

CAPITOLO 1

LA GESTIONE E LA MANUTENZIONE DEL PATRIMONIO INFRASTRUTTURALE

“Dalla dotazione di infrastrutture dipendono importanti indicatori dello sviluppo economico, tra cui quelli relativi alla produttività, ai redditi e all’occupazione. Trasporti e infrastrutture rivestono però un ruolo chiave anche per le pressioni generate sull’ambiente e per la qualità della vita della popolazione.” [01]

1.1 INTRODUZIONE

Nell’inquadramento generale delle recenti problematiche connesse alla pianificazione territoriale ed ambientale integrata e strategica, il patrimonio infrastrutturale stradale costituisce uno dei “sistemi di pianificazione” (meglio noto come *sistema relazionale*) su cui allocare risorse per la sostenibilità dello sviluppo [02]. Tali problematiche riguardano principalmente l’integrità fisica e culturale del territorio e la sua valorizzazione, la qualità e la salubrità urbana, la sicurezza e l’equità degli interventi antropici.

A livello mondiale, sin dal 1909 è stata avvertita l’esigenza di istituire una organizzazione internazionale che si occupasse di ingegneria stradale, di politica di gestione e di sviluppo delle reti infrastrutturali; nacque così l’Association Internationale Permanente des Congres de la Route (AIPCR) che oggi annovera tra i suoi Membri 113 Governi Nazionali e 2000 Membri tra Collettivi e Individuali in 142 Paesi in tutto il mondo. Missione primaria di tale organizzazione è stata ed è ancora quella di “...curare l'evoluzione e la promozione degli strumenti più efficaci e appropriati per le decisioni da prendere in materia stradale e di trasporto..., mettersi al servizio dei suoi membri per lo studio e l'approfondimento di tutti i problemi relativi alla strada, al trasporto stradale e alla sicurezza..., nel contesto di promozione del trasporto sostenibile e

integrato”[03]. L’AIPCR traduce la sua *mission* in scala nazionale attraverso la presenza permanente di Comitati Nazionali.

In scala locale, in ambito calabrese, proprio la Legge Urbanistica Regionale della Calabria del 16 Aprile 2002 e successive modifiche [02], prevede che, fra gli obiettivi della pianificazione strutturale ed operativa, vengano soddisfatti i requisiti di *efficienza* e *funzionalità* del sistema relazionale (Art 10: “Valutazione di Sostenibilità, di impatto Ambientale e strategica”). Ai fini della verifica di compatibilità nell’ambito della valutazione preventiva della sostenibilità ambientale, inoltre, la stessa Legge evidenzia la necessità di “realizzare una rete di infrastrutture, impianti, opere e servizi che assicurino la circolazione delle persone, delle merci e delle informazioni, realizzata anche da sistemi di trasporto tradizionali od innovativi, con la relativa previsione di forme d’interscambio e connessione, adottando soluzioni tecniche e localizzative finalizzate alla massima riduzione degli impatti sull’ambiente” (Art. 10 comma 3). In questo articolato e complesso contesto, tanto a livello mondiale quanto a scala minore (nazionale/regionale), è palese la tensione verso un approccio allo sviluppo delle infrastrutture di trasporto che tenga conto delle problematiche connesse al soddisfacimento delle istanze primarie dell’utente e al miglioramento della sicurezza ma che non prescinda dalla salvaguardia ambientale e dal rispetto del territorio in cui l’elemento “strada” si inserisce.

