

STANDARD PRESTAZIONALI E CRITERI DI MANUTENZIONE DELLE PAVIMENTAZIONI STRADALI: L'ESPERIENZA DI REGIONE LOMBARDIA

Crispino M.

Professore Ordinario, DIIAR - Politecnico di Milano, maurizio.crispino@polimi.it

Vigo P.

Unità Operativa Polo Autostradale Lombardo, Regione Lombardia,

Paola_Vigo@regione.lombardia.it

Pozzi M.

Dottorando di ricerca, DIIAR - Politecnico di Milano, mauro.pozzi1@polimi.it

ABSTRACT

Il sistema di trasporto stradale, come è noto, riveste un ruolo fondamentale e strategico nello sviluppo economico e sociale di un'area urbana. In questo contesto le Amministrazioni competenti sono chiamate ad un compito di notevole rilevanza e fino ad oggi spesso trascurato: pianificare la manutenzione delle pavimentazioni in modo da garantire una sicura e continua accessibilità e fruibilità della rete, ottimizzando le risorse disponibili e preservando al contempo il patrimonio stradale urbano.

In tale ambito negli ultimi tre anni Regione Lombardia in primo luogo si è posta l'obiettivo di inquadrare e focalizzare l'attuale situazione inerente la manutenzione delle pavimentazioni stradali urbane e non, ed in secondo luogo ha sviluppato, in collaborazione con Province, Comuni e docenti del Politecnico di Milano, documenti di indirizzo che definiscono gli standard prestazionali ed i criteri di manutenzione delle pavimentazioni. Si è cercato di comprendere come le Amministrazioni operassero in questo campo, in modo da far emergere eventuali criticità e disomogeneità metodologiche e di approccio tra i diversi enti, definendo in tal modo il quadro di riferimento per l'impostazione corretta e realistica di criteri di manutenzione.

Il quadro emerso dall'insieme delle informazioni raccolte mostra una elevata disomogeneità di comportamento attuato dalle diverse amministrazioni sotto la quasi totalità degli aspetti esaminati. In particolare si è evidenziato che la manutenzione delle pavimentazioni generalmente non è oggetto di pianificazione. Si è quindi manifestata l'esigenza di disporre di criteri di riferimento, presentati in questo articolo, per pervenire ad una armonizzazione delle procedure di manutenzione in Regione Lombardia, cercando di indirizzare gli enti ad eseguire la pianificazione affinché le limitate risorse generalmente disponibili possano essere spese con criteri razionali, in grado di valorizzare gli investimenti e di dar luogo progressivamente a sovrastrutture con piani viabili le cui caratteristiche prestazionali siano coerenti con la funzione dell'itinerario, la sicurezza e le aspettative degli utenti.

KEY WORD: pianificazione della manutenzione, pavimentazioni, sistemi di gestione, standard prestazionali.

1. INTRODUZIONE

Nell'ambito del sistema di trasporto stradale e dello sviluppo infrastrutturale, la manutenzione delle pavimentazioni stradali e quindi il mantenimento in condizioni "ottimali" del patrimonio esistente riveste un ruolo fondamentale. Gli interventi di manutenzione sulle pavimentazioni stradali devono essere però individuati in base ad una preliminare pianificazione da estendere ad un arco temporale di riferimento, al fine di garantire adeguate condizioni di sicurezza e comfort della circolazione, ottimizzando gli investimenti. In questo senso, Regione Lombardia, in collaborazione con Province, Comuni e docenti del Politecnico di Milano, ha definito con delibera n. VIII/1790 del 25 gennaio 2006 gli "Standard Prestazionali ed i Criteri di Manutenzione delle Pavimentazioni Stradali" (4) affinché si possano, con gradualità, raggiungere i seguenti obiettivi principali:

- assicurare standard prestazionali delle pavimentazioni coerenti con la classificazione funzionale e con le caratteristiche dell'esercizio di ciascuna tratta stradale, in particolare lungo un itinerario;
- pervenire, compatibilmente con l'ambito di appartenenza della tratta stradale (urbano o extraurbano), ad una omogeneizzazione sul territorio degli standard prestazionali delle pavimentazioni di strade caratterizzate dalla medesima classificazione funzionale e dalle medesime condizioni di esercizio;
- attivare presso gli enti gestori l'analisi e la verifica dei livelli prestazionali offerti in relazione agli standard prestazionali da conseguire;
- incentivare presso gli enti gestori l'ottimizzazione delle risorse disponibili e quindi delle spese per la manutenzione delle pavimentazioni stradali;
- incentivare gli enti gestori a rendere immediatamente riconoscibili da parte dell'utenza le scelte in tema di pianificazione della manutenzione e gli standard prestazionali definiti, affinché si possa gradualmente minimizzare il divario tra domanda di prestazioni da parte dell'utenza e offerta di prestazioni da parte dell'ente gestore.

