



LAVORI DI PAVIMENTAZIONE CON
MISCELE BITUMINOSE COMPATTATE

**CONFORMITÀ ALLE ESIGENZE
NORMATIVE E CONTRATTUALI:**

PROCEDURA, PENALITÀ E GARANZIE

Indice

1	Introduzione.....	3
1.1	Obiettivo.....	3
1.2	Campo di applicazione.....	3
1.3	Basi contrattuali	3
2	Valutazione	4
2.1	Sistema.....	4
2.1.1	Principio.....	4
2.1.2	Prove	5
2.2	Criteri di valutazione	6
2.2.1	Miscela bituminosa	6
2.2.2	Legante.....	7
2.2.3	Strato di pavimentazione posato.....	7
2.3	Procedura	10
2.3.1	Metodo di valutazione.....	10
2.3.2	Provvedimenti applicati.....	10
3	Decisione di messa in opera dello strato successivo.....	11
3.1	Sistema.....	11
3.2	Schema decisionale.....	12
4	Penalità finanziaria e diritti di garanzia per i difetti.....	13
4.1	Rapporti tra penalità finanziaria e regime di garanzie per difetti	13
4.2	Deroghe al regime di garanzie per i difetti	13
5	Esigenze per lo strato di usura	14
5.1	Planeità longitudinale.....	14
5.2	Mordenza.....	14
5.3	Bitume impiegato nel confezionamento di miscele SDA.....	14
Annexo I:	Scheda tecnica per leganti di recupero	15
Annexo II:	Esempio di calcolo della penalità	16
	Cronologia degli aggiornamenti	17

1 Introduzione

1.1 Obiettivo

Il presente documento stabilisce:

- a) il sistema, i criteri e la procedura di valutazione della conformità dell'opera alle esigenze normative e contrattuali;
- b) i fattori determinanti la decisione di messa in opera dello strato di pavimentazione successivo;
- c) le disposizioni particolari concernenti i rapporti tra la penalità ed i diritti di garanzia per i difetti;
- d) le particolarità concernenti lo strato di usura della pavimentazione.

1.2 Campo di applicazione

Questo documento, che è rivolto a coloro che progettano ed operano sulle strade cantonali, si applica a tutti gli oggetti di pavimentazione bituminosa della Divisione delle costruzioni del Canton Ticino ad esclusione degli strati in asfalto fuso (MA) e di fondazione (AC F).

1.3 Basi contrattuali

Il presente documento, che si ispira all'istruzione 71 005 dell'Ufficio federale delle strade "Requisiti di qualità dei rivestimenti bituminosi, Provvedimenti in caso di scostamenti", è parte integrante del contratto d'appalto, unitamente:

- al "Concetto di garanzia della qualità per le miscele bituminose compattate e gli aggregati impiegati nell'ambito delle strade cantonali" della Divisione delle costruzioni;
- alle norme VSS ed in particolare la norma SN 40 434 "Programma delle prove per miscele bituminose compattate".

L'ordine di priorità dei documenti è stabilito nel contratto.

2 Valutazione

2.1 Sistema

2.1.1 Principio

La tappa di lavoro è la porzione di strada che viene rivestita in miscela bituminosa nel corso di uno o più turni di lavoro continuativi senza interruzioni (diurno e/o notturno e/o a sciolta). Anche più superfici stradali separate trattate nel medesimo turno o turni continuati sono da considerarsi una singola tappa.

L'oggetto (o opera) è la somma delle singole tappe di lavoro, pari quindi all'estensione complessiva della superficie di cantiere da trattare.

Di principio, in funzione all'importanza dell'oggetto, vengono controllate tappe di lavoro selezionate in base a 8 criteri (cfr. capitolo 2.2), cui possono aggiungersi i 3 criteri concernenti la superficie dello strato d'usura (cfr. capitolo 5).

In caso di non conformità alle esigenze normative e contrattuali, il committente stabilisce in base al presente documento la penalità espressa in punti. In funzione della somma totale dei punti di penalità si ottiene una classificazione dello scarto rispetto alle tolleranze fissate, così come riportato nella tabella sottostante.

