e distrazione
		Segnaletica di indicazione incompleta o poco leggibile
		Limite di velocità incongruente con le caratteristiche della strada
		Segnali di difficile interpretazione
		Segnali installati ad altezza non corretta





Segnale di pericolo non visibile: problema grave

Criteri per identificare i problemi di sicurezza relativi alla segnaletica orizzontale

Aspetti di sicurezza	Problemi gravi	Problemi lievi
Strisce di margine	Strisce di margine non presenti Strisce di margine molto degradate	Strisce di margine lievemente degradate Strisce di margine parzialmente coperte dalla vegetazione o detriti
Strisce di mezzzeria	Striscia centrale non presente Striscia centrale molto degradata Striscia centrale discontinua in assenza di visibilità per il sorpasso	Striscia centrale lievemente degradata





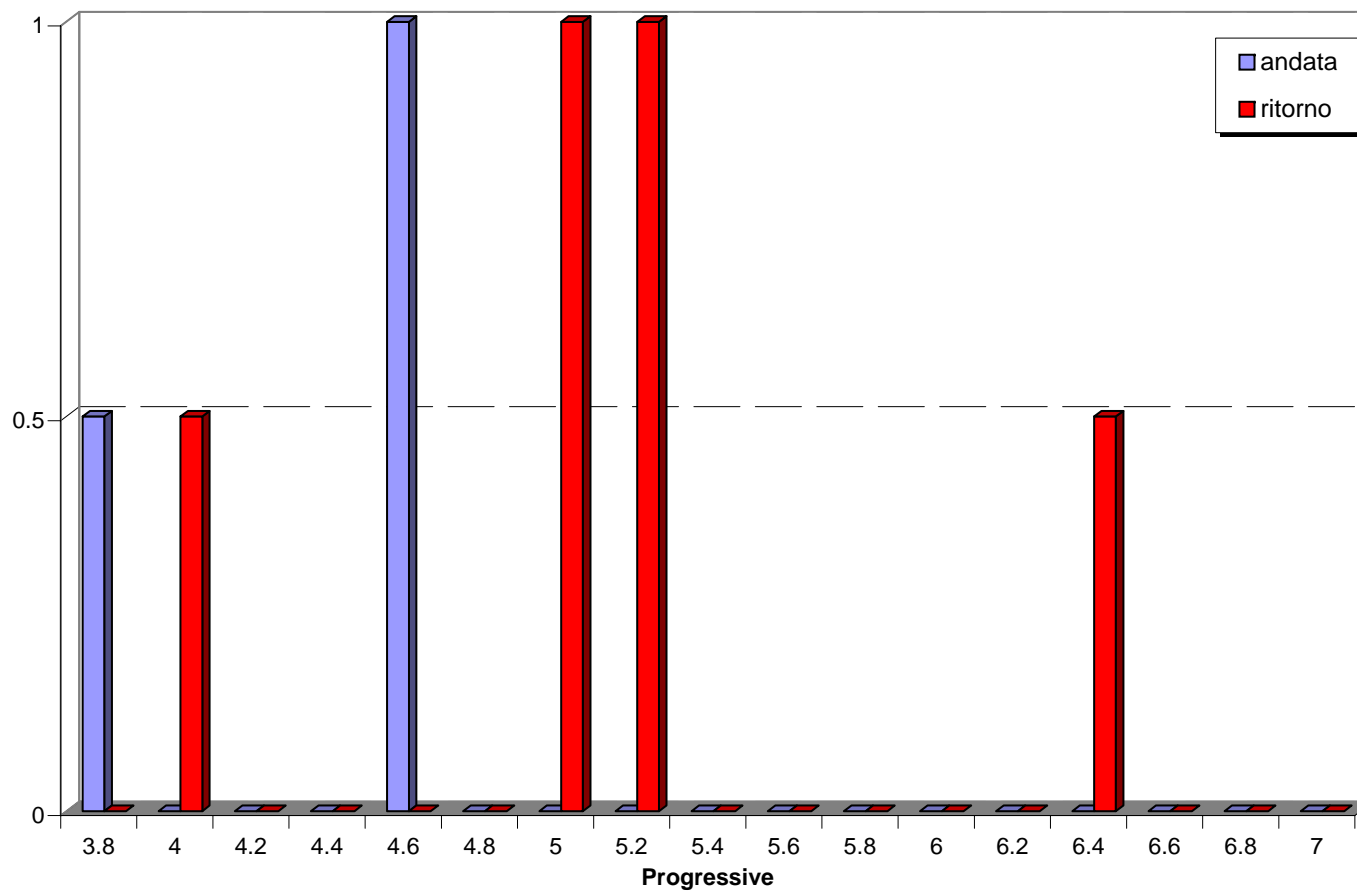
Strisce di margine assenti: problema grave