Le organizzazioni e gli enti responsabili della gestione del patrimonio stradale, in larga misura pubblici, hanno il compito di mantenere, esercire, migliorare, rinnovare e preservare questo patrimonio. Tale compito è svolto in un contesto di risorse sempre più limitate e di una domanda di trasporto comunque crescente, sia in termini qualitativi (riduzione dei tempi di percorrenza, affidabilità, comfort e sicurezza) che quantitativi [04]. Analizzando i dati di letteratura, infatti, si evince che nel 1900 esistevano in Italia 326 automobili circolanti su una rete stradale del tutto impreparata all’avvento di questo nuovo mezzo. Le auto erano già diventate 118.000 nel 1925 e mezzo milione nel 1950 (oltre un milione se si considera tutto il parco veicoli, includendo motoveicoli, macchine agricole, macchine operative, autobus e varie). Alla fine del 1960 i mezzi in circolazione raggiunsero la cifra di cinque milioni e settecentomila, determinando sulle strade condizioni di disagio, pericolosità e saturazione, insostenibili in alcune direttrici di maggior traffico. Lo sforzo fatto dal paese Italia in quegli anni riuscì a far fronte a questa situazione, grazie allo sviluppo della rete autostradale e dei relativi collegamenti secondari [05]. Nell’ultimo decennio la situazione appare molto più drammatica di quanto non fosse alla fine degli anni ’50. Il tasso di motorizzazione in Italia è passato da

circa 501 autovetture ogni mille abitanti nel 1991 a circa 604 alla fine del 2008 (Fig.1.1), con un incremento medio annuo pari all'1,0 %, risultando uno dei tassi più alti del mondo e il secondo in Europa [01].

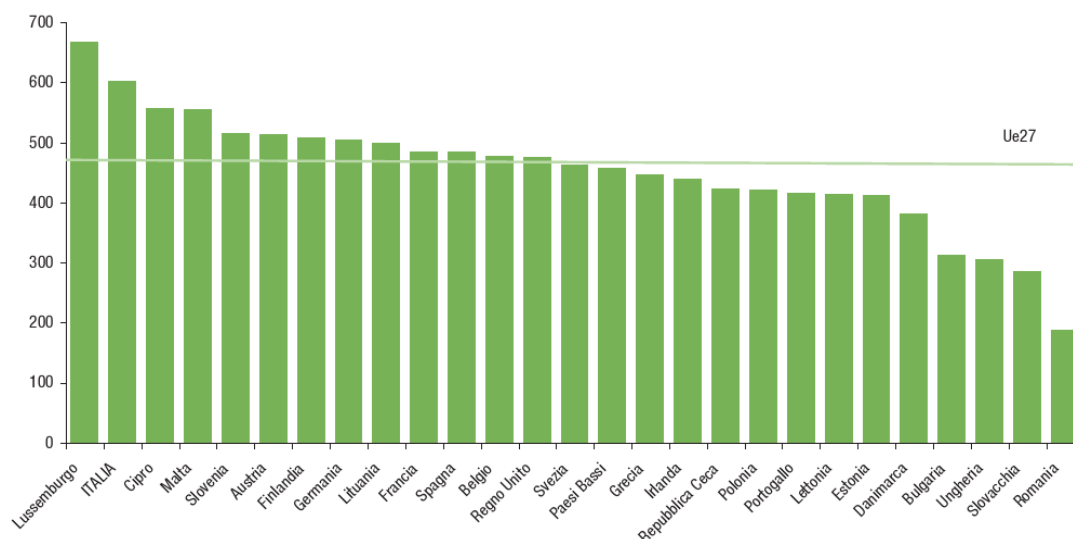


Fig. 1.1 - Autovetture circolanti¹ nei Paesi UE per 1000 abitanti. Fonte: Eurostat, Transport Statistics [01]

I veicoli circolanti hanno raggiunto nel 2010 la cifra di 48.6 milioni (consistenza parco veicoli al 31/12/2010) [06].

E' stata dunque raggiunta la cosiddetta fase di saturazione del mercato riscontrabile nella *curva logistica* che descrive l'andamento del tasso di motorizzazione nel tempo: le vendite continuano ad essere consistenti pur costituendo soltanto il ricambio fisiologico del parco macchine circolante. La condizione di "saturazione" è, dunque, sinonimo di aumento del tasso di incidentalità, con evidente riduzione dei livelli di sicurezza per gli utenti della strada, aumento della emissione di inquinanti atmosferici e della produzione di rumore, incremento della congestione veicolare con conseguente allungamento dei tempi medi di percorrenza (incremento del costo dello spostamento).

