

LA PIANIFICAZIONE DEGLI INTERVENTI SU UNA INFRASTRUTTURA STRADALE IN RIFERIMENTO AI LIVELLI DI INCIDENTALITÀ ACCERTATI ED ATTESI

Luciano Cera¹
Paola Di Mascio²
Filadelfio Manasserì³

SOMMARIO

Le caratteristiche costruttive e lo stato di manutenzione rendono la rete infrastrutturale italiana spesso inadeguata alle attuali esigenze di mobilità.

Le caratteristiche costruttive infatti discendono da un approccio progettuale basato sulla assunzione di una velocità di progetto coerente con la tipologia della sezione stradale nell'ipotesi che la condizione di maggior rischio sia correziata alla marcia del veicolo isolato. Questo assunto, mentre poteva essere accettabile quando le velocità di marcia ed i livelli di motorizzazione erano esigui, oggi, con il continuo evolversi delle prestazioni dei veicoli e dei flussi di traffico, non lo si può più ritenere alla base della progettazione stradale.

La pianificazione degli interventi manutentori è invece resa difficoltosa dalla esiguità delle risorse finanziarie: esemplare al riguardo è lo stato di degrado della viabilità ordinaria per la quale vengono destinate al gestore risorse spesso irrisorie. L'assenza di una razionale pianificazione porta a decidere interventi spesso inadeguati e non risolutivi delle situazioni peggiori in termini di percorribilità e di sicurezza.

Questo stato di cose è spesso causa di incidenti stradali, che rappresentano anche un importante costo socio-economico. Lo studio che si propone presenta una metodologia operativa per la programmazione degli interventi sulla rete viaria, assumendo come parametro decisionale la riduzione del livello di incidentalità sull'infrastruttura.

Questo lavoro prende le mosse da uno studio pilota che la Regione Abruzzo ha avviato sulla S.S.17 e sulla S.S.261, nell'ottica della futura gestione della rete di interesse regionale, con l'obiettivo di individuare i parametri che caratterizzano l'arteria (geometrici, strutturali e di traffico) e tra questi quelli che incidono sull'incidentalità al fine di pianificare con razionalità gli interventi di manutenzione in considerazione delle risorse finanziarie a disposizione.

INTRODUZIONE

La pianificazione degli interventi sulla rete viaria viene effettuata su una serie di parametri che gli Enti Gestori valutano in funzione delle risorse finanziarie disponibili cercando di ottimizzare il rapporto benefici/costi. Molto spesso però, a nostro giudizio, in tali criteri di valutazione non sono considerate con la giusta importanza le condizioni di sicurezza della circolazione stradale.

È stato opportunamente detto [1] che "... fino ad oggi non è stato tenuto in debito conto, il fattore incidentalità: infatti il tradizionale approccio progettuale è stato basato sull'assunzione di una velocità di progetto coerente con la tipologia della sezione stradale e da essa si fanno discendere standard geometrici vincolanti, nell'ipotesi che la condizione di maggior rischio è correlata alla marcia di un veicolo isolato in condizioni normali. Questo assunto, mentre poteva essere accettabile quando i livelli di motorizzazione erano esigui, oggi non può essere più a base della progettazione e/o della pianificazione degli interventi di una infrastruttura viaria.

La marcia in sicurezza dei veicoli è legata a molteplici fattori che variano dalle caratteristiche della strada, alle condizioni meteorologiche, alle condizioni di deflusso, alle diverse condizioni fisiche dell'utente, ecc.,...

Un comportamento pericoloso da parte degli utenti è per esempio quello indotto da particolari situazioni che essi

devono affrontare durante il percorso. Tali situazioni di rischio potrebbero quindi essere eliminate con opportuni interventi in modo da diminuire i punti in cui all'utente vengono richieste manovre particolarmente difficili o in cui l'utente non riesce a percepire chiaramente il rischio a cui va incontro".

La pericolosità di un'arteria stradale, che è sostanzialmente legata alla sue caratteristiche geometriche e al suo inserimento nell'ambiente circostante, può essere valutata mediante un'osservazione attenta e critica della storia degli incidenti su di essa avvenuti.

Aderendo alla campagna europea per la sicurezza stradale ed al fine di mettere a punto una metodologia che consenta di razionalizzare le esigue risorse a disposizione, la Regione Abruzzo ha avviato uno studio pilota sulla verifica della percorribilità di due strade statali, la S.S.17 dell'Appennino Abruzzese e la S.S.261 Subequana, avendo come obiettivo l'aumento della sicurezza e dei livelli di servizio.

Nell'ambito di tale studio è stata definita una procedura di carattere generale per la valutazione della pericolosità di una infrastruttura stradale e, sulla base di quest'ultima, per la definizione delle priorità di intervento sull'arteria.

La procedura prevede le seguenti fasi:

¹ ESA s.r.l.

² Università degli Studi di Roma "La Sapienza"

³ Assessore ai Lavori Pubblici della Regione Abruzzo

1. Raccolta dati;
2. Individuazione dei tronchi omogenei in funzione delle caratteristiche geometriche e funzionali dell'arteria;
3. Classificazione dei tronchi omogenei sulla base di valutazioni di pericolosità;
4. Analisi delle cause di incidente per ogni singolo tronco;
5. Scelta del tipo di intervento in funzione della causa prevalente.

1. RACCOLTA DATI

Una corretta applicazione della metodologia di valutazione della pericolosità della strada prevede la raccolta dei dati riguardanti:

- L'inquadramento territoriale dell'arteria (cartografia)
- Le caratteristiche dell'infrastruttura
- Il traffico
- Gli incidenti
- Le velocità medie di percorrenza

Alcuni di questi dati sono reperibili presso gli Enti Gestori dell'infrastruttura, altri richiedono rilievi ed osservazioni in sito.

Particolarmente utili per la scelta delle sezioni di rilievo sono dei sopralluoghi preliminari in base ai quali può essere inoltre effettuata una prima suddivisione della strada in tronchi di caratteristiche fisiche e funzionali omogenee (di cui si dirà più avanti). Detta suddivisione ovviamente risulterà definitiva solo quando la raccolta dei dati sarà completa.

Cartografia

Il numero ed il tipo di carte è legato alla problematica che si presenta.