Strisce di margine lievemente degradate: problema lieve

SP 4 II – tronco tra il km 3+600 e il km 7+000 – Belpasso-S.M. Licodia

Problemi di sicurezza relativi alla visibilità planimetrica



Problemi generali e raccomandazioni

- I problemi **generali** caratterizzano una considerevole parte del tracciato e richiedono **interventi** di messa in sicurezza **di tipo distribuito**
- Per ogni problema viene formulata una raccomandazione. Le **raccomandazioni sono soluzioni ingegneristiche** ai problemi individuati. Esse indicano il tipo di misura da attuare ed eventuali specifiche tecniche ritenute di primaria importanza, ma non costituiscono un progetto
- Le problematiche e le raccomandazioni sono disaggregate in modo da evidenziare le specificità dei singoli elementi dell'infrastruttura, ma il miglioramento della sicurezza deve essere perseguito attraverso una strategia unitaria che coordini in modo congruente i differenti interventi
- Viene redatto un rapporto preliminare



I suggerimenti del manuale

- Per le più comuni categorie di problematiche generali il manuale riporta:
 - possibili categorie di **raccomandazioni**
 - principali **normative** di riferimento **nazionali**
 - principali **normative** di riferimento **internazionali**



Ispezioni di dettaglio

- **Obiettivo**
 - analizzare con maggiore approfondimento i siti che presentano problemi di sicurezza specifici e particolarmente rilevanti
- **Lunghezza di ispezione**
 - le ispezioni sono focalizzate su specifici siti
 - il numero di siti che può essere esaminato in ciascuna ispezione è limitato solo dal tempo disponibile
- **Composizione del gruppo di ispezione**
 - il numero minimo di componenti è pari a due



Ispezioni di dettaglio

- **Attrezzature raccomandate**
 - abbigliamento protettivo ad elevata visibilità
 - ricevitore GPS
 - video camera digitale
 - foto camera digitale
 - ruota di misura o distanziometro laser
 - inclinometro
 - moduli di ispezione e supporto rigido per la scrittura
 - misuratori di velocità (eventuali)
 - contatori di traffico (eventuali)
 - cronometro (eventuale)



Ispezioni di dettaglio

- **Procedura per i tronchi**
 - si percorre la strada a bassa velocità in entrambe le direzioni fermandosi nei siti che evidenziano i maggiori problemi di sicurezza o specifici aspetti che richiedono un approfondimento dell'analisi
 - sono realizzate anche foto dei problemi generali che saranno poi inserite nel rapporto finale
 - nei siti oggetto di approfondimento
 - il gruppo effettua un'ispezione camminando nel sito e avendo cura di osservare sia la strada che il comportamento degli utenti
 - si effettuano foto dei problemi riscontrati, ed eventualmente riprese video di comportamenti pericolosi dei guidatori
 - si compila il modulo di ispezione



Modulo di ispezione per i tronchi stradali (1/2)