Accanto alla sempre più evidente necessità di promuovere politiche efficienti di gestione del traffico veicolare è emersa l'esigenza di adottare soluzioni di carattere tecnico-progettuale che favoriscano l'adeguamento delle infrastrutture viarie al contesto in evoluzione appena descritto.

¹ I dati sono riferiti alla fine del 2008, a eccezione del Belgio per il quale si riportano i dati al 1° agosto. I taxi sono generalmente inclusi.

Nel paragrafo successivo verranno esaminate le più recenti linee di indirizzo inerenti la gestione del patrimonio infrastrutturale nell'ottica della promozione di uno sviluppo sostenibile e della ottimizzazione dell'offerta infrastrutturale per il soddisfacimento degli utenti e della comunità in generale.

1.2 ASSET MANAGEMENT E GLI INDICATORI DI PERFORMANCE

Nell'ultimo decennio, gli organi governativi hanno esercitato una sempre crescente pressione sui gestori affinché essi provvedessero ad un miglioramento dell'efficienza del processo di gestione del patrimonio infrastrutturale sia dal punto di vista tecnico che contabile-amministrativo. Tale spinta ha condotto alla necessità di evolvere verso sistemi *olistic*² di gestione, in cui siano comprese tutte le risorse, da quelle fisiche infrastrutturali (corpo stradale, pavimentazioni, opere d'arte, elementi marginali, arredo stradale, etc.) a quelle di altro tipo (umane, attrezzature, sistemi informativi, finanziarie, etc.) [04]. La spinta evolutiva sopra menzionata ha condotto, da una parte, all'affermazione del concetto di gestione del patrimonio di infrastrutture, o in terminologia anglosassone "Asset Management" (AM), e dall'altra ad una serie di iniziative tese ad esplicitare e sistematizzare tale concetto nell'ambito delle infrastrutture di trasporto. Gli obiettivi che tale politica di gestione si presuppone di raggiungere riguardano principalmente alcuni aspetti cardine della gestione del complesso sistema trasporti-territorio [07], [08]:

- accessibilità;
- mobilità;
- efficienza operativa;
- sicurezza;
- contenimento dell'impatto sull'ambiente;
- sviluppo economico;
- impatti sociali;
- valorizzazione del patrimonio;
- affidabilità dell'esercizio in condizioni critiche.

² Concezione secondo cui il sistema è visto come una totalità non riducibile alla somma di tutti gli elementi che lo compongono ma attraverso le complesse relazioni funzionali intercorrenti tra gli elementi stessi.

A ciascuno degli obiettivi sopra elencati è riconducibile uno specifico intervento di gestione (di rete e di progetto) utile al miglioramento della qualità e funzionalità dell'infrastruttura di trasporto; ciascun obiettivo, inoltre, è correlato ad uno o più indicatori sintetici quantitativi e misurabili, definiti *indicatori di performance*, attraverso i quali qualificare e quantificare lo stato del sistema (cfr. Tabella 1.1).