Fig. 2.1 Valutazione

Caso	Classificazione	Numero totale di punti di penalità	
		Strato d'usura Strato di collegamento	Strato di base
a	scarto trascurabile	0 - 2	0 - 2
b	scarto contenuto	3 - 9	3 - 14
c	scarto sostanziale	10 - 19	15 - 24
d	scarto importante	≥ 20	≥ 25

Gli scarti rilevati rispetto alle tolleranze fissate rientrano nel novero dei difetti ai sensi dell'art. 166 SIA 118. Infatti detti scarti possono determinare un degrado accelerato della pavimentazione, ridurne la durata di servizio e/o compromettere la sicurezza del traffico.

Per un giudizio complessivo e conclusivo sulla qualità della pavimentazione in opera devono essere considerati anche altri aspetti non valutati nel presente documento quali ad esempio: curva granulometrica, perdita di materiale, fessurazioni, trasudamento legante, ecc.

2.1.2 Prove

L'estensione, il numero ed il tipo di prove richieste sono definite:

- dalla norma VSS 40 434, programma delle prove per miscele bituminose compatte;
- dal documento "Concetto di garanzia della qualità per le miscele bituminose compatte e gli aggregati impiegati nell'ambito delle strade cantonali" della Divisione delle costruzioni;
- dal piano controllo qualità specifico dell'opera.

Il prelievo per il controllo delle miscele in opera è da eseguirsi, di principio, secondo lo "schema prelievo carote" riportato nel concetto di garanzia sopraccitato. Le carote devono venire prelevate dopo il raffreddamento completo della pavimentazione.

Nel caso in cui le tappe di lavoro fossero di dimensione ed importanza limitata (tappe parziali, piccoli lotti, ecc.), il committente può conseguentemente ridurre il numero di prove previste dalla norma summenzionata.

I punti di penalità di ogni oggetto (di livello 1 o 2) vengono determinati sulla base dei risultati forniti dai laboratori accreditati, designati dal committente, per le seguenti prove.

Fig. 2.2 Numero di prove

Valutazione	Prove di laboratorio			
	Livello 1 Oggetto con classe di traffico T5 e T6		Livello 2 Oggetto con classe di traffico T3 e T4	
	Committente	Impresa	Committente	Impresa
Miscela bituminosa: - tenore di legante solubile - tenore di vuoti (Marshall)	A ¹ A ¹	A ¹ A ¹	B ¹ B ¹	B ¹ B ¹
Legante recuperato dalla miscela bituminosa: - penetrazione a 25 °C - punto di rammollimento A&B	1 ¹ 1 ¹	1 ¹ 1 ¹	1 ¹ 1 ¹	1 ¹ 1 ¹
Strato di pavimentazione posato - tenore di vuoti - grado di compattazione - spessore dello strato di usura su carote - adesione degli strati secondo Leutner	C ¹ C ¹ C ¹ C ¹	- - - -	D ¹ D ¹ D ¹ D ¹	- - - -

Nota bene

Il livello 2 può pure venire applicato, in analogia, alle strade con classe di traffico T2.

¹ Secondo norma SN 40 434, "Programma delle prove per miscele bituminose compatte", tabella 2, "Numero di prove per strati di messa in opera"

2.2 Criteri di valutazione

2.2.1 Miscela bituminosa

Fig. 2.3 Tenore di legante solubile

Caratteristiche	Variazione tollerata (% - massa)	Scarto POSITIVO (+) o NEGATIVO (-) della media rispetto alla variazione tollerata (% - massa)			
		≤ 0.05	da 0.06 a 0.20	da 0.21 a 0.45	≥ 0.46
Tenore legante solubile	Valore teorico secondo la dichiarazione ± 0.30 % - massa	≤ 0.05	da 0.06 a 0.20	da 0.21 a 0.45	≥ 0.46
Penalità	--	2	5	10	25

Fig. 2.4 Tenore di vuoti (Marshall)

Caratteristiche	Variazione tollerata (% - volume)	Scarto POSITIVO (+) o NEGATIVO (-) della media rispetto ai valori limiti (% - volume)			
		≤ 0.2	da 0.3 a 0.5	da 0.6 a 0.7 ¹ da 0.6 a 1.1 ²	≥ 0.8 ¹ ≥ 1.2 ²
Tenore vuoti (Marshall)	All'interno dei valori limite secondo: SN 640 431-X-NA SN 40 436 ³	≤ 0.2	da 0.3 a 0.5	da 0.6 a 0.7 ¹ da 0.6 a 1.1 ²	≥ 0.8 ¹ ≥ 1.2 ²
Penalità	--	2	5	10	25