Mentre è sempre opportuno esaminare una carta tecnica, da cui si può evincere la geometria della strada, il livello di antropizzazione dei territori attraversati e le interconnessioni con le altre infrastrutture presenti nel territorio, lo studio di carte tematiche deve fornire altre indicazioni riguardanti:

- La stabilità dei pendii attraversati (carta geologica-geomorfologica)
- La presenza di corsi d'acqua e invasi (carta dei vincoli idrologici)
- La presenza di emergenze storico-archeologiche (carta dei vincoli archeologici)
- La presenza di aree sensibili dal punto di vista ambientale (carta sulle aree protette, vincolo paesistico, vincolo forestale)
- Le tipologie dei suoli attraversati (carta dell'uso dei suoli)
- Lo stato di antropizzazione presente e prevedibile (piani regolatori generali e piani di dettaglio)
- Tutte le altre cartografie tematiche che servono a descrivere in dettaglio il territorio di influenza della strada.

Da non trascurare sono i piani di trasporto e della viabilità esistenti e in previsione, i quali rappresentano fondamentali strumenti per classificare l'infrastruttura.

Caratteristiche dell'infrastruttura

I dati sull'infrastruttura stradale necessari nell'analisi di pericolosità dell'arteria sono:

- Geometria della strada: larghezza della carreggiata, composizione della piattaforma, andamento planimetrico, altimetria;
- Caratteristiche superficiali del manto stradale: tipo di pavimentazione, stato del manto, regolarità, scivolosità;
- Segnaletica;
- Dispositivi di sicurezza;
- Condizioni ambientali: distanza dai centri abitati, inserimento in aree protette, fattori meteorologici particolari, ecc.

Tali dati sono particolarmente importanti nell'analisi delle cause degli incidenti avvenuti sui diversi tronchi dell'infrastruttura oltre che per l'individuazione dei tronchi omogenei.

Dati di traffico

Per eseguire una analisi del traffico statisticamente attendibile occorre avere i dati di almeno 5 anni. La difficoltà nel reperimento di tali dati sta nel fatto che molto spesso le sezioni in cui sono stati fatti i rilievi nel passato non coincidono con la suddivisione in tronchi stabilita sull'arteria in studio.

I rilievi devono essere fatti nelle sezioni significative per la caratterizzazione del tracciato.

I principali elementi caratterizzanti il rilievo delle correnti veicolari sono:

- il giorno della settimana,
- la durata del rilievo,
- l'intervallo di conteggio.

Per il giorno di rilievo l'esperienza ha dimostrato che si possono assumere, come sufficientemente rappresentativi di condizioni medie, i flussi di traffico di un giorno feriale medio dell'anno, salvo che specifiche finalità richiedano l'esecuzione del rilievo anche in periodi particolari (si pensi, ad esempio, alle necessità di regolazione del traffico nei centri turistici stagionali).

La durata del rilievo è diversa se si tratta di sezione o di intersezione stradale: nel primo caso i dati di traffico debbono esprimere l'andamento dei flussi lungo tutto l'arco della giornata per comprendere come si carica la rete e quali sono i momenti di punta; nel secondo caso i dati di traffico debbono riferirsi ai vari momenti di punta della giornata, in quanto su tali periodi va effettuato il dimensionamento della regolazione delle intersezioni.

L'intervallo di conteggio, cioè di registrazione dei flussi di traffico transitati, è ormai diffusa consuetudine identificarlo in 15 minuti primi. Infatti, in questo lasso di tempo tutti i fenomeni dovuti ad accadimenti casuali (quali attraversamento di pedoni, fermate bus, piccoli incidenti, ecc.) possono essere facilmente riassorbiti; per contro, intervalli di più lunga durata attenuerebbero troppo i fenomeni di punta.

Una corrente veicolare risulta composta da vari tipi di veicoli (autovetture, motoveicoli, autocarri, bus, autotreni, ecc.), che presentano un comportamento notevolmente diverso tra loro; basti pensare al ritardo alla partenza agli incroci, alle diverse velocità di marcia,

alle fasce di ingombro in curva, alle caratteristiche di accelerazione o agli spazi di frenatura, ecc.

Per riportare il traffico reale, costituito da una vasta gamma tipologica di veicoli, a quello assunto convenzionalmente di sole autovetture per la definizione del Traffico Giornaliero Medio, vengono utilizzati dei coefficienti variabili in funzione della tipologia di veicoli, così per esempio, un veicolo pesante equivale a più autovetture, (2 5 in funzione della grandezza e del suo ingombro), mentre un veicolo a due o tre ruote motorizzato equivale a 0,5 autovetture.

Dati di incidentalità'

La raccolta e l'organizzazione dei dati sugli incidenti stradali, in Italia, è affidata all'Istituto Nazionale di Statistica (ISTAT), sulla base delle informazioni fornite da Polizia Stradale, Carabinieri, Pubblica Sicurezza e Vigili Urbani.

Si ricorda che le Forze dell'Ordine sono obbligate a redigere un verbale di incidente solo quando ci sono feriti e/o morti oppure quando le persone coinvolte nell'incidente lo richiedono. I dati statistici sono quindi sufficientemente esaustivi per quanto riguarda i sinistri più gravi, mentre sono limitati per gli incidenti nei quali si rilevano solo danni lievi.

Oltre all'ISTAT, esistono raccolte di dati di incidentalità anche presso alcuni Enti Gestori di strade.

Per effettuare una corretta analisi della sinistrosità su una infrastruttura occorre raccogliere dati per un periodo sufficientemente lungo da essere statisticamente significativi. Nella maggior parte dei casi, tale periodo non deve essere inferiore a 5 anni.

L'andamento degli incidenti nel tempo, può fornire informazioni su particolari interventi effettuati sull'arteria in esame. Per esempio, una brusca diminuzione in un punto può indicare l'avvenuta esecuzione di un intervento migliorativo.

In generale, le informazioni da raccogliere riguardano:

- Luogo dell'incidente
- Data e ora dell'incidente
- Numero e tipo di veicoli coinvolti
- Svolgimento dell'incidente
- Conseguenze dell'incidente (feriti, morti).

Velocità medie di percorrenza

Il rilievo delle velocità medie di percorrenza che effettivamente tengono gli utenti su strada è essenziale nell'analisi di verifica della funzionalità delle arterie in relazione alle attuali norme sulle caratteristiche geometriche e di traffico delle strade extraurbane. È noto infatti che le attuali norme sono state concepite con l'intenzione di condizionare il comportamento dell'utente identificando una dipendenza diretta della velocità di progetto con la tipologia della sezione stradale e quindi con tutte le altre caratteristiche plano-altimetriche dell'infrastruttura.

La conoscenza dell'effettiva velocità tenuta dagli utenti è pertanto necessaria per un confronto diretto con la velocità di progetto lungo tutto il percorso dell'infrastruttura in esame.

2. INDIVIDUAZIONE DEI TRONCHI OMOGENEI

L'intero itinerario in studio deve essere diviso in tronchi omogenei, in tratti, cioè, nei quali le caratteristiche

tecniche dell'infrastruttura, i flussi e la tipologia del traffico, la disciplina della circolazione, le condizioni ambientali si mantengono in un campo di variabilità limitato.