Nome strada:	Numero progressivo del problema:
ID punti GPS:	ID prima e ultima foto:
<ul style="list-style-type: none"> - Curva: <input type="checkbox"/> - Rettilineo: <input type="checkbox"/> - Pendenza longitudinale: pianeggiante <input type="checkbox"/> livelletta <input type="checkbox"/> - Rilevato: <input type="checkbox"/> Trincea: <input type="checkbox"/> Mezzacosta: <input type="checkbox"/> Viadotto: <input type="checkbox"/> Galleria: <input type="checkbox"/> 	
Descrizione dei problemi	
Geometria orizzontale <ul style="list-style-type: none"> - Curva preceduta da lungo rettilineo: <input type="checkbox"/> - Serie di curve: <input type="checkbox"/> - Pendenza trasversale adeguata: <input type="checkbox"/> - Misura della pendenza trasversale corsia dx. corsia sx. - Ostruzioni alla visibilità: <input type="checkbox"/> - Misura della visibilità disponibile: Note:	Geometria verticale <ul style="list-style-type: none"> - Dosso: <input type="checkbox"/> - Visibilità nel dosso adeguata: <input type="checkbox"/> - Misura della visibilità disponibile: - Sacca: <input type="checkbox"/> - Elevata pendenza longitudinale: <input type="checkbox"/> Note:
Sezione trasversale <ul style="list-style-type: none"> - Larghezza corsie: - Larghezza banchine: Note:	Margini: <ul style="list-style-type: none"> - Rilevati con protezione inadeguata: <input type="checkbox"/> - Bordo ponte con protezione inadeguata: <input type="checkbox"/> - Terminali pericolosi: <input type="checkbox"/> - Transizioni pericolose: <input type="checkbox"/> - Alberi, Pali della luce, Ostacoli rigidi: <input type="checkbox"/> - Cunette rettangolari o trapezie: <input type="checkbox"/> - Altro _____ Note:
Presenza di accessi: <input type="checkbox"/>	Note:
Aderenza della pavimentazione inadeguata: <input type="checkbox"/>	Note:
Regolarità della pavimentazione inadeguata: <input type="checkbox"/>	Note:
Segnaletica orizzontale inadeguata: <input type="checkbox"/>	Note:
Segnaletica verticale inadeguata: <input type="checkbox"/>	Note:
Delineazione inadeguata: <input type="checkbox"/>	Note:



Modulo di ispezione per i tronchi stradali (2/2)

Comportamenti pericolosi degli utenti <ul style="list-style-type: none">- Velocità elevate: <input type="checkbox"/>- Formazione di code: <input type="checkbox"/>- Manovre errate<ul style="list-style-type: none">o Frenate improvvise: <input type="checkbox"/>o Sorpassi pericolosi: <input type="checkbox"/>o Invasione delle corsie opposte: <input type="checkbox"/> <p>Note:</p>	
Presenza di tracce di incidenti (barriere danneggiate, vetri sulla pavimentazione, tracce di frenata, ecc.): <input type="checkbox"/>	Note:
Foglio 2	
Pianta schematica del sito	Schema grafico dei possibili incidenti
Note:	Descrizione dei possibili scenari di incidente:



Ispezioni di dettaglio

- **Procedura per le intersezioni**
 - ogni intersezione è percorsa sia in auto che a piedi
 - l'analisi dei **comportamenti degli utenti** costituisce uno dei momenti principali dell'ispezione
 - in presenza di particolari criticità si raccomanda di acquisire conteggi di traffico (nell'ora di punta) e rilievi delle velocità di approccio all'intersezione
 - in assenza di rilievi di velocità, la valutazione dell'adeguatezza della distanze di visibilità per le differenti correnti di traffico può essere eseguita misurando il tempo intercorrente tra l'istante in cui il veicolo in conflitto entra nel campo di visibilità e l'istante in cui lo stesso veicolo attraversa il punto di conflitto con la corrente in esame
 - si compila il modulo di ispezione



Modulo di ispezione per le intersezioni (1/2)

Tipo di intersezione: <input type="checkbox"/> a T <input type="checkbox"/> a doppia T <input type="checkbox"/> a Y <input type="checkbox"/> Rotatoria <input type="checkbox"/> altra configurazione (specificare)_____	
Nome strade confluenti nel nodo:	
ID punto GPS:	ID prima e ultima foto:
Geometria orizzontale - Intersezione in interno curva: <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no - Intersezione in esterno curva: <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no - Curva in uno dei rami di approccio: <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no Note:	Geometria verticale - Intersezione su di un dosso: <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no - Dosso in uno dei rami di approccio: <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no - Elevata pendenza longitudinale: <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no - Intersezione in una sacca: <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no - Continuità del profilo della secondaria: <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no Note:
Corsie specializzate - Corsia di svolta a sx.: <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no - Elevati volumi di svolta a sx: <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no - Conteggio dei volumi di svolta a sx: - Corsia di decelerazione.: <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no - Elevati volumi di svolta a dx: <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no - Conteggio dei volumi di svolta a dx: Note:	Canalizzazioni - Isola divisionale sulla secondaria: <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no - Corsia di svolta a sinistra priva di canalizzazione materializzata: <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no - Isole di canalizzazione inadeguate: <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no Note:
Ostruzioni alla visibilità: <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no	Note:
Presenza di accessi: <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no	Note:
Ostacoli sui margini: <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no	Note:



Modulo di ispezione per le intersezioni (2/2)

Aderenza della pavimentazione inadeguata: <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no	Note:
Segnaletica di preavviso inadeguata: <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no	Note:
Segnaletica di indicazione inadeguata: <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no	Note:
Segnaletica di obbligo e precedenza inadeguata: <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no	Note:
Segnaletica orizzontale inadeguata: <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no	Note:
Delineazione inadeguata: <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no	Note:
Comportamenti pericolosi degli utenti <ul style="list-style-type: none"> - Velocità di approccio elevate: <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no - Lunghe code: <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no - Manovre errate <ul style="list-style-type: none"> o Frenate improvvise: <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no o Arresto sulla principale per individuare il percorso: <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no o Invasione delle corsie opposte: <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no o Difficoltà nell'eseguire le svolte: <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no 	
Presenza di tracce di incidenti (barriere danneggiate, vetri sulla pavimentazione, tracce di frenata, ecc.): <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no	Note:
Foglio 2 (non in scala)	
Pianta schematica dell'intersezione	Schema grafico dei possibili incidenti
Note	Descrizione dei possibili scenari di incidente:



Ispezioni notturne

- **Obiettivo**
 - comprendere la percezione dell'ambiente stradale da parte degli utenti in assenza di illuminazione naturale
- **Lunghezza di ispezione**
 - ogni ispezione notturna può interessare non più di 100 km
- **Composizione del gruppo di ispezione**
 - il numero minimo di componenti è pari a tre:
 - il conducente
 - l'ispettore sul sedile anteriore
 - l'ispettore sul sedile posteriore
- **Attrezzature raccomandate**
 - ricevitore GPS con antenna esterna
 - videocamera digitale con sistema di supporto all'interno del veicolo



Ispezioni notturne

- **Procedura**
 - ogni strada è percorsa a **velocità normale** in entrambe le direzioni
 - nel corso della percorrenza si esegue una **ripresa video** del tracciato registrando i commenti del gruppo di ispezione
 - la **localizzazione di specifici problemi** non evidenziati nelle ispezioni diurne si effettua utilizzando un ricevitore GPS in modalità cinematica
 - nei giorni successivi l'ispezione notturna il gruppo di ispezione si riunisce, esamina le riprese video e annota nel rapporto le problematiche evidenziate dall'ispezione notturna



Rapporto di ispezione

- Per ogni strada studiata si scrive un rapporto di ispezione
- Il rapporto è scritto nella forma “**problema/raccomandazione**”, dove il problema è descritto anche in termini di tipologia di incidente potenziale e la raccomandazione è una soluzione ingegneristica al problema individuato
- Il rapporto di ispezione contiene la descrizione dettagliata della procedura seguita e riporta i risultati dello studio, documentando e motivando le raccomandazioni formulate



Rapporto di ispezione (2)

- Il rapporto contiene le seguenti sezioni:
 - **a) introduzione**
 - nome della strada, date delle ispezioni, nomi e qualifiche dei componenti del gruppo di ispezione, informazioni sui dati forniti dal committente, procedura utilizzata
 - **b) problemi generali del tracciato**
 - grafici di sintesi sulla natura, la gravità e l'estensione dei problemi, descrizione dettagliata dei problemi, identificazione delle potenziali tipologie di incidente, foto esemplificative dei problemi, descrizione delle raccomandazioni per risolvere o mitigare i problemi
 - **c) problemi specifici del tracciato**
 - descrizione dettagliata dei problemi, identificazione delle potenziali tipologie di incidente, foto esemplificative dei problemi, descrizione delle raccomandazioni per risolvere o mitigare i problemi
 - **d) problemi delle intersezioni**
 - descrizione dei problemi comuni, descrizione delle raccomandazioni per risolvere o mitigare i problemi comuni, descrizione dei problemi delle singole intersezioni, identificazione delle potenziali tipologie di incidente delle singole intersezioni, foto esemplificative dei problemi delle singole intersezioni, descrizione delle raccomandazioni per risolvere o mitigare i problemi delle singole intersezioni
 - **e) sintesi in forma tabellare dei problemi e delle raccomandazioni**
 - **f) dichiarazione di completamento del rapporto e firma dei componenti del gruppo di ispezione**