OBIETTIVI/AREE TEMATICHE		INTERVENTI di GESTIONE		INDICATORI
		(Livello di rete)	(Livello di progetto)	
Impatto ambientale Rumore/ Vibrazioni		<ul style="list-style-type: none"> % di zone che hanno raggiunto o superato i limiti richiesti 	<ul style="list-style-type: none"> Livello di rumore 	<ul style="list-style-type: none"> Numero dei residenti o % di popolazione esposta al rumore
Impatto ambientale Ecosistemi		<ul style="list-style-type: none"> % di zone che hanno raggiunto o superato i limiti richiesti 	<ul style="list-style-type: none"> Qualità dell'aria Qualità delle acque 	<ul style="list-style-type: none"> Num. giorni in cui la qualità dell'aria non è conforme alle soglie raccomandate
Impatto ambientale Paesaggio		<ul style="list-style-type: none"> Impatto visivo 	<ul style="list-style-type: none"> Qualità pertinenze (es. verde) 	<ul style="list-style-type: none"> Num. analisi impatto ambientale complete
Efficienza operativa		<ul style="list-style-type: none"> Miglioramento delle caratteristiche medie della rete 	<ul style="list-style-type: none"> Costo/Km Rapporto Costi/Benefici Tasso di rendimento interno 	<ul style="list-style-type: none"> Costo medio per km e costo manutenzione Densità pass./merci Tortuosità media percorsi mezzi pesanti
Risorse umane		<ul style="list-style-type: none"> Turnover/grado di soddisfazione Rapporto risorse per Km 	<ul style="list-style-type: none"> Formazione personale Grado di diffusione della conoscenza 	-
Informazione		<ul style="list-style-type: none"> Affidabilità e consistenza delle informazioni 	<ul style="list-style-type: none"> Tempo di intervento 	-
Tempo di viaggio		<ul style="list-style-type: none"> Informazioni su cantieri ed eventuali deviazioni Informazione sul grado di congestione Misure di controllo del traffico 	<ul style="list-style-type: none"> Condizioni superficie stradale Percorribilità invernale Cantieri e/o interruzioni Limiti di velocità 	<ul style="list-style-type: none"> Tempo medio per un tratto Num. ore "sistema utente" fermo Costi economici della congestione
Sicurezza		<ul style="list-style-type: none"> Tasso di incidentalità/mortalità 	<ul style="list-style-type: none"> Rispetto limiti di velocità Intensità del traffico Caratteristiche geometriche e funzionali della strada Condizioni della superficie stradale 	<ul style="list-style-type: none"> Media costo incidenti per viaggio Numero di sezioni stradali non conformi agli standard di sicurezza
Funzione Sociale	Accessibilità	<ul style="list-style-type: none"> Accessibilità alle strutture e ai trasporti pubblici Accessibilità origine/destinazione 	<ul style="list-style-type: none"> Punti di connessione ai trasporti pubblici 	<ul style="list-style-type: none"> Num. persone per data destinazione Tempo accesso infrastr. intermodali % km con piste pedonali/ciclabili
	Mobilità	<ul style="list-style-type: none"> Rispondenza strutturale della rete 	<ul style="list-style-type: none"> Controllo traffico Num. cantieri con penalizzazione al traffico 	<ul style="list-style-type: none"> Costo o velocità media fra due nodi Tonn. merce trasportata
	Protezione Civile	<ul style="list-style-type: none"> Rischio in caso di calamità 	<ul style="list-style-type: none"> Indice di resistenza ad eventi eccezionali 	<ul style="list-style-type: none"> Entità del danno per calamità
	Conservazione del valore	<ul style="list-style-type: none"> Quantificazione valore a livello di rete 	<ul style="list-style-type: none"> Quantificazione valore dei singoli tronchi 	<ul style="list-style-type: none"> Valore economico, storico ed estetico
Sostenibilità		<ul style="list-style-type: none"> Utilizzo di risorse non rinnovabili Riciclaggio 	<ul style="list-style-type: none"> Soddisfazione degli utenti Consumo energetico Riciclaggio 	<ul style="list-style-type: none"> % materiali riciclati utilizzati

Tabella 1.1 - Quadro sinottico degli indicatori e loro relazione con le aree tematiche e le componenti interessate al processo di gestione delle infrastrutture stradali [04].