Nel presente articolo si descrivono i criteri, sviluppati in questa prima fase relativamente alla sola pavimentazione stradale, che prevedono elementi che indirizzino gli Enti gestori della rete viaria verso una pianificazione più efficiente che consenta una razionale allocazione delle limitate risorse disponibili e verso una armonizzazione delle procedure di manutenzione in Regione Lombardia.

2. IL CONTESTO LEGISLATIVO

La normativa regionale in materia (l.r. 9/2001) nasce dall'esigenza di disciplinare le funzioni di programmazione, progettazione, manutenzione e gestione della rete viaria di interesse regionale, principalmente in relazione alla complessità della rete viaria lombarda ed al trasferimento di gran parte della rete statale alle Province, ai sensi del D.Lgs 112/98 e della l.r. 1/2001. La l.r. 9/2001 affronta in particolare, relativamente alla presente iniziativa, gli aspetti inerenti la programmazione ed il coordinamento di interventi sulla rete viaria regionale, promuovendo strumenti per la conoscenza della rete esistente, del livello di traffico ed iniziative per il miglioramento della sicurezza della circolazione stradale (classificazione funzionale della rete viaria, catasto strade,

norme geometrico-funzionali, etc.), anche attraverso specifici regolamenti. Ed è in tale contesto legislativo che si sono inquadrate le attività qui discusse.

3. I DOCUMENTI DI INDIRIZZO

I documenti prodotti sono rivolti a tutti gli Enti gestori di reti stradali in Regione Lombardia. Il risultato finale è stato conseguito attraverso diverse fasi di lavoro: una fase preliminare ha riguardato la definizione di quadro chiaro circa la situazione internazionale e nazionale in tema di pianificazione della manutenzione. La seconda fase è consistita in uno studio di dettaglio che ha consentito di inquadrare e focalizzare la situazione presente in Regione Lombardia inerente la manutenzione delle strade, ed in particolare delle pavimentazioni.

Successivamente si è proceduto alla messa a punto di documenti che indirizzino gli Enti Competenti di strade verso una gestione del patrimonio più efficiente; in questo senso sono stati redatti i seguenti documenti descritti in seguito:

- “criteri per lo sviluppo di sistemi di gestione della manutenzione delle pavimentazioni stradali”;
- “catalogo dei dissesti delle pavimentazioni stradali”;
- “catalogo degli interventi di manutenzione sulle pavimentazioni stradali”;
- “standard prestazionali e criteri di manutenzione sulle pavimentazioni stradali”.

3.1 Il lavoro preliminare

L’obiettivo è di inquadrare e focalizzare la situazione presente in Regione Lombardia inerente la manutenzione delle strade. Si è cercato di comprendere come ogni singola Amministrazione operasse in questo campo, in modo da far emergere eventuali criticità e disomogeneità metodologiche e di approccio tra le diverse Amministrazioni, in modo da definire il quadro di riferimento e di base per l’impostazione corretta e realistica di criteri di manutenzione. I risultati si basano fondamentalmente su un questionario, inviato a tutte le Province e a Comuni campione distribuiti su tutto il territorio lombardo, con l’intento di conoscere, in modo diretto, le modalità di gestione della manutenzione stradale ed evidenziarne l’efficienza.

Il quadro che emerge dall’insieme delle informazioni raccolte mostra una elevata disomogeneità di comportamento attuato dalle diverse amministrazioni sotto la quasi totalità degli aspetti esaminati.

I risultati evidenziano che nella maggior parte dei casi la manutenzione non è oggetto di pianificazione. L’esperienza sostituisce generalmente gli strumenti di analisi e valutazione che andrebbero invece utilizzati per pervenire a scelte razionali ed ottimali sotto il profilo tecnico-economico. Fatte le dovute eccezioni, il monitoraggio e la scelta degli interventi sono affidati a valutazioni di tipo qualitativo. Le tabelle 1 e 2 evidenziano in sintesi come nella scelta degli interventi di manutenzione e il monitoraggio del degrado l’esperienza risulta essere il fattore determinante sia tra le Province che soprattutto tra i Comuni.