La definizione dei tronchi omogenei è un processo iterativo. Essi infatti possono essere individuati in una prima fase sulla base della cartografia, dei dati disponibili presso gli Enti Gestori e dei sopralluoghi preliminari. Successivamente può essere necessaria una ridefinizione dei tronchi omogenei in base a nuove realtà emerse dai rilievi effettuati su strada.

In genere si raccomanda che i singoli tronchi omogenei non siano inferiori a 1 km in ambito extraurbano e a 100 m in ambito urbano.

3. CLASSIFICAZIONE DEI TRONCHI OMOGENEI SULLA BASE DI VALUTAZIONI DI PERICOLOSITÀ'

Il livello di pericolosità di un tronco omogeneo può essere definito mediante un'analisi quantitativa degli incidenti. Quest'ultima può condursi calcolando degli opportuni indicatori di incidentalità.

Quelli abitualmente impiegati per le infrastrutture extraurbane sono:

Numero totale di incidenti

Il primo, elementare indice della sinistrosità, è rappresentato dal numero totale di incidenti verificatosi su un tronco stradale in un certo periodo. Tale parametro può essere utile per valutare l'evoluzione nel tempo degli incidenti stradali e nel sistema complessivo dell'infrastruttura di trasporto oltreché per individuare i punti neri del tracciato.

Numero di incidenti al Km (Ik)

L'indicatore "numero di incidenti al km" consente di valutare la pericolosità delle diverse tratte omogenee di cui è costituita l'arteria e di confrontare la pericolosità dell'infrastruttura in studio con quella di altre strade, in accordo con la metodologia utilizzata dall'ISTAT per la rete stradale italiana. Tale indice prescinde dalle cause che hanno generato l'incidente e dal traffico che la percorre.

Tasso di incidentalità (Ii)

Il tasso di incidentalità permette di esprimere un giudizio sulla sinistrosità dell'arteria, consentendo di valutare la probabilità per ciascun utente di subire un incidente su un tratto omogeneo di strada lungo L_i noti i flussi di traffico in transito.

Viene espresso come numero di incidenti in rapporto ad un milione di veicoli x Km, secondo la relazione:

$$I_i = \frac{10^6 \times N_i}{365 \times L_i \times TGM_i}$$

dove:

I_i = Tasso di incidenti per il tronco i esimo

N_i = Numero di incidenti avvenuti nel periodo di riferimento nel tronco omogeneo i esimo

TGM_i = Traffico Giornaliero Medio nel tronco i esimo, valutato sulla base dei dati a disposizione

L_i = Lunghezza in Km. del tronco iesimo

Tasso di incidentati (I_m)

Tale indicatore consente di valutare la probabilità di subire un infortunio a seguito di un incidente su un tratto omogeneo di strada lungo " L_i ". Noti i flussi di traffico in transito viene espresso come numero totale di infortunati (considerando sia i feriti che i morti) in rapporto ad un milione di veicoli x Km.

$$I_m = \frac{10^6 \times (F_i + D_i)}{365 \times L_i \times TGM_i}$$

dove, oltre le grandezze già note:

I_m = Tasso di incidentati per il tronco iesimo

F_i = numero di feriti conseguenza degli incidenti N_i

D_i = numero di decessi conseguenza degli incidenti N_i

Diverse esperienze sono state indirizzate verso analisi di razionalizzazione dei costi di gestione e manutenzione stradale eseguite sul parametro "riduzione del numero di incidenti". Ma mentre nel passato, c'è stata una tendenza generalizzata a perseguire strategie basate su interventi localizzati, tesi cioè alla eliminazione dei "punti neri" (che non ha portato a quei benefici che si attendevano), negli ultimi anni la programmazione della manutenzione è indirizzata verso l'esecuzione di interventi generalizzati, tesi cioè ad adeguare in maniera uniforme tutta l'arteria. Questa nuova tendenza è dovuta al fatto che l'eliminazione del "punto nero" produce effetti su un numero assoluto di incidenti marginale rispetto al totale degli incidenti. Tale considerazione non deve comunque essere generalizzata, non possono cioè essere trascurate quelle disfunzioni localizzate che possono contribuire ad aumentare il livello d'incidentalità della strada.

4. ANALISI DELLE CAUSE DI INCIDENTE STRADALE E SCELTA DEL TIPO DI INTERVENTO

Il verificarsi di un incidente stradale dipende dall'interazione di numerose cause legate:

- al comportamento dell'utente (attitudine, esperienza, capacità)
- alle caratteristiche dei veicoli (manutenzione, prestazioni)
- alle condizioni ambientali (meteorologia, visibilità, intensità del traffico ecc)
- all'infrastruttura stradale (geometria, pavimentazioni, segnaletica, condizioni ambientali ecc).

Lo studio delle cause e della dinamica di un sinistro è un fenomeno molto complesso in quanto non è sempre possibile individuare i fattori che intervengono, quali di questi fattori siano completamente indipendenti dagli altri, e quali siano eliminabili in fase di progettazione e/o gestione di una infrastruttura stradale.

Studi condotti in diversi Paesi [2,3,4] hanno comunque stabilito che almeno il 18% degli incidenti è legato alle caratteristiche dell'infrastruttura stradale e che tale percentuale aumenta quando è in combinazione con il fattore umano.

Lo studio delle cause che provocano un incidente su un determinato tronco stradale permette di approfondire la relazione fra evento sinistoso e caratteristiche

geometriche dell'infrastruttura e di evidenziare eventuali anomalie di tracciato.

E' ormai noto che le caratteristiche geometriche della strada condizionanti la marcia dei veicoli e quindi la probabilità che si verifichi un incidente sono:

- altimetria: il maggior numero di incidenti avviene in pianura, e quando intervengono variazioni altimetriche, prevalgono gli incidenti in discesa rispetto a quelli in salita,
- andamento planimetrico: prevalgono gli incidenti sui rettilinei rispetto a quelli in curva,
- meteorologia: la gran parte degli incidenti si verifica in condizioni meteorologiche non sfavorevoli con la superficie del manto stradale asciutta, e solo in misura minore avvengono su strada bagnata, ancor meno con tempo piovoso.

Questi risultati, apparentemente inaspettati, derivano dall'esame dei dati ISTAT che prendono in esame solo gli incidenti con danni alle persone e gravi danni alle cose. In realtà essi confermano l'opinione che gli incidenti stradali più gravi avvengono a causa dell'alta velocità, la quale è spesso dovuta dall'influenza negativa esercitata sull'utente da caratteristiche geometriche, che in determinati tratti sovente inducono ad una errata interpretazione dell'ambiente circostante.