Con particolare riferimento alla sicurezza e alle condizioni della superficie stradale, l'individuazione di tali indicatori, anche in un'ottica di ottimizzazione degli investimenti di manutenzione del patrimonio infrastrutturale, mira al graduale raggiungimento di una serie di finalità di carattere generale sintetizzabili come segue [09]:

- assicurare standard prestazionali delle pavimentazioni coerenti con la classificazione funzionale di ciascuna strada;
- pervenire ad una omogeneizzazione sul territorio degli standard prestazionali delle pavimentazioni stradali;
- attivare presso gli enti gestori l'analisi e la verifica dei livelli prestazionali offerti in relazione agli standard prestazionali da conseguire;
- promuovere l'ottimizzazione delle risorse disponibili e quindi delle spese per la manutenzione delle pavimentazioni stradali;
- incentivare gli enti gestori a rendere note le scelte in tema di pianificazione della manutenzione e gli standard prestazionali definiti, al fine di minimizzare il gap tra domanda di prestazioni da parte dell'utenza e offerta di prestazioni da parte dell'ente gestore.

Analizzando le indicazioni riportate in Tabella 1.1, e con riferimento alla pavimentazione stradale, è facile evincere come il raggiungimento di alcuni degli obiettivi di gestione dipenda, in particolare, da una corretta progettazione geometrica e/o da un appropriato adeguamento delle infrastrutture stradali, da un corretto impiego di materiali e tecniche tradizionali e/o innovative, da un adeguato dimensionamento della pavimentazione e da una manutenzione opportunamente programmata che ne garantisca il mantenimento nel tempo. La pavimentazione stradale gioca, dunque, un ruolo fondamentale nella valutazione degli indicatori di performance dell'infrastruttura; in particolare, fattori determinanti in tale processo di valutazione risultano essere alcune qualità intrinseche delle pavimentazioni riconducibili alle *caratteristiche superficiali del piano di rotolamento*.

1.3 LA MANUTENZIONE DELLE PAVIMENTAZIONI STRADALI: GENERALITÀ

Nell'ambito della gestione del sistema infrastrutturale stradale, la manutenzione delle pavimentazioni e, quindi, il mantenimento in condizioni "ottimali" dell'esistente riveste un ruolo fondamentale. Molti Paesi nel mondo hanno sviluppato, ormai da diversi anni, veri e

propri programmi di gestione e manutenzione delle pavimentazioni stradali (Pavement Management System - PMS), costituiti “da un insieme di procedure e strumenti aventi lo scopo di assistere chi deve prendere decisioni nell’individuare le strategie più opportune al fine di monitorare, realizzare e mantenere le pavimentazioni in condizioni idonee per l’uso che se ne deve fare e per un predefinito periodo di tempo”. L’utilizzo del termine PMS si riferisce ad una visione sistematica delle fasi di realizzazione e mantenimento in esercizio di una pavimentazione stradale ed è riconducibile ad un programma di ricerca coordinato negli Stati Uniti e in Canada nel lontano 1966. Il concetto di PMS fu, poi, esteso a livello internazionale in occasione della Third International Conference on Structural Design of Asphalt Pavements tenutasi a Londra nel 1972 [10], [11], [12], [13], [14], [15].

Il quadro italiano, eccezion fatta per il sistema Autostradale, risulta, da questo punto di vista, assai più complesso e certamente in forte ritardo rispetto alle tendenze ormai consolidate in altri Paesi. La rete infrastrutturale italiana, infatti, è caratterizzata da un forte e generalizzato degrado dovuto essenzialmente all’obsolescenza delle opere viarie soggette nel tempo ad un traffico di entità sempre crescente nonché costituito da nuove tipologie di veicoli; il degrado è, allo stesso tempo, generato da una scarsa attenzione nell’allocazione delle risorse destinate alla manutenzione stradale. La spesa affrontata per la manutenzione ordinaria e straordinaria nel nostro Paese raggiunge l’ordine dell’1 per 1000 rispetto al valore proprio del patrimonio infrastrutturale; l’unica tipologia di manutenzione che viene esercitata è quella in emergenza (*worst-first*), che non consente di analizzare accuratamente le cause che determinano il dissesto ma favorisce solo un temporaneo tamponamento dell’effetto [10], [11].