¹ per conglomerati bituminosi con designazione granulometrica ≤ 16 mm

² per conglomerati bituminosi con designazione granulometrica ≥ 22 mm

³ solo per miscele SDA, ritenuto che per la classe 12 i valori limite sono fissati a 8÷12 Vol%

2.2.2 Legante

Fig. 2.5 Penetrazione a 25°C, legante di recupero

Caratteristiche	Variazione tollerata (1/10 mm)	Scarto POSITIVO (+) o NEGATIVO (-) della media rispetto alla variazione tollerata (1/10 mm)			
		≤ 3	da 4 a 6	da 7 a 8	≥ 9
Penetrazione a 25 °C	Secondo annesso I	≤ 3	da 4 a 6	da 7 a 8	≥ 9
Penalità	--	4	7	10	25

Fig. 2.6 Punto di rammollimento A&B, legante di recupero

Caratteristiche	Variazione tollerata (°C)	Scarto POSITIVO (+) o NEGATIVO (-) della media rispetto alla variazione tollerata (°C)			
		≤ 3.0	da 3.1 a 5.0	da 5.1 a 7.0	≥ 7.1
Punto di rammollimento A&B	Secondo annesso I	≤ 3.0	da 3.1 a 5.0	da 5.1 a 7.0	≥ 7.1
Penalità	--	2	5	10	25

Nota bene

Dalla valutazione della penetrazione a 25°C e del punto di rammollimento A&B sarà preso in considerazione solo il valore di penalità maggiore risultante tra i due.

2.2.3 Strato di pavimentazione posato

Fig. 2.7 Tenore di vuoti

Caratteristiche	Variazione tollerata (% - volume)	Scarto POSITIVO (+) o NEGATIVO (-) della media rispetto alla variazione tollerata (% - volume)			
		≤ 0.2	da 0.3 a 0.5	da 0.6 a 2.5	≥ 2.6
Tenore di vuoti	Secondo: SN 40 430 SN 40 436 ¹	≤ 0.2	da 0.3 a 0.5	da 0.6 a 2.5	≥ 2.6
Penalità	--	2	5	10	25

¹ per miscele SDA, considerato che per SDA 4-12 e SDA 8-12 la variazione tollerata è fissata a 8 ÷ 16% Vol%, rispettivamente a 8 ÷ 14% Vol%

Fig. 2.8 Grado di compattazione

Caratteristiche	Variazione tollerata (%)	Scarto NEGATIVO (-) della media rispetto alla variazione tollerata (%)			
		≤ 0.5	da 0.6 a 1.0	da 1.1 a 2.5	≥ 2.6
Grado di compattazione	Secondo: SN 40 430 SN 40 436	≤ 0.5	da 0.6 a 1.0	da 1.1 a 2.5	≥ 2.6
Penalità	--	4	7	10	25

Nota bene

Dalla valutazione del tenore di vuoti e del grado di compattazione sarà preso in considerazione solo il valore di penalità maggiore risultante tra i due.

Fig. 2.9 Spessore dello strato di usura su carote

Caratteristiche	Valore teorico previsto (mm)	Scarto tollerato (mm)	Scarto POSITIVO (+) o NEGATIVO (-) della media rispetto al valore teorico previsto (mm)			
			4	5	6	≥ 7
Spessore dello strato rilevato mediante carotaggi	25	± 3	4	5	6	≥ 7
	30	± 4	5	6	7	≥ 8
	35	± 5	6	7	8	≥ 9
	40	± 5	da 6 a 7	8	9	≥ 10
Penalità	--	--	2	5	10	20

Fig. 2.10 Adesione degli strati secondo Leutner

Caratteristiche	Variazione tollerata (kN)	Scarto NEGATIVO della media ¹ rispetto alla variazione tollerata (kN)		
		≤ 3.0	da 3.1 a 5.0	≥ 5.1
Adesione tra gli strati secondo Leutner	Secondo SN 40 430			
Penalità	--	5	10	25

Non si applica agli strati con spessore inferiore a 25 mm e agli strati di usura con l'applicazione di uno strato intermedio SAMI.