Per quanto riguarda quindi la scelta dell'intervento manutentorio si dovrà osservare, in seguito all'analisi delle cause di incidente, quali sono gli scostamenti dei valori effettivi delle caratteristiche geometriche e di pavimentazione dai valori prescritti. Ogni intervento dovrà comunque sempre essere esaminato non solo nel tronco omogeneo dove si prevede venga eseguito, ma nell'arteria nel suo complesso, esaminando l'intero itinerario dal punto di vista delle sue caratteristiche di leggibilità e comfort da parte dell'utente.

5. UNA APPLICAZIONE

5.1 PREMESSA

Con lo slogan "10 secondi ... che possono cambiare la vita", il governo ha avviato un programma per la sicurezza stradale, aderendo con slancio alla sfida che la Commissione Europea ha rivolto agli Stati membri per ridurre del 40% i morti sulle strade entro il 2001.

Il Ministro dei Lavori Pubblici, Paolo Costa, ha evidenziato, in diverse occasioni, che: "i costi umani ed economici della strage che, ogni anno, avviene sulle strade sono enormi e richiedono uno sforzo senza pari nei prossimi anni. Oltre 6 mila morti, 260 mila feriti in centinaia di migliaia di incidenti sono un prezzo troppo alto per tutti noi, anche se spesso chi muore sulla strada non fa notizia".

Per dare una concreta attuazione alle indicazioni del Governo nazionale, la Regione Abruzzo ha avviato uno studio sulla verifica della percorribilità di due statali: la S.S. 17 dell'Appennino Abruzzese e la S.S. 261 Subequana, per rispondere all'esigenza improrogabile di migliorare la sicurezza sulla rete stradale regionale, in considerazione in primo luogo dell'imminente trasferimento alle regioni delle strade statali.

L'impegno della Giunta Regionale è rivolto a ricercare soluzioni gestionali e progettuali volte a migliorare le condizioni di vivibilità e di percorribilità con l'obiettivo di aumentare il livello di servizio della rete infrastrutturale nel rispetto dei valori ambientali visto che l'Abruzzo si

propone all'Europa come regione verde e dei parchi. Il fine ultimo è quello di mettere a punto una metodologia di pianificazione degli interventi di manutenzione per una corretta gestione del patrimonio infrastrutturale. Per questo motivo è stato avviato anche uno studio pilota per la formazione del catasto delle strade su alcune arterie, primo passo per la formazione del sistema informativo stradale.

L'intento è quello di incentivare una pianificazione coordinata nell'ottica della predisposizione di una Legge Regionale che abbia l'obiettivo di:

- riorganizzare il traffico e la circolazione, regolamentando la velocità e l'uso delle infrastrutture per le diverse componenti di traffico,
- aumentare il livello di servizio e ridurre l'inquinamento ambientale ed i consumi energetici,
- ridurre il livello di incidentalità sulle strade.

Lo studio, proprio perché vuole essere una esperienza pilota da estendere ad altre strade di interesse regionale, è attuato su due arterie che per le loro caratteristiche geometriche e di traffico sono fortemente diverse fra loro:

- la S.S.17 DELL'APPENNINO ABRUZZESE si presenta come arteria regionale fondamentale per itinerari di lunga percorrenza, essa rappresenta la dorsale montana interna sviluppandosi dal confine regionale laziale fino al confine regionale molisano per una lunghezza di oltre 142 Km all'interno della regione.
- La S.S.261 SUBEQUANA è una strada di montagna che si snoda, per una lunghezza di circa 36,00 km., all'interno della superba valle Subequana. L'itinerario, paesaggisticamente suggestivo, è assai ricco di piccoli centri montani del parco regionale del Velino Sirente.

5.2 RACCOLTA DEI DATI

Sono state acquisite tutte le informazioni necessarie alla conoscenza del territorio in cui si andava ad operare:

- sono stati effettuati una serie di sopralluoghi sulle arterie in studio e di incontri con i tecnici della Regione, dell'ANAS e degli organi di polizia che hanno permesso di individuare le problematiche di maggiore rilevanza;
- sono state acquisite le cartografie tematiche di maggior utilità per lo studio che hanno permesso di evidenziare le specificità del territorio attraversato;
- è stato eseguito il rilievo della sezione trasversale e di tutte le caratteristiche geometriche dell'infrastruttura utili per lo studio in corso;
- sono state rilevate le velocità medie di percorrenza per un confronto con le velocità di progetto dei singoli tratti delle arterie al fine di verificarne la funzionalità e la rispondenza alle attuali norme sulle caratteristiche geometriche e di traffico delle strade extraurbane;
- sono stati acquisiti i dati sugli incidenti stradali, direttamente presso gli organi di polizia (polizia stradale, corpo dei carabinieri, corpo dei vigili urbani). Tale lavoro, lungo e complesso, ha fornito informazioni utili sulle dinamiche degli incidenti;
- il compartimento ANAS di L'Aquila ha fornito i dati di traffico esistenti rilevati su diverse sezioni e per diversi giorni della settimana, del mese e per diversi anni. Grazie a questa considerevole mole di dati è stato possibile fare le elaborazioni presentate di seguito.
- il lavoro è stato completato eseguendo una serie di indagini di traffico sulle intersezioni più importanti del

tracciato e su tutti i tronchi in cui è stato suddiviso l'itinerario.

Lo studio è ancora in corso e pertanto alcuni dati, se pur già disponibili, non sono stati ancora elaborati definitivamente.

5.3 SUDDIVISIONE DELL'ITINERARIO IN TRONCHI OMOGENEI

L'analisi dell'infrastruttura ha evidenziato l'utilità di suddividere la SS 17 in tronchi aventi caratteristiche simili in termini di flussi di traffico, percorribilità, circolazione, condizioni ambientali, ecc.

Sono stati eseguiti dei sopralluoghi mirati ad individuare una prima suddivisione in tronchi omogenei sulla base delle seguenti considerazioni:

- distribuzione dei flussi di traffico: i tronchi sono stati delimitati fra le intersezioni ritenute significative per quanto riguarda la distribuzione del traffico,
- caratteristiche geometriche ed ambientali della sezione trasversale.

La SS. 17 è stata quindi suddivisa in 12 tronchi omogenei (T1 ... T12); successivamente all'elaborazione dei dati degli incidenti e di traffico i tronchi T7, T8 e T9 sono stati a loro volta suddivisi per garantire le necessarie condizioni di omogeneità.

5.4 DATI DI TRAFFICO

I flussi di traffico sono necessari per la definizione del Traffico Giornaliero Medio (TGM) e degli indici di incidentalità.