Intervenire in funzione dell’emergenza, in un regime peraltro di scarsità di risorse, evidentemente rischia di produrre condizioni insanabili nel momento in cui si esauriscono le finanze o quando queste non siano più sufficienti per provvedere all’attuazione degli interventi necessari. Inoltre un simile approccio non consente alcun livello di pianificazione, producendo, con grande probabilità, una inefficiente allocazione e gestione della esigua capacità di spesa. Ciò, evidentemente, induce un peggioramento crescente della sicurezza viaria attivando una spirale viziosa per cui all’esigua disponibilità di spesa corrisponde una inefficiente gestione delle risorse cui consegue un aumento delle situazioni critiche lungo le strade [11].

La manutenzione è stata via via penalizzata da una distribuzione di risorse “a pioggia”, ossia non basata su valutazioni preventive delle priorità, risorse spesso destinate esclusivamente alla realizzazione di nuove infrastrutture viarie. E’ ancora troppo spesso comune l’indiscriminato

ricorso al rifacimento completo del manto di usura di una pavimentazione stradale come soluzione definitiva a qualsiasi tipo di degrado; in tal senso sono completamente assenti esempi di corretta “gestione” delle qualità prestazionali del manto stradale (legate alla tessitura superficiale e all’aderenza) già in fase di mix design della miscela di conglomerato bituminoso. E’ evidente, dunque, come in Italia siano del tutto rari gli esempi di applicazione del PMS ad eccezione di alcune realtà autostradali o di vere e proprie punte di eccellenza a livello locale.

Qualitativamente può immaginarsi la strada quale elemento in continua evoluzione le cui prestazioni attese mutano nel tempo, in relazione a molteplici fattori di “sollecitazione esterna” (cfr. Cap.5). Tale fenomeno evolutivo è legato sia alla qualità dei componenti impiegati nella realizzazione dell’opera ma anche, e soprattutto, alla funzione primaria che essa assolve: smaltimento del traffico (leggero e pesante) sotto qualsiasi condizione meteorica ed ambientale.

Con particolare riferimento al piano di rotolamento, nel processo di evoluzione della “morfologia” della superficie stradale, in termini di tessitura superficiale e, conseguentemente, dell’aderenza offerta dalla pavimentazione, un ruolo importante è svolto dall’azione di deterioramento dovuta al traffico veicolare ed alle condizioni ambientali: un lento e progressivo “livellamento” delle asperità superficiali che modifica sostanzialmente le modalità di contatto pneumatico-pavimentazione. Il degrado della pavimentazione ed il conseguente decadimento delle caratteristiche superficiali determinano un naturale peggioramento della “guidabilità” [04]: la diminuzione di aderenza comporta l’allungamento degli spazi di frenatura mentre l’irregolarità superficiale ed il decadimento della tessitura possono determinare la perdita del controllo del veicolo specie in condizioni di superficie bagnata. Risulta evidente, dunque, la necessità di pianificare correttamente gli interventi manutentivi al fine di individuare correttamente il momento in cui è necessario intervenire per limitare i rischi connessi all’evoluzione stessa del degrado.

Tale evoluzione è rappresentabile attraverso una curva sempre crescente, su cui è possibile identificare una zona di cosiddetto “trade-off” dopo la quale le condizioni di rischio, così come i costi, crescono in maniera molto più consistente (*Fig.2.1*).

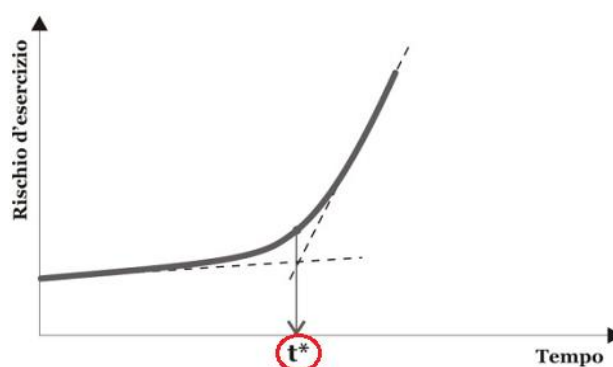


Fig. 2.1 Evoluzione delle condizioni di rischio [11]