Tabella 1 - % di amministrazioni provinciali e comunali che adottano una specifica metodologia per scegliere l'intervento adeguato

% di Province(*)		% di Comuni(*)	
Sulla base dell'esperienza	100.0	Sulla base dell'esperienza	100.0
Con valutazioni numeriche	9.1	Con valutazioni numeriche	3.2
In base ad un indice di degrado	45.5	In base ad un indice di degrado	29.0

(*) Il totale delle percentuali è diverso da cento in quanto le diverse amministrazioni hanno dichiarato di utilizzare più di un metodo di scelta degli interventi

Tabella 2 - % di amministrazioni provinciali e comunali che rilevano un determinato tipo di degrado

% di Province(*)		% di Comuni(*)	
Assenza di valutazione del degrado	0.0	Assenza di valutazione del degrado	9.7
Rilievi visivi con catalogo dissesti	54.5	Rilievi visivi con catalogo dissesti	29.0
Rilievi visivi sulla base dell'esperienza locale	100.0	Rilievi visivi sulla base dell'esperienza locale	96.8
Misura di aderenza	45.5	Misura di aderenza	3.2
Misura di regolarità	18.2	Misura di regolarità	0.0
Misura di portanza	27.3	Misura di portanza	3.2
Misura del grado di fessurazione	36.4	Misura del grado di fessurazione	3.2
Misura delle ormaie	45.5	Misura delle ormaie	3.2

(*) Il totale delle percentuali è diverso da cento in quanto le diverse amministrazioni hanno dichiarato di utilizzare più di un metodo di rilievo del degrado

Sussiste inoltre una notevole discrasia tra quanto l'ente generalmente dichiara di voler controllare in relazione alle lavorazioni eseguite in ambito manutentivo (attraverso le indicazioni del capitolato) e quanto effettivamente riesce a controllare, probabilmente per problematiche organizzative/economiche.

Nel complesso si tratta evidentemente di un quadro non soddisfacente, che non può che rafforzare l'esigenza già sentita di pervenire ad una armonizzazione delle procedure di manutenzione cercando di spingere gli enti ad eseguire la pianificazione, affinché le limitate risorse che sono generalmente disponibili possano essere spese con criteri razionali, in grado di valorizzare gli investimenti e di dar luogo progressivamente a sovrastrutture con piani viabili le cui caratteristiche prestazionali siano coerenti con le richieste e le aspettative degli utenti.

3.2 I documenti redatti

3.2.1 Criteri per lo sviluppo di sistemi di gestione della manutenzione delle pavimentazioni stradali

Una risposta efficace per soddisfare l'esigenza di pianificare gli interventi di manutenzione è rappresentata dai sistemi di gestione; l'implementazione di un sistema di gestione necessita però la definizione di opportuni criteri di manutenzione, il monitoraggio dello stato delle pavimentazioni, l'archiviazione ed elaborazione dei dati, per pervenire alla pianificazione e programmazione degli interventi (2-6).

In questo contesto sono stati definiti i criteri per lo sviluppo di sistemi di gestione della manutenzione delle pavimentazioni stradali il cui obiettivo è quello di fornire un

quadro sinottico delle tematiche per l'implementazione di un sistema di gestione. Di seguito si riportano in sintesi le parti fondamentali di tale documento:

1. **Dati di archivio:** implementazione della base dati necessaria ad una corretta pianificazione della manutenzione. A tale scopo è necessario poter disporre, a livello di tutta la rete stradale compresa in ogni giurisdizione, delle informazioni essenziali per poter svolgere le analisi sopra citate. L'organizzazione di questi dati, con delle appropriate soluzioni informatiche, facilita notevolmente lo svolgimento delle analisi e permette allo stesso tempo un controllo razionale della completezza dei dati. Nella definizione dei dati occorre tenere presenti i criteri adottati per la costituzione e l'aggiornamento delle banche dati. In particolare si fa riferimento all'art. 13, comma 6, del Decreto Legislativo 30.4.92 n.285 (Nuovo Codice della Strada) che prevede l'obbligo, per gli Enti proprietari delle strade, di istituire e tenere aggiornati la cartografia (grafo stradale: dati geografici, cioè dotati di componente spaziale georeferenziata) ed il Catasto delle Strade (dati alfanumerici). Appare chiaro che quest'ultimo sia uno degli strumenti fondamentali per la costituzione di una banca dati. Le modalità per istituire e aggiornare il Catasto delle Strade sono stabilite da apposito decreto (D.M. 1/6/2001).
2. **Indici di stato:** descrizione degli indicatori di stato necessari a descrivere le caratteristiche strutturali e funzionali della pavimentazione. Per una corretta pianificazione della manutenzione stradale è quindi necessario conoscere lo stato della strada che viene ben rappresentato da una serie di indici (possibilmente parametri fisici misurabili) relativi a caratteristiche intrinseche della sovrastruttura. La scelta degli indici andrà ad influenzare tutta l'architettura del sistema di gestione, andando a interessare tutte le fasi critiche dell'elaborazione dei dati (degrado nel tempo, valutazione benefici, valutazione delle condizioni della strada, composizione dell'indice fondamentale di qualità della pavimentazione, etc.). Si descrivono brevemente i principali indicatori specifici richiamando i principali riferimenti da seguire per una corretta misura degli stessi. Si presentano inoltre alcuni indici sintetici (1-5) ricavati a partire dalla valutazione degli indici specifici. Gli indici sintetici risultano di estrema utilità nei sistemi di gestione anche per fornire un giudizio di tutto il complesso strada; un indice globale può essere quindi strutturato anche per accogliere al suo interno indicatori che possono prevedere una valutazione di altre caratteristiche della strada oltre a quelle relative la pavimentazione, come la sicurezza, ma anche segnaletica orizzontale e verticale, ecc. Ovviamente categorie di strade diverse possono e devono prendere in considerazione un numero complessivo di indicatori diverso, numero che dovrebbe decrescere nelle tipologie di strade con minore traffico o di ridotta importanza.
3. **Curve di degrado:** introduzione all'individuazione di opportune curve di decadimento degli specifici indicatori di stato. La definizione dei dati di archivio ed il rilievo degli indici di stato risultano essere di scarsa utilità se non si dispone di strumenti atti a prevedere l'evoluzione futura dello stato della sovrastruttura. L'obiettivo è quello di individuare il momento in cui attivare un determinato intervento manutentivo all'interno della vita utile della pavimentazione in modo da ottimizzare i costi e limitando i disagi agli utenti. L'osservazione nel tempo dei diversi parametri che descrivono le caratteristiche funzionali e strutturali della