Validazione della procedura

- L'affidabilità della procedura è stata **validata** confrontando la classificazione dei problemi di sicurezza generali eseguita da **differenti gruppi di ispezione**
- Il grado di accordo dei risultati dei differenti gruppi di ispezione è stato verificato utilizzando **la statistica k**
- Il coefficiente k fornisce una misura del **grado di accordo** tra differenti soggetti che hanno classificato una serie costituita da N parametri di valutazione con una scala di M categorie di giudizio



La statistica k

$$k = \frac{P - P_e}{1 - P_e}$$

dove:

P = frequenza relativa di accordo tra gli ispettori (0,00÷1,00)

P_e = frequenza relativa di accordo attesa per caso (0,00÷1,00)

Un coefficiente k uguale ad **1** implica **accordo perfetto**, mentre un coefficiente uguale a **0** implica **nessun accordo** oltre quello atteso per caso. Un coefficiente **negativo** implica **disaccordo** tra gli ispettori



La significatività della statistica k

- Quando il numero di valutazioni è ampio ($N > 30$) la distribuzione campionaria di k è approssimativamente **normale**
- Formulando l'ipotesi nulla di nessun accordo oltre quello atteso per caso, il livello di significatività del grado di accordo può essere determinato valutando la probabilità del rapporto $k/\sqrt{\text{var}(k)}$ per una distribuzione di probabilità normale
- Un livello di significatività α del **10%** può essere considerato soddisfacente



Statistica k e livello di accordo tra due ispettori

Aspetti di sicurezza	Valori calcolati	P	P _e	k	Var(k)	Livello di significatività (%)	Significatività (α≠ 10%)
Margini							
Protezione rilevati	0,753	0,721	0,117	0,0177	18,8	No	
Protezione bordo ponte	1,000	1,000	-	-	-	Dati non significativi	
Terminali o transizioni pericolose	0,623	0,478	0,278	0,0063	<0,1	Si	
Alberi, Pali della luce, Ostacoli vari	0,324	0,368	-0,041	0,0040	74,2	No	
Cunette rettangolari o trapezie	1,000	1,000	-	-	-	Dati non significativi	
Visibilità							
Visibilità planimetrica	0,630	0,552	0,174	0,0062	1,3	Si	
Visibilità altimetrica	0,955	0,951	-	-	-	Dati non significativi	
Accessi							
Pericolosità degli accessi	0,515	0,482	0,063	0,0047	17,7	No	
Densità degli accessi	0,595	0,360	0,367	0,0028	<0,1	Si	
Sezione trasversale							
Larghezza corsia	0,603	0,524	0,165	0,0075	2,9	Si	
Larghezza banchina	0,534	0,456	0,144	0,0057	2,9	Si	
Pavimentazione							
Aderenza	0,905	0,909	-	-	-	Dati non significativi	
Irregolarità	0,675	0,542	0,291	0,0059	<0,1	Si	
Delineazione							
Delineatori modulari di curva	0,655	0,519	0,283	0,0054	<0,1	Si	
Delineatori di margine	0,890	0,895	-	-	-	Dati non significativi	
Segnaletica verticale							
Segnaletica di obbligo/pericolo	0,835	0,791	0,212	0,0189	6,2	Si	
Segnaletica orizzontale							
Strisce di margine	0,570	0,421	0,258	0,0036	<0,1	Si	
Striscia di mezzzeria	0,735	0,401	0,558	0,0034	<0,1	Si	



Discussione dei risultati

- Uno degli aspetti principali della procedura è la **identificazione e classificazione dei problemi di sicurezza** che permette l'utilizzo dei risultati dell'ispezione come parte di un sistema di gestione per la definizione e programmazione degli interventi per la sicurezza stradale
- **L'accordo** tra differenti gruppi di ispettori nella classificazione dei problemi di sicurezza è risultato **soddisfacente** se si considera che l'identificazione dei problemi sulle strade esistenti è un compito complesso basato su valutazioni di esperti, non supportato da misurazioni strumentali



Grazie per l'attenzione!