Quando il degrado supera un certo livello possono innescarsi delle conseguenze che generano concrete situazioni di pericolo per l'utente della strada. Una pianificazione degli interventi di manutenzione che tenga conto dei problemi connessi alla sicurezza stradale, dunque, non può prescindere dalla corretta gestione e distribuzione delle risorse ma, ancor di più, da una progettazione e realizzazione delle pavimentazioni stradali che contemplino un miglioramento delle performance della superficie stradale che possa minimizzare qualunque condizione di rischio.

A valle di questa constatazione, è necessario sottolineare come, all'interno delle diverse componenti del traffico veicolare, un effetto ancora più rilevante in tal senso è ascrivibile all'azione esercitata dai mezzi pesanti. Tale azione ha dirette ripercussioni sia sulla qualità dei parametri ambientali da rispettare che su quelli di "efficienza" delle pavimentazioni stradali. Carichi più elevati determinano, infatti, maggiori emissioni inquinanti, maggiori sollecitazioni per la sovrastruttura, ed un più rapido fenomeno di decadimento delle caratteristiche superficiali del piano di rotolamento.

Allo stesso tempo, il fenomeno del degrado delle caratteristiche superficiali delle pavimentazioni ha ripercussioni sul traffico, in particolare proprio su quello pesante, per la maggior parte destinato al trasporto e alla distribuzione delle merci. Una pavimentazione "degradata" determina, infatti, conseguenze non trascurabili sul traffico veicolare quali:

- bassi livelli di sicurezza;
- fenomeni vibratorii dannosi per il veicolo e/o per le merci trasportate;
- riduzione della velocità "commerciale";
- aumento dei tempi di percorrenza;

- riduzione dell'efficienza operativa in termini di costo del trasporto e manutenzione del parco veicolare.

Negli ultimi anni, l'efficienza logistica, venutasi a determinare quale fattore strategico nella competizione mondiale, ha contribuito a distinguere le imprese in base alla maggiore o minore capacità innovativa non solo di approvvigionarsi delle materie prime e di trasformarle, ma anche e soprattutto di distribuirle a scala globale nel modo più fluido e affidabile possibile (*distribution management*) [16], [17]. E' chiaro che il contributo che una infrastruttura stradale ben concepita e "mantenuta" può dare alla capacità distributiva delle merci è di vitale importanza, in quanto proprio il trasporto merci su gomma gode di una serie di vantaggi rispetto alle altre modalità di distribuzione, dovuti essenzialmente a [17]:

- flessibilità dei trasporti su strada nell'adattarsi ai bisogni dell'economia;
- capillarità del servizio reso dalle imprese di trasporto merci, la quale riduce la differenziazione sul territorio dei cittadini a vantaggio di quelli che vivono lontani dai grossi centri urbani;
- riduzione di costi per altri settori determinata dall'alta produttività delle imprese di autotrasporto;
- estensione dei mercati e dell'occupazione.

In definitiva la corretta progettazione di infrastrutture viarie e soprattutto l'adeguata manutenzione del patrimonio stradale esistente sono operazioni che trovano stretta connessione sia con l'ottimizzazione del processo distributivo di beni e risorse che con l'efficienza dell'intero sistema produttivo/distributivo delle merci nazionale ed internazionale. Pertanto, anche per gli economisti dei trasporti e della logistica la valutazione degli standard prestazionali di una infrastruttura di trasporto è divenuta sicuramente una delle principali problematiche da affrontare.

Tali motivi hanno determinato, già da qualche anno, un particolare impegno della maggior parte dei paesi europei nella ricerca di modalità di intervento funzionali alla ottimizzazione dei flussi di traffico, al riequilibrio modale nei trasporti, all'accrescimento della sicurezza della circolazione, al miglioramento dell'affidabilità della rete stradale per gli utenti, nonché, alla riduzione dei tempi del trasporto merci.