strada, associato alla definizione di opportuni livelli di soglia, permette quindi di tenere sotto controllo lo stato di degrado della pavimentazione. La figura 1 rappresenta in modo chiaro la tempistica con cui una amministrazione può intervenire a ripristinare le caratteristiche prestazionali di una pavimentazione.

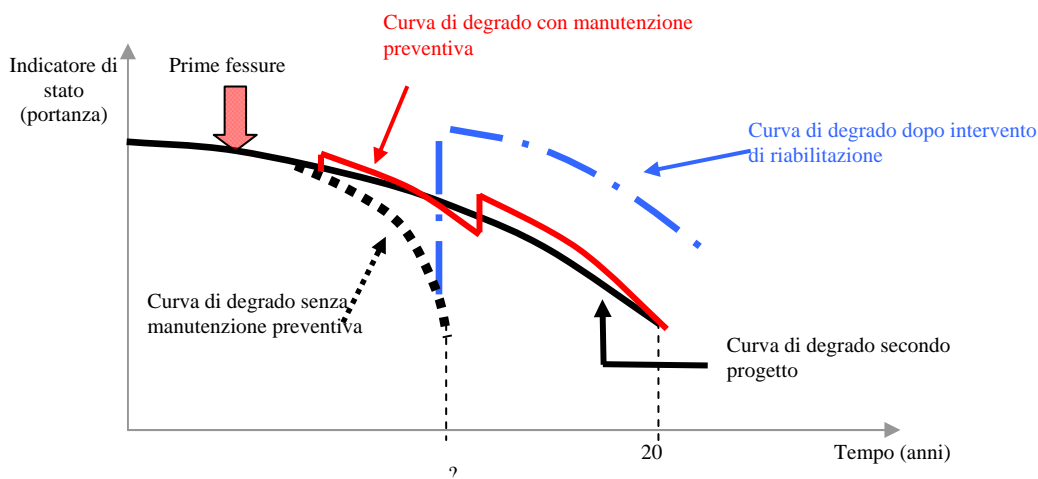


Figura 1 - Esempi di possibili curve di decadimento

Il rispetto della vita utile di progetto è garantito soltanto se la pavimentazione è accompagnata nel tempo da una adeguata *manutenzione preventiva* (in rosso in figura 1) che agisca preventivamente sulle cause del degrado (per esempio sigillando le fessure per evitare che l'acqua penetri nella sovrastruttura). Senza questo tipo di manutenzione la pavimentazione è destinata a degradare in modo repentino, riducendo drasticamente la propria vita utile, con conseguente incremento dei costi a lungo termine. La pratica corrente, purtroppo, è di intervenire a danno già avvenuto, quando la pavimentazione ha già subito una riduzione notevole delle prestazioni, situazione che oltre a diminuire la vita utile di progetto, comporta maggiori costi in interventi radicali (in blu in figura 2) e soprattutto maggiori rischi per chi percorre la strada (diminuisce la sicurezza). Sono stati illustrati infine dei modelli di degrado, sviluppati in campo nazionale e internazionale, per alcuni degli indicatori di stato descrivendo in maniera sintetica il processo impiegato per la loro determinazione (3).