5.4.1 DATI ANAS

L'ANAS effettua costantemente nel corso dell'anno sulla rete in gestione rilievi di traffico. Per la S.S.17 i dati riferiti agli ultimi cinque anni riguardano solo due sezioni, per altre tre sono stati rilevati in coincidenza delle rilevazioni ISTAT.

L'esame dei dati forniti dall'ANAS sulle cinque sezioni rilevate, e di cui in tabella 1 si presentano i dati elaborati della sezione sul tronco T11 Roccaraso, porta a fare le seguenti considerazioni:

- il traffico notturno (dalle 19 alle 7) rappresenta una quota del traffico diurno (dalle 7 alle 19) compresa fra il 30% ed il 50% a seconda dell'ubicazione del tronco raggiungendo i valori elevati nelle zone interne: tronchi T10 (Pettorano sul Gizio)-T11 (Roccaraso).
- il traffico dell'ora di punta rappresenta circa l'11,0% del TGM con una variabilità contenuta nel limite del 15,0% in più o in meno rispetto al valore medio aritmetico. Questo risultato è estremamente significativo in quanto permette di ricavare con sufficiente approssimazione il TGM una volta individuato il traffico dell'ora di punta.

TABELLA 1: Dati di traffico ANAS della sezione S.S.17-Roccaraso km 142+700

Data	FLUSSI GIORNALIERI EQUIVALENTI UA				ORA DI PUNTA UA/h	
	Traffico Diurno 7.00-19.00 [1]	Traffico Notturno 19.00-7.00 [2]	TGM [1]+[2]	% Not/Diu [2]/[1]	ora	Traffico
ANNO DI RILIEVO : 1993						
09-mag	2,991	Nd	nd	nd	17-18	383
16-giu	5,089	2,578	7,667	0.51	18-19	574
07-nov	3,339	2,036	5,375	0.61	17-18	476
10-dic	5,919	Nd	nd	nd	17-18	813
Media	4,335	2,307	6,642	0.56	-	562
% del traffico ora di punta su TGM =0.09						
ANNO DI RILIEVO : 1994						
09-mar	5,062	1,866	6,928	0.37	10-11	648
08-mag	3,469	2,456	5,925	0.71	12-13	526
15-giu	4,280	2,216	6,496	0.52	8-9	393
08-ott	4,460	nd	Nd	nd	18-19	546
02-dic	5,476	nd	Nd	nd	17-18	754
Media	4,549	2,179	6,728	0.53	-	573
% del traffico ora di punta su TGM =0.09						
ANNO DI RILIEVO : 1995						
20-feb	5,196	nd	nd	nd	13-14	686
27-mag	3,714	1,463	5,177	0.39	7-8	472
27-set	4,335	2,373	6,708	0.55	17-18	490
07-ott	4,196	1,768	5,964	0.42	17-18	508
Media	4,360	1,868	6,228	0.45	-	539
% del traffico ora di punta su TGM =0.09						
ANNO DI RILIEVO : 1996						
13-mar	5,849	3,305	9,154	0.57	9-10	1,035
09-lug	5,051	nd	nd	Nd	9-10	546
Media	5,450	3,305	8,755	0.57	-	791
% del traffico ora di punta su TGM =0.09						
ANNO DI RILIEVO : 1997						
12-apr	4,126	2,598	6,724	0.63	12-13	432
11-giu	4,838	2,583	7,421	0.53	7-8	573
Media	4,482	2,591	7,073	0.58	-	503
% del traffico ora di punta su TGM =0.07						

Legenda: nd =dato non disponibile

5.4.2 DATI RILEVATI

Le indagini di traffico eseguite su strada hanno avuto lo scopo di integrare e completare i dati forniti dall'ANAS ed hanno riguardato:

- Il rilievo dei flussi di traffico sulle 12 principali intersezioni, effettuato nei periodi di punta della mattina, del pomeriggio e della sera, ad intervalli costanti di 15 minuti primi e suddiviso per le diverse categorie di veicoli e correnti di manovra.
- Il rilievo dei flussi di traffico su tutti i tronchi in cui è stata suddivisa l'arteria, effettuati ininterrottamente dalle 7 alle 19 ad intervalli costanti di 15 minuti primi e suddivisi per le diverse categorie di veicoli e per i due sensi di marcia.

I flussi veicolari rilevati sulle intersezioni, mostrano una notevole variabilità da un quarto d'ora all'altro, evidenziando comunque che le correnti con flussi maggiori sono sempre rappresentate dai collegamenti con i centri urbani, in particolare con le città di l'Aquila, Sulmona e Castel di Sangro, o verso le principali direttrici (collegamenti autostradali e principali nodi di scambio).

Caratteristica comune dei dati raccolti sulle sezioni, è il loro andamento piuttosto variabile nell'arco della giornata dove le punte di traffico coincidono con l'ingresso e l'uscita dai centri principali (città e centri di interesse). Un esempio dei flussi di traffico rilevati è riportato in tabella 2.

TABELLA 2: Flussi di traffico rilevati sulla sezione S.S.17 - Km 33+000, Dir. Antrodoco

Coefficienti di equivalenza	
Moto	M = 0.5
Auto	A = 1.0
Veicoli pesanti	P = 2.5
Autotreni	T = 5.0

Sezione: SS 17 - T3 Prog. Km 33+000
Corrente: 1.2 - Dir. Antrodoco
Data rilievo: Martedì 05.05.98