1.4 BIBLIOGRAFIA SPECIFICA CAPITOLO 1

- [01] Istituto Nazionale di Statistica - *ISTAT Noi Italia. 100 statistiche per capire il Paese in cui viviamo. Settore di interesse: infrastrutture e trasporti* - Marzo 2011.
- [02] Regione Calabria - *Norme per la tutela, governo ed uso del territorio. Legge Urbanistica della Calabria* - Legge Regionale 16 Aprile 2002, n.19.
- [03] AIPCR, Associazione Mondiale della Strada - www.aipcr.it
- [04] AIPCR, Associazione mondiale della strada, COMITATO TECNICO C4.2 - *“Interazione strada/veicolo” - Monitoraggio delle caratteristiche e delle azioni del traffico veicolare per il progetto e la manutenzione delle pavimentazioni stradali* - XXV Convegno nazionale stradale – Ottobre 2006.
- [05] Convertino M. – *Materiali e tecniche innovative per la costruzione ed il ripristino delle infrastrutture viarie* – Tesi di Laurea in Ingegneria Civile – Università degli studi di Padova – 2004.
- [06] ACI, Automobile Club d'Italia - www.aci.it , *Studi e ricerche - Dati e statistiche - Consistenza parco veicoli al 31/12/2010* - 2010
- [07] U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration, Office of Asset Management - *Asset Management Primer* - Dicembre 1999.
- [08] OECD, Organisation For Economic Co-Operation and Development - *Asset Management for the Roads Sector* - OECD Publication Service - Paris, France, 2001
- [09] Crispino M., Vigo P., Pozzi M. - *Standard prestazionali e criteri di manutenzione delle pavimentazioni stradali: l'esperienza di Regione Lombardia* - Atti Del XVII Convegno Nazionale SIIV - Enna 2008
- [10] Regione Lombardia, Direzione Generale Infrastrutture e Mobilità - *Sintesi inerente lo stato della manutenzione stradale in ambito internazionale, in Italia ed in Regione Lombardia, Allegato E* - Milano, Settembre 2005.
- [11] D'Amico F. - *La programmazione degli interventi manutentori: l'analisi del degrado del piano stradale per la sicurezza d'esercizio* - Tesi di Dottorato n° 21, Collana delle tesi di Dottorato di Ricerca In Scienze dell'Ingegneria Civile, Università degli Studi Roma Tre, Febbraio 2009.
- [12] Allez F., Labat J.P., Chabrol J., George L.A., Hubert M., Puggelli M. - *Potential synergy between a pavement management system and an Expert system for pavement analysis* - OECD

Workshop on Knowledge based expert system in transportation, Montreal, Quebec, Canada, Giugno 1992.

[13] Festa B., Giannattasio P., Marchionna A., Peroni G., Pignataro P. - *Sistemi di gestione della manutenzione* - AIPCR, Associazione mondiale della strada, COMITATO TECNICO Pavimentazioni Flessibili, Manutenzione e rafforzamento delle pavimentazioni: innovazioni, sperimentazioni e tendenze, XXIII Convegno nazionale stradale, Verona, Maggio 1998.

[14] Transit, State Highway Manager- *State Highway Asset Management Manual* - New Zeland, 1996.

[15] A. Marchionna - *Ottimizzazione della manutenzione delle pavimentazioni aeroportuali* - Le Strade n°1320, Giugno 1996.

[16] Mason F., Moretti E., Piccinonno F. - *Appunti di Logistica* - www.dma.unive.it, 2002.

[17] Iannone F. - *Logistica economica per la sicurezza stradale: prospettive di ricerca, valutazione ed applicazione di nuove unita' di misura e nuovi modelli di gestione* - www.logisticaeconomica.unina.it, 2003.