4. **Pianificazione della manutenzione:** si introducono le tecniche di pianificazione più diffuse, la prioritizzazione e l'ottimizzazione. Un'Amministrazione può effettuare la scelta del "come", "dove" e "quando" intervenire sulla pavimentazione stradale in modi diversi in relazione al tipo, alla qualità e quantità dei dati e alle informazioni disponibili. Qualora siano acquisiti dati inerenti lo stato della pavimentazione (portanza, aderenza, regolarità, etc.) in modo sistematico e per più anni, è possibile tracciare le curve di degrado dei parametri di stato rappresentative dell'evoluzione temporale di tali indici per effetto del traffico e del clima. Se sono note le curve di degrado è possibile costruire un sistema di gestione della manutenzione con la possibilità di effettuare una programmazione pluriennale degli interventi

manutentivi necessari in relazione agli scenari di budget ed ai livelli di qualità delle pavimentazioni ipotizzati. In questo contesto, definiti i benefici ed i costi di ciascuna strategia manutentiva, la scelta degli interventi può avvenire sulla base di criteri di “*ottimizzazione*” attraverso i quali si seleziona la strategia, tra quelle tecnicamente ammissibili, di massima redditività. Verso questo tipo di gestione deve tendere un’Amministrazione, la quale, dunque, nel lungo periodo dovrà prevedere l’effettuazione di un appropriato monitoraggio della rete ed in particolare delle condizioni delle pavimentazioni. In assenza di un monitoraggio siffatto, e dunque nell’impossibilità di stabilire un valore temporale di riferimento per l’effettuazione degli interventi, il sistema di gestione deve avere la funzione di proporre all’Amministrazione le “*priorità d’intervento*”, cioè una lista contenente tutti i tronchi stradali della rete nell’ordine secondo cui si dovrà intervenire.

3.2.2 *Catalogo dei dissesti delle pavimentazioni stradali*

Ai fini dell’acquisizione dei dissesti superficiali delle pavimentazioni è fondamentale disporre di un Catalogo dei Dissesti valido per la propria rete di competenza.

Al fine di incentivare gli Enti gestori a produrre un proprio catalogo, Regione Lombardia ha predisposto, per fornire un primo riferimento, un Catalogo dei Dissesti redatto sulla base di esperienze già condotte sul territorio regionale ed in ambito internazionale (5).

Il Catalogo consente la valutazione dello stato delle pavimentazioni della rete, supportando le decisioni inerenti sia le priorità di intervento che la scelta delle tipologie di trattamento manutentivo.

Il Catalogo riporta i principali e più comuni dissesti che si possono riscontrare su pavimentazioni con strati superficiali in conglomerato bituminoso (pavimentazioni flessibili e semirigide). In particolare, per ciascun dissesto:

- sono descritte le caratteristiche che consentono di classificare il dissesto stesso;
- sono definiti, anche con il supporto visivo di fotografie, i diversi livelli di severità con cui il dissesto può manifestarsi;
- è riportato un confronto con dissesti simili;
- è indicata la possibile evoluzione del dissesto.

La valutazione del dissesto singolo risulta appropriata a livello di progetto, ovvero quando una tratta è stata già selezionata per la manutenzione e per essa si deve decidere in dettaglio il tipo di intervento da effettuarsi. In fase di pianificazione della manutenzione (a “livello di rete”), fase in cui è opportuno il rilievo dei dissesti sull’intera rete di competenza, affinché il rilievo visivo sia eseguibile in tempi ragionevoli, è stato proposto un accorpamento dei dissesti in famiglie di dissesti:

1. ALTERAZIONI DELLE CONDIZIONI DELLA SUPERFICIE DELLA PAVIMENTAZIONE

Rappresentano situazioni di alterazione delle normali condizioni della superficie della pavimentazione, generando problemi di aderenza, rumore, etc.. I dissesti compresi in questa famiglia sono: “*rifluimento del legante*” e “*sgranamento*”.

2. ALTERAZIONI DELLA REGOLARITÀ DELLA PAVIMENTAZIONE

Rappresentano situazioni di alterazione della regolarità del piano viabile, sia in senso trasversale che longitudinale. Si tratta di alterazioni che possono incidere anche significativamente sulla regolarità del moto di veicoli/ciclomotori e sull’efficacia dello

smaltimento dell'acqua di pioggia. I dissesti compresi in questa famiglia sono: "usura superficiale", "distacco dello strato di usura", "buche", "ormae", "avvallamenti" (in presenza o meno di fessure), "avvallamenti e dissesti in presenza di chiusini", "rappezzi".