ORARIO	M	A	P	T	UA/15'	#	ORARIO	UA/ora
7.00 - 7.15	0	151	15	0	189		7.00 - 8.00	1,178
7.15 - 7.30	1	192	8	0	213		7.15 - 8.15	1,397
7.30 - 7.45	2	260	15	0	299		7.30 - 8.30	1,565
7.45 - 8.00	0	424	17	2	477		7.45 - 8.45	1,561
8.00 - 8.15	1	362	16	1	408		8.00 - 9.00	1,484
8.15 - 8.30	2	350	12	0	381		8.15 - 9.15	1,456
8.30 - 8.45	2	239	22	0	295		8.30 - 9.30	1,433
8.45 - 9.00	0	355	16	1	400		8.45 - 9.45	1,598
9.00 - 9.15	0	332	19	0	380		9.00 - 10.00	1,518
9.15 - 9.30	2	304	17	2	358		9.15 - 10.15	1,534
9.30 - 9.45	1	422	13	1	460		9.30 - 10.30	1,594
9.45 - 10.00	5	267	20	0	320		9.45 - 10.45	1,569
10.00 - 10.15	0	321	24	3	396		10.00 - 11.00	1,674
10.15 - 10.30	5	353	21	2	418		10.15 - 11.15	1,655
10.30 - 10.45	0	405	12	0	435		10.30 - 11.30	1,645
10.45 - 11.00	5	365	23	0	425		10.45 - 11.45	1,647
11.00 - 11.15	3	345	12	0	377		11.00 - 12.00	1,564
11.15 - 11.30	3	371	14	0	408		11.15 - 12.15	1,575
11.30 - 11.45	3	405	12	0	437		11.30 - 12.30	1,568
11.45 - 12.00	0	327	6	0	342		11.45 - 12.45	1,561
12.00 - 12.15	2	357	8	2	388		12.00 - 13.00	1,615
12.15 - 12.30	3	359	10	3	401		12.15 - 13.15	1,567
12.30 - 12.45	5	385	11	3	430		12.30 - 13.30	1,533
12.45 - 13.00	3	369	10	0	396		12.45 - 13.45	1,455
13.00 - 13.15	2	321	7	0	340		13.00 - 14.00	1,454
13.15 - 13.30	1	336	12	0	367		13.15 - 14.15	1,570
13.30 - 13.45	1	316	12	1	352		13.30 - 14.30	1,601
13.45 - 14.00	1	357	15	0	395		13.45 - 14.45	1,563
14.00 - 14.15	3	359	14	12	456		14.00 - 15.00	1,387
14.15 - 14.30	0	285	39	3	398		14.15 - 15.15	1,258
14.30 - 14.45	2	270	11	3	314		14.30 - 15.30	1,168
14.45 - 15.00	0	204	6	0	219		14.45 - 15.45	1,208
15.00 - 15.15	2	296	12	0	327		15.00 - 16.00	1,321
15.15 - 15.30	0	285	9	0	308		15.15 - 16.15	1,330
15.30 - 15.45	2	330	9	0	354		15.30 - 16.30	1,384
15.45 - 16.00	3	285	18	0	332		15.45 - 16.45	1,401
16.00 - 16.15	5	303	12	0	336		16.00 - 17.00	1,404
16.15 - 16.30	3	300	24	0	362		16.15 - 17.15	1,360
16.30 - 16.45	6	285	29	2	371		16.30 - 17.30	1,291
16.45 - 17.00	3	318	6	0	335		16.45 - 17.45	1,199
17.00 - 17.15	2	288	1	0	292		17.00 - 18.00	1,172
17.15 - 17.30	2	279	5	0	293		17.15 - 18.15	1,119
17.30 - 17.45	0	239	12	2	279		17.30 - 18.30	1,113
17.45 - 18.00	3	294	5	0	308		17.45 - 18.45	1,087
18.00 - 18.15	2	223	6	0	239		18.00 - 19.00	1,062
18.15 - 18.30	2	261	6	2	287			
18.30 - 18.45	4	243	3	0	253			
18.45 - 19.00	1	260	7	1	283			
Tot					16,833			

In tabella 3 vengono riportati i valori, risultanti dall'elaborazione dei dati raccolti, del TGM per i singoli tronchi e per i diversi anni.

TABELLA 3: Traffico giornaliero medio sui tronchi omogenei della S.S.17

Tronco Omogeneo		Prog. fine tronco km.	Lung. Tronco Km.	anno	TGM ua/giorno	
Princ.	Sec.					
T1		24+420	12.26	93	3,700	
				94	4,100	
				95	4,200	
				96	4,400	
				97	4,150	
T2		32+390	7.97	98	11,000	
T3		32+810	0.42	98	27,000	
TU		35+800	2.99	98	45,000	
T4		41+590	5.79	98	21,000	
T5		45+020	3.43	98	14,300	
T6		68+300	23.28	95	5,500	
				98	7,900	
T7		T 7a	74+000	5.7	98	2,100
		T 7b	83+700	9.7	98	2,100
T8		T 8a	88+250	4.55	98	26,000
		T 8B	91+500	3.25	98	11,500
T9		T 9A	94+000	2.5	98	13,000
		T 9B	102+150	8.15	98	7,000
T10			136+100	33.95	95	11,000
T11			148+200	12.1	93	6,500
				94	6,500	
				95	6,000	
				96	9,150	
				97	7,100	
				98	7,100	
T12		153+900	5.7	98	10,500	

5.5 DATI SUGLI INCIDENTI STRADALI

I dati sugli incidenti degli ultimi cinque anni, sono stati reperiti presso tutte le stazioni degli organi di polizia competenti.

Seppur coscienti che tali dati non sono esaustivi a descrivere compiutamente l'evento sinistro, si ritiene che essi diano sufficienti indicazioni sulla dinamica e sulle condizioni ambientali in cui si è verificato. Nella tabella 4 è riportato un esempio di come i dati sono stati organizzati.

Nella tabella suddivisa in sei colonne, oltre la legenda esplicativa dei vari simboli adottati, vengono riportati:

- il tronco omogeneo,
- la data in cui è avvenuto l'incidente,
- la progressiva chilometrica,
- una sigla che indica la tipologia dell'incidente,
- il numero di infortunati,
- il numero ed una sigla per la tipologia dei veicoli coinvolti.

Dall'elaborazione dei dati raccolti è emerso che

- il maggior numero di incidenti si verificano intorno alla progressiva 33+00 (ingresso Ovest alla città di L'Aquila), alla quale però non corrisponde il maggior numero di infortunati;
- gli incidenti più gravi sono invece avvenuti fra le progressive 96+00 e 102+00 sulla variante della città di Sulmona dove si registra il maggior numero di feriti e deceduti.

Il numero totale di incidenti mostra un progressivo aumento negli anni 93-94-95 con un massimo di 239 incidenti nel 95. Il numero totale di infortunati mostra invece un andamento alterno negli anni 93-94-95-96 e cresce in maniera sensibile nel 97 con 216 feriti e 18 deceduti.

In tabella 5 vengono riportati per ogni anno e per i singoli tronchi il numero degli incidenti ed il numero degli incidenti che presentano almeno un infortunato (ferito o morto). Dai dati dei cinque anni esaminati, risulta che il numero degli incidenti con persone infortunate è superiore al 50% del numero totale dei sinistri.

TABELLA 4: Dati sugli incidenti dei tronchi T1 e T2 della S.S.17 nell'anno 1997

LEGENDA			
TIPO INCIDENTI	TIPOLOGIA VEICOLI	INFORTUNATI	
T	A) Tamponamento	D	deceduti
FS	Fuori strada		
SFL	B) Scontro front.-lat. ruote		
SF	C) Scontro frontale fino a 35 pl		
SL	D) Scontro laterale		
IP	Investim. Pedone		
O	Urto contro ostac.		