¹ se nel caso di 4 campioni in analisi, uno risultasse distaccato, è autorizzato un ulteriore prelievo ad una distanza massima sull'asse longitudinale di 1.0 m da quello difettoso. La media viene calcolata sui 4 campioni, tralasciando il prelievo difettoso. Tuttavia qualora anche l'ultimo campione si presentasse distaccato il suo valore, per il calcolo della media, è pari a 0 kN.

2.3 Procedura

2.3.1 Metodo di valutazione

I risultati ottenuti sui controlli delle miscele bituminose e della pavimentazione in opera sono valutati in applicazione dei criteri elencati al capitolo 2.2. e, se del caso per la superficie d'usura, a quelli di cui al capitolo 5.

Di principio i punti di penalità risultanti dal controllo di tappe di lavoro selezionate si applicano allo strato posato di tutto l'oggetto. Se eventuali approfondimenti dimostrassero che il difetto è chiaramente circoscritto, la penalità può essere applicata alle tappe interessate, previo ricalcolo dei valori delle prove attinenti tale zone.

2.3.2 Provvedimenti applicati

In funzione della classificazione dello scarto riportato alla fig. 2.1, il committente stabilisce in base al presente documento i seguenti provvedimenti:

Caso a (scarto trascurabile):	nessun provvedimento
Caso b (scarto contenuto):	penalità finanziaria
Caso c (scarto sostanziale):	penalità finanziaria moltiplicata per due e garanzia solidale di 5 anni per difetti sull'intera opera a decorrere dal suo collaudo
Caso d (scarto importante):	lavori di risanamento o rifacimento

L'importo della penalità finanziaria si ottiene moltiplicando la percentuale dei punti di penalità per il corrispondente costo dello strato messo in opera nell'oggetto.

<u>Caso b</u>	
Penalità finanziaria =	tonnellate di miscela posata x prezzo unitario x punti di penalità / 100
<u>Caso c</u>	
Penalità finanziaria =	tonnellate di miscela posata x prezzo unitario x punti di penalità / 100 x 2

Alla penalità finanziaria deve essere applicata l'IVA.

Se lo scarto è trascurabile (≤ 2 punti), si rinuncia all'applicazione della penalità finanziaria (caso a).

3 Decisione di messa in opera dello strato successivo

3.1 Sistema

Il prosieguo dei lavori di messa in opera della pavimentazione dipende dal risultato della valutazione (vedi casi a ÷ d elencati al capitolo 2.3.2).

La decisione di posare lo strato successivo compete all'imprenditore conformemente allo schema decisionale del capitolo 3.2, sulla base dei risultati delle prove elencate al capitolo 2.1.2.

In generale, nei casi a e b, i lavori possono proseguire (messa in opera con il medesimo prodotto, del medesimo strato o dello strato superiore). Ciò non di meno, se con la valutazione sorgessero dei dubbi sull'opportunità di una continuazione dell'opera (in particolare per quanto riguarda i valori della compattazione), l'imprenditore può esigere di seguire la procedura di valutazione 3 (vedi schema decisionale).

Valutazione 1

I risultati delle analisi dei prelievi di miscela bituminosa sono determinanti.

Qualora si riscontrassero dei punti di penalità e quindi dei provvedimenti, i campioni di riserva devono essere analizzati e presi in considerazione nel sistema di valutazione.

Per i casi a ÷ c, l'imprenditore valuterà se la messa in opera della pavimentazione potrà continuare o se si dovrà seguire la procedura di valutazione 2 o 3.

Qualora risultasse il caso d sarà necessario seguire la procedura di valutazione 2 o 3.

Valutazione 2

I punti di penalità sono calcolati sulla base dei risultati ottenuti dai prelievi di miscela eseguiti per la valutazione 1 assieme a quelli ottenuti dai prelievi di riserva (per esempio 4 prelievi di miscela secondo la valutazione 1 e 2 prelievi di miscela di riserva danno un risultato di laboratorio calcolato su dei valori medi di 6 analisi).