3. FESSURAZIONE DELLA PAVIMENTAZIONE

Rappresentano situazioni di alterazione della continuità della pavimentazione a causa di fessure, "trasversali" e/o "longitudinali" e/o diffuse (a "pelle di coccodrillo" o "a blocchi"). Si tratta di alterazioni che incidono sulla qualità della pavimentazione percepita dagli utenti, sulla durata della pavimentazione e sulle condizioni di regolarità laddove stati di fessurazione di alta severità possono generare buche o distacchi improvvisi.

A solo titolo indicativo, per ciascun dissesto e per ciascun livello di severità sono stati proposti possibili trattamenti manutentivi. La scelta definitiva del trattamento dipende però da molteplici fattori da considerare caso per caso (budget disponibile, durata attesa dell'intervento, presenza contemporanea di più dissesti, etc.) e pertanto può ricadere su interventi anche non compresi tra quelli proposti. Per il livello di severità bassa, qualora non sia effettuato alcun intervento, si suggerisce di eseguire almeno la sorveglianza del dissesto per seguirne l'evoluzione.

In figura 2 è riportata a titolo esemplificativo la scheda del catalogo dei dissesti per la fessurazione a pelle di coccodrillo per il solo livello di severità medio.


Livello di severità	
MEDIO	<p>Descrizione del dissesto con severità media</p> <p>Fessurazione ben formata, inizio di rottura alla sommità dei poligoni, profondità degli avvallamenti < 25 mm.</p> <p>Intervento consigliato</p> <p>E' consigliabile misurare la deflessione (con trave Benkelman).</p> <ul style="list-style-type: none"> - Interventi localizzati (rappezzi). - Rafforzamento con nuovo strato di conglomerato bituminoso (previo trattamento delle fessure e posizionamento di una rete di rinforzo). - Fresatura e ricostruzione strato/i in conglomerato bituminoso (con eventuale posizionamento di una rete di rinforzo).
	

Figura 2 - scheda tipo del catalogo dei dissesti: fessurazione a pelle di coccodrillo, livello di severità medio

3.2.3 Catalogo degli interventi di manutenzione sulle pavimentazioni stradali

Al fine di fornire elementi di riferimento inerenti le diverse tipologie di interventi manutentivi sulle pavimentazioni stradali Regione Lombardia ha predisposto un catalogo degli interventi.

Usando una denominazione ormai consolidata, le diverse tipologie di intervento sono state raggruppate in due categorie principali, quella degli interventi di manutenzione e quella degli interventi di riabilitazione; la prima raggruppa interventi il cui scopo è quello di ripristinare le caratteristiche superficiali e la funzionalità del piano

viabile, laddove la seconda classe raggruppa interventi che, in misura diversa, hanno efficacia anche di tipo strutturale.

Di ciascuna tipologia di intervento è fornita:

- una descrizione generale supportata da schemi grafici o da fotografie per una migliore comprensione;
- il campo di impiego, ovvero le condizioni in cui più opportuno ed idoneo è l'impiego dell'intervento, in termini di
 - caratteristiche funzionali e strutturali (R = Regolarità, A = Aderenza, D.S. = Dissesti Superficiali, P = Portanza);
 - Traffico (T);
 - ambito stradale, urbano o extraurbano (S);
- gli effetti indotti dalle caratteristiche funzionali e strutturali della pavimentazione;
- la durata media.

Occorre ricordare che tale catalogo non vuole essere né esaustivo né tantomeno definitivo. Infatti in relazione all'esperienza, all'evoluzione tecnologica e alla professionalità dei tecnici del settore, il catalogo dovrà essere ampliato, aggiornato ed arricchito dai singoli Enti Gestori.

3.2.4 Standard prestazionali e criteri di manutenzione delle pavimentazioni stradali

Il documento di indirizzo fondamentale redatto da Regione Lombardia definisce i gli Standard Prestazionali e i Criteri di Manutenzione e ha l'obiettivo di imporsi presso gli Enti gestori di reti stradali perché diventi strumento di supporto alla pianificazione "a livello di rete"; ciò prevede la scelta della tipologia degli interventi, l'individuazione delle tratte su cui intervenire e dei tempi di intervento, in relazione agli standard prestazionali da conseguire sulla rete ed alle risorse disponibili. I Criteri di Manutenzione quindi non sostituiscono i metodi di progetto (strutturale o funzionale) delle pavimentazioni, che sono comunque da adottarsi dopo aver concluso le attività di pianificazione a livello di rete; i Criteri di Manutenzione si collocano infatti ad un livello di pianificazione, che precede temporalmente e logicamente quello di progetto.