Tronco	Data	Progress.	Tipo incid.	Infortunati	Tipo veic.
T1	13/05/97	019+300	O	1	2B
T1	04/04/97	021+950	O	2	B
Tronco T1 (Km 12,160- km 24,420)					
Num. Tot. Incidenti =2 - Num. Tot. Infort.=3					
T2	14/09/97	025+000	FS	1	B
T2	13/11/97	025+400	T	0	2B
T2	26/07/97	026+000	FS	0	B
T2	15/05/97	026+200	SF	2	A+C
T2	09/04/97	027+000	T	1	5B
T2	31/05/97	027+600	FS	1	B
T2	31/12/97	028+500	FS	1	B
T2	06/03/97	029+100	FS	0	B
T2	22/05/97	029+400	FS	2	B
T2	15/10/97	030+000	T	0	2B
T2	11/09/97	030+100	SFL	0	2B
T2	11/08/97	030+200	FS	0	B
T2	02/05/97	030+400	SFL	0	2B
T2	22/07/97	030+500	FS	0	B
T2	17/10/97	030+600	SFL	0	2B
T2	07/10/97	030+600	T	0	2B
T2	29/07/97	031+000	SFL	1	2B
T2	22/11/97	031+000	SFL	0	2B
T2	11/03/97	031+100	SFL	1	A+B
T2	24/12/97	031+300	FS	0	B
T2	27/02/97	031+400	SL	0	2B
T2	07/11/97	031+400	SFL	1	2B
T2	03/12/97	031+500	SFL	2	3B
T2	03/01/97	031+900	SFL	1	A+B
T2	30/03/97	031+900	SFL	0	3B
T2	20/01/97	032+000	T	0	2B
T2	15/05/97	032+000	T	4	B+C
T2	09/06/97	032+000	SFL	0	2B
T2	16/06/97	032+000	SL	1	A+B
T2	11/08/97	032+000	SFL	0	2B
T2	12/04/97	032+000	SF	0	2B
T2	04/10/97	032+300	SFL	0	2B
T2	24/01/97	032+374	SFL	1	2B
T2	17/02/97	032+390	FS	1D	B
T2	14/06/97	032+390	T	0	2B
T2	29/08/97	032+390	SFL	0	A+B
T2	07/11/97	032+390	T	2	3B
Tronco T2 (Km 24,420- km 32,390)					
Num. Tot. Incidenti =37 - Num. Tot. Infort.=23+1D					

TABELLA 5: Rapporto fra il numero di incidenti con infortunati e numero di incidenti totali.

TRONCO	Anno 1993		Anno 1994		Anno 1995		Anno 1996		Anno 1997		Compl. 5 anni	
	N. Tot.	N. Tot. con Infor.	N. Tot.	N. Tot. con Infor.								
T1	9	8	16	14	14	8	5	4	2	2	46	36
T2	17	11	27	17	32	20	32	15	37	17	145	80
T3	9	1	15	9	9	4	9	5	10	3	52	22
TU	21	6	22	8	45	23	39	17	40	19	167	73
T4	17	14	22	12	26	12	24	10	21	11	110	59
T5	5	4	11	7	6	4	16	9	8	6	46	30
T6	27	13	30	17	16	6	25	16	31	14	129	66
T7a	1	1	0	0	0	0	1	1	5	4	7	6
T7b	0	0	0	0	0	0	2	2	2	0	4	2
T8a	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T8b	10	6	17	8	15	4	11	6	10	6	63	30
T9a	2	2	7	3	9	6	10	4	5	1	33	16
T9b	14	11	18	13	21	11	16	9	23	14	92	58
T10	23	13	14	7	31	20	23	17	17	10	108	67
T11	8	7	6	5	7	5	5	4	12	9	38	30
T12	3	1	4	2	8	5	15	12	6	6	36	26
Tot.	166	98	209	122	239	128	233	131	229	122	1076	601
%		0.59		0.58		0.54		0.56		0.53		0.56

5.6 GLI INDICATORI DELLA SINISTROSITA'

Nei grafici delle figg. 1 e 2 vengono riportati cumulativamente per gli anni 1993-94-95-96-97 e per i singoli tronchi omogenei in cui è stata divisa l'arteria, i seguenti indicatori della sinistrosità:

- **Numero di incidenti al Km (Ik);** (fig.1) che consente di confrontare il livello di incidentalità di ogni singolo tronco con il livello di incidentalità dell'arteria esaminata e con i dati statistici dell'ISTAT
- **Indice di incidentalità (Ii); Indice di incidentati (Im);** (fig.2) che sono i parametri che permettono di fornire un giudizio critico sul livello di incidentalità del tronco omogeneo, in quanto tengono conto sia del numero di incidenti sia del numero di infortunati che del traffico effettivo sul tratto di strada in esame.

I valori di cui sopra sono stati calcolati utilizzando i dati sugli incidenti e sugli infortunati per i singoli tronchi omogenei. In base agli indicatori di sinistrosità calcolati è stata redatta una graduatoria di pericolosità dei singoli tronchi omogenei in cui è stata suddivisa l'arteria riportata in tabella 6. Si evince che:

FIGURA 1: Numero di incidenti al Km per i tronchi omogenei della S.S.17 (anni 1993,1994,1995,1996,1997)

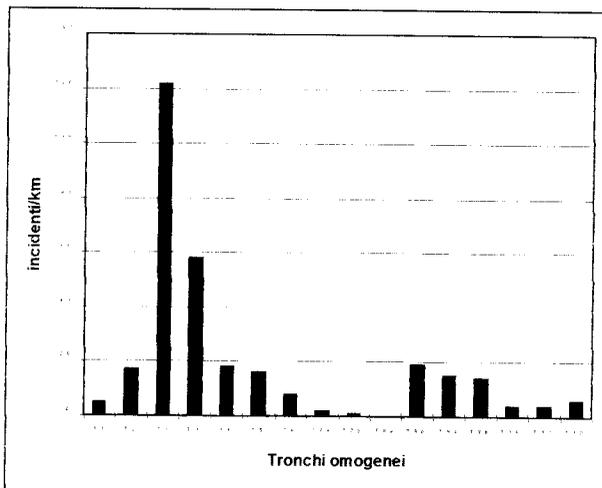


FIGURA 2: Indice di incidentalità e di incidentati per i tronchi omogenei della S.S.17 (anni 1993,1994,1995,1996,1997)