Nei casi a ÷ c, l'imprenditore valuterà se la messa in opera potrà continuare o se si renderà necessario seguire la procedura di valutazione 3.

Qualora risultasse il caso d sarà necessario seguire la procedura di valutazione 3.

Valutazione 3

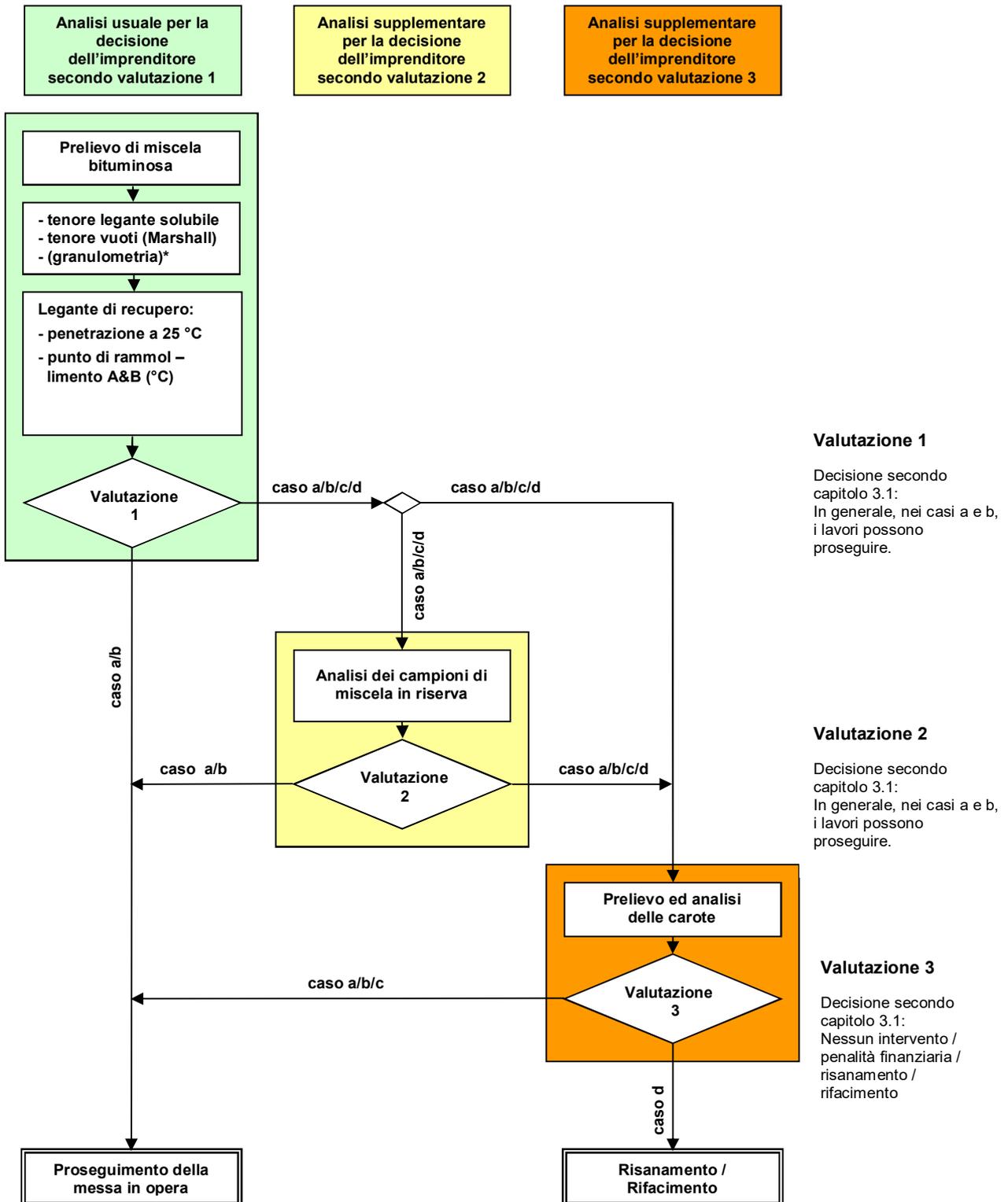
La valutazione 3 sarà effettuata sulla base dei risultati ottenuti dalla valutazione 1 ed eventualmente quelli della valutazione 2 oltre ai risultati ottenuti tramite l'analisi dei prelievi in sito (carotaggi).