Ai fini dei presenti Criteri di Manutenzione e quindi ai fini della manutenzione "a livello di rete" il documento di indirizzo suggerisce le modalità che gli Enti gestori dovranno adottare per una corretta pianificazione della manutenzione delle pavimentazioni stradali in termini di:

DATI DI ARCHIVIO

L'ente gestore costituisce delle basi dati contenenti le informazioni della rete stradale di competenza utili alla manutenzione; in questo contesto il documento di indirizzo redatto individua i contenuti minimi, concernenti le caratteristiche amministrative, di traffico, geometriche e strutturali della rete e delle pavimentazioni, della base-dati che ogni ente deve predisporre. Tali contenuti minimi riportati nel documento sono compatibili con quelli inseriti nel documento di indirizzo "Progetto per la definizione delle specifiche della struttura informatica di base del catasto stradale della Regione Lombardia" – giugno 2001 e integrati per la parte relativa alla manutenzione stradale.

STATO DELLA PAVIMENTAZIONE

L'ente gestore definisce gli standard prestazionali da perseguire sulla rete gestita coerentemente con le istanze di sicurezza e dunque in relazione alla classificazione

funzionale e alle caratteristiche dell'esercizio di ciascuna tratta stradale; si introducono dei parametri indicatori rappresentativi delle condizioni della pavimentazione stradale, i quali dovranno assumere valori coerenti con gli standard prestazionali definiti; infatti le necessità di intervento sono determinate prevalentemente in base allo stato della pavimentazione.

Regione Lombardia definisce la tipologia di indici di stato da acquisire a seconda della classificazione della strada e dall'ambito di appartenenza (urbano o extraurbano) come indicato nella tabella 3.

Tabella 3 - Indici da rilevare in relazione al tipo di strada

Indicatore	Tipo di strada (*)						
	R1	R2	P1 Extraurbana	P1 Urbana	P2 Extraurbana	P2 Urbana	L + Non Classificate
RL ^(**)	SI	SI	SI	SI	SI	SI	Consigliato
RT ^(**)	SI	SI	SI	SI	SI	SI	Consigliato
A ^(**)	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
M ^(**)	SI	SI	Consigliato	Consigliato	Consigliato	Consigliato	Consigliato
P ^(**)	SI	SI	SI	Consigliato	Consigliato	Consigliato	Consigliato
DS ^(**)	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI

(*) In base ai criteri di classificazione della rete viaria della Regione Lombardia (D.G.R. n° VII/19709 del 3/12/2004)

(**) RL-Regolarità Longitudinale; RT-Regolarità Trasversale; A-Aderenza; M-Macrotessitura, P-Portanza; DS-Dissesti Superficiali

MONITORAGGIO PERIODICO DELLO STATO DELLA PAVIMENTAZIONE

Lo stato della pavimentazione è monitorato con modalità e periodicità dipendenti dalla classificazione della strada e dall'ambito di riferimento (urbano o extraurbano); il monitoraggio è finalizzato alla valutazione delle condizioni della rete e allo studio dei processi di evoluzione del degrado. Il monitoraggio è eseguito innanzitutto a livello di rete, con un livello di dettaglio congruente con la pianificazione delle attività che è finalizzata alla scelta delle tratte su cui intervenire, della tipologia di intervento e della relativa allocazione temporale delle risorse. Per le tratte oggetto di intervento si procederà successivamente, a livello di progetto, all'effettuazione di misure di maggior dettaglio utili alla progettazione dell'intervento stesso.

Al fine di individuare gli obiettivi e le modalità del monitoraggio, ogni ente gestore deve redigere un Piano di Monitoraggio (che costituisce parte integrante del Piano di Manutenzione a Livello di Rete) coerente con le specifiche riportate nelle tabelle 4 e 5.

Tabella 4 - Indici da rilevare e frequenza consigliata di rilevamento (in anni) (ambito extraurbano)

Indicatore	Tipo di strada (*)				
	R1	R2	P1	P2	L + Non Classificate
RL ^(**)	2-3	2-3	3-4	3-4	Consigliato
RT ^(**)	2-3	2-3	3-4	3-4	Consigliato
A ^(**)	2	2	2	2	3
M ^(**)	2	2	Consigliato	Consigliato	Consigliato
P ^(**)	4	4	4	Consigliato	Consigliato
DS ^(**)	1	1	1	1	1-2

(*) In base ai criteri di classificazione della rete viaria della Regione Lombardia (D.G.R. n° VII/19709 del 3/12/2004)

(**) RL-Regolarità Longitudinale; RT-Regolarità Trasversale; A-Aderenza; M-Macrotessitura, P-Portanza; DS-Dissesti Superficiali

Tabella 5 - Indici da rilevare e frequenza consigliata di rilevamento (in anni) (ambito urbano)