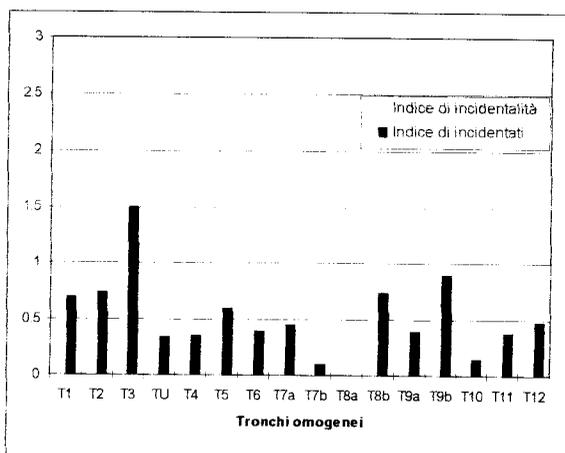


TABELLA 6: Indicatori della sinistrosità calcolati per 5 anni di rilievo dati

Tasso d'incidentalita'		Tasso d'incidentati		Incidenti / Km	
Tronco	Ii	Tronco	Im	Tronco	Ik
T3	2.51	T3	1.50	T3	123.81
T8b	0.92	T9b	0.89	TU	55.85
T2	0.91	T2	0.74	T8b	19.38
T9b	0.88	T8b	0.72	T4	19.00
TU	0.68	T1	0.67	T2	18.19
T9a	0.56	T5	0.59	T5	13.41
T5	0.51	T12	0.47	T9a	13.20
T4	0.50	T7a	0.46	T9b	11.29
T1	0.50	T6	0.44	T12	6.32
T6	0.47	T9a	0.44	T6	5.54
T12	0.33	T11	0.40	T1	3.75
T7a	0.32	T4	0.38	T10	3.18
T11	0.24	TU	0.36	T11	3.14
T10	0.16	T10	0.17	T7a	1.23
T7b	0.11	T7b	0.08	T7b	0.41
T8a	0.00	T8a	0.00	T8a	0.00
Valore medio sull'itinerario	0.42		0.38		7.59

- Il tronco T3, in prossimità dell'ingresso della città di L'Aquila, rappresenta sicuramente il tronco più pericoloso di tutta l'infrastruttura con tutti e tre gli indici più alti in assoluto;
- I tronchi più pericolosi da un punto di vista degli incidenti risultano essere: il T8b (in prossimità dell'intersezione con la S.S.5 direzione per l'accesso all'autostrada A25 svincolo Sulmona-Pratola); il T2 (fra il bivio di Preturo e l'intersezione per l'accesso autostradale di L'Aquila Ovest); T9b (variante al centro abitato di Sulmona); TU (tronco urbano della città di L'Aquila);
- I tronchi più pericolosi in termini di infortunati (feriti e morti) sono i T9b,T2,T8b,T1 (dal confine con la regione Lazio all'intersezione con Preturo).

5.7 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Dallo studio condotto sulle S.S.17 e S.S.261 è emerso che:

- La sezione trasversale esistente è assimilabile per gran parte del suo sviluppo a quella di una strada tipo IV, ad eccezione di un breve tratto di 5 km che può essere assimilato ad una strada di tipo III;
- Nessun tronco omogeneo è conforme alle norme CNR nella sezione trasversale, salvo brevi tratti, in quanto la banchina esistente è inferiore a 1,50 m e in molti tratti le corsie presentano una larghezza maggiore di 3,75 m;
- Pur non avendo ancora elaborato definitivamente i dati rilevati della velocità media di percorrenza, si ritiene di poter già qui affermare che quest'ultima è superiore alla massima velocità di progetto sui tronchi T10 (altopiano delle Cinque Miglia), T9b (variante di Sulmona) T6 (altopiano di Navelli), che presentano rettili molto lunghi e bassi volumi di traffico;
- Gli incidenti si concentrano in tratti piuttosto brevi in corrispondenza dei quali si verificano anche gli incidenti più gravi;
- È generalizzata l'assenza di barriere di sicurezza in corrispondenza dell'assenza dei franchi laterali.

Sebbene lo studio non sia ancora terminato, da queste prime considerazioni si può concludere che, nel breve termine, le arterie esaminate necessitano di un adeguamento agli standard geometrici soprattutto in termini di:

- Adeguamento della sezione e delle pendenze trasversali;
- Posa in opera di dispositivi di ritenuta laterale nelle zone in cui sono presenti ostacoli fissi;
- Eliminazione dei punti neri rilevati nello studio mediante la sistemazione di alcune intersezioni con le principali arterie e con i numerosi accessi secondari esistenti lungo il tracciato (anche impedendone l'accesso);
- L'eliminazione dei lunghi rettili del tracciato planimetrico per ridurre le elevate velocità di percorrenza, causa primaria degli incidenti;
- La revisione dell'attuale segnaletica per informare correttamente l'utente dei pericoli esistenti.

6. CONCLUSIONI

E' stata studiata una procedura per la definizione di un criterio di priorità di intervento sulla rete stradale basato sul confronto dei diversi tratti costituenti le infrastrutture della rete caratterizzati mediante opportuni indicatori di sinistrosità.

La procedura è articolata nelle seguenti fasi:

- 1) Raccolta dati: cartografia, caratteristiche della infrastruttura, traffico, incidenti, velocità;
- 2) Individuazione dei tronchi omogenei in funzione delle caratteristiche geometriche e funzionali dell'arteria;
- 3) Classificazione dei tronchi omogenei sulla base di valutazioni di pericolosità;
- 4) Analisi delle cause di incidente per ogni singolo tronco;
- 5) Scelta del tipo di intervento in funzione della causa prevalente.

Tale procedura è stata applicata allo studio pilota sulla verifica di percorribilità di due strade statali, la S.S. 17 dell'Appennino Abruzzese e la S.S. 261 Subequana, che la Regione Abruzzo ha avviato con l'obiettivo di aumentare la sicurezza e i livelli di servizio sulle strade della rete di sua competenza.

Sebbene lo studio non sia ancora stato portato a termine, sono emerse chiaramente le necessità di adeguamento delle infrastrutture esaminate alle attuali norme e la presenza sui tracciati di punti particolarmente critici per quanto riguarda l'incidentalità.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

[1] C. Benedetto "Le esigenze della sicurezza per una revisione delle norme geometriche di progettazione stradale", Giornata di studio sul tema: "La sicurezza intrinseca delle infrastrutture stradali", Roma, 20-21 febbraio 1997.

[2] D.S. Turner, C.W. Colson "Accident Data as a Tool for Highway Risk Management", TRR 1172, 1988.

[3] OCSE "Sintesi dei risultati di ricerche sulla sicurezza stradale" 1986.

[4] AIPCR XX World Road Congress, Montreal 1995, "Road Safety & Infrastructure".

[5] A. Crotti "La valutazione della sinistrosità autostradale", Le Strade, anno XCIX, n.1333 - Novembre/Dicembre 1997.

[6] SNV 641310 "Accidents de la circulation"