Al termine di questa valutazione l'imprenditore deciderà se la messa in opera potrà continuare (casi a/b/c) o se sarà necessario eseguire un risanamento od un rifacimento dello strato posato (caso d).

I prelievi e lo studio dei carotaggi saranno effettuati dal laboratorio del committente.

3.2 Schema decisionale

Fig.3.11 Schema decisionale



(*) : nessun criterio di valutazione

4 Penalità finanziaria e diritti di garanzia per i difetti

4.1 Rapporti tra penalità finanziaria e regime di garanzie per difetti

La penalità finanziaria costituisce la sanzione civile che il committente può applicare nelle ipotesi descritte più sopra (capitolo 2.1.1). Essa non sostituisce e non pregiudica il diritto del committente a far valere il minor valore dell'opera (art. 169 cpv. 1, cifra 2 SIA-118), il risarcimento dei danni (art. 171 SIA-118) e/o gli altri diritti di garanzia. I diritti di garanzia per i difetti del committente rimangono in ogni caso integri ed impregiudicati, anche nel caso di applicazione di una penalità finanziaria.

4.2 Deroghe al regime di garanzie per i difetti

Le disposizioni contrattuali inerenti alla responsabilità dell'imprenditore per i difetti dell'opera sono completate come segue:

1. Se la pavimentazione bituminosa messa in opera non soddisfasse le esigenze di qualità prescritte da contratto, o in sua assenza dalle norme VSS in vigore al momento dell'esecuzione, l'imprenditore ha innanzitutto il diritto di procedere all'eliminazione del difetto entro un termine ragionevole, in applicazione dell'art. 169 cpv. 1 SIA 118.
2. In caso di applicazione di una penalità finanziaria di cui al caso c (scarto sostanziale), in deroga alla pos. 271.110 del CPN 102 (Disposizioni particolari) e all'art. 172 della norma SIA 118, l'imprenditore assume la garanzia solidale di 5 anni per difetti sull'intera opera a decorrere dal suo collaudo.
3. Quando una parte d'opera per la quale il committente ha fatto valere il diritto ad una penalità finanziaria viene successivamente risanata durante il termine di garanzia, l'imprenditore ha facoltà di chiedere la restituzione dell'importo pagato, in applicazione degli art. 62 ss CO.

5 Esigenze per lo strato di usura

5.1 Planeità longitudinale

Generalmente la planeità longitudinale non rientra tra i criteri di valutazione. Tuttavia se il committente constatasse una possibile anomalia, può decidere di far attuare un rilievo e far rientrare tale parametro tra quelli considerati nello schema decisionale.

Caratteristica	Valori limiti	Scarto del valore medio per rapporto ai valori limiti (‰)	
Planeità longitudinale valore medio	Secondo SN 40 525 tabella 4 sw: deviazione standard di almeno 1'000 valori W (‰)	Strade ≥ T4: ≤ 0,25 Strade ≤ T3: ≤ 0,30	Strade ≥ T4: > 0,25 Strade ≤ T3: > 0,30
Penalità	--	15 Sulla parte d'opera in cui il valore non è raggiunto	risanamento / sostituzione

5.2 Mordenza

In caso di mancato conseguimento dei valori riportati nella norma SN 40 525, lo strato di pavimentazione dovrà essere rifatto (tolleranza zero).

5.3 Bitume impiegato nel confezionamento di miscele SDA

Oltre a soddisfare i requisiti definiti nel “Concetto di garanzia della qualità per le miscele bituminose compatte e gli aggregati impiegati nell’ambito delle strade cantonali” e nelle norme VSS, il bitume nuovo impiegato per la qualità di miscela SDA deve attestare una perdita di massa dopo invecchiamento termico a 180°C inferiore all’1.5%.

Il committente si riserva di eseguire dei controlli mirati sul bitume presso i produttori di conglomerato bituminoso; ciò non libera imprenditori e fornitori dalla loro piena e incondizionata responsabilità per i prodotti forniti e