Indicatore	Tipo di strada (*)				
	R1	R2	P1	P2	L + Non Classificate
RL ^(**)	3-4	3-4	4	4	Consigliato
RT ^(**)	3-4	3-4	4	4	Consigliato
A ^(**)	2-3	2-3	2-3	2-3	3-4
M ^(**)	2-3	2-3	Consigliato	Consigliato	Consigliato
P ^(**)	4	4	Consigliato	Consigliato	Consigliato
DS ^(**)	1-2	1-2	1-2	1-2	1-2

(*) In base ai criteri di classificazione della rete viaria della Regione Lombardia (D.G.R. n° VII/19709 del 3/12/2004)

(**) RL-Regolarità Longitudinale; RT-Regolarità Trasversale; A-Aderenza; M-Macrotessitura, P-Portanza; DS-Dissesti Superficiali

INTERVENTI DI MANUTENZIONE

Gli interventi di manutenzione devono essere pianificati su un arco temporale di riferimento, in base alle condizioni della rete (attuali, previste e attese), nonché eventualmente anche in relazione ad altri fattori (politiche di sviluppo, esigenze della circolazione, etc.), perseguendo comunque obiettivi di massimizzazione della sicurezza e del comfort degli utenti e verificando il ritorno economico degli investimenti. Ai fini della scelta di un intervento manutentivo va quindi preliminarmente effettuata un'analisi mirata alla individuazione dell'efficacia tecnica e della valenza economica di ciascun intervento. In relazione al contesto di applicazione, vanno in particolare considerati e valutati i seguenti elementi:

- tipologia più opportuna di intervento (trattamenti superficiali, rafforzamenti tramite aggiunta di nuovi strati, rifacimento dei soli strati legati tramite fresatura e sostituzione, risanamenti profondi, etc.);
- tipologie di degrado e valori assunti da uno o più indici di stato che suggeriscono l'effettuazione dell'intervento (es.: fresatura e sostituzione dello strato di usura se l'aderenza e la regolarità sono insufficienti ma la pavimentazione è ancora strutturalmente adeguata);
- standard prestazionali della tratta;
- valori prestazionali a cui sono riportati gli indici di stato dopo l'effettuazione dell'intervento;

- spessore dell'intervento, in relazione ai vincoli presenti (cordoli laterali, chiusini, spessori degli strati da fresare, etc.);
- durabilità dell'intervento, ovvero velocità di degrado degli indici di stato in relazione al traffico ed alle caratteristiche ambientali del contesto di applicazione;
- eventuale utilizzo di tecnologie idonee per conseguire particolari prestazioni (es.: leganti con polimeri, etc.);
- velocità di realizzazione dell'intervento;
- costo in relazione alle risorse disponibili.

4. COGENZA E PROSPETTIVE

Il lavoro svolto prevede, ad oggi, elementi di indirizzo per gli Enti gestori della rete viaria nel territorio regionale. È necessario in questa fase verificarne l'efficacia e l'attuazione tramite l'operatività quotidiana delle amministrazioni. L'interesse evidenziato, anche a carattere nazionale, e l'esperienza in atto in alcune amministrazioni in Regione Lombardia permetterà proprio di avviare gli eventuali correttivi ed approfondimenti, in particolare per la stesura degli stessi standard relativamente alle opere d'arte stradali (ponti, viadotti, gallerie, muri di sostegno, sottopassi, tombini, ...), ai sistemi di smaltimento delle acque.

Regione Lombardia promuove la diffusione degli standard prestazionali e dei criteri di manutenzione stradale sulla pavimentazione stradale, anche attraverso lo sviluppo di progetti pilota specifici.

6. BIBLIOGRAFIA

(1) "AASHTO Guide for design of pavement structures" (1993), American association of State Highway and Transportation Officials, Washington D.C..

(2) Crispino M., Olivari G., Mismetti G., Scazziga I. (2004), "First experience in developing a PMS for a Province road Network", International Conference on Managing Pavements, Brisbane, Australia.

(3) Crispino M., Olivari G., Mismetti G., Scazziga I. (2004), "Development Of A Pavement Management System In The Province Of Milan: The Validation Of Pavement Performance Curves", International Conference SIIV, Florence.

(4) Region of Lombardy Specifications - (2006), Resolution n. 1790, BURL n. 8 S.S., 21.2.2006. "Standard prestazionali e criteri di manutenzione delle pavimentazioni stradali".

(5) SN 640925 (2003) - Gestion de l'entretien des chaussées (GEC). Norme Suisse 640 925, VSS Zurich 1997.

(6) Shahin M. Y. (1994), "Pavement management for airport, roads, and parking lots", Chapman & Hall, New York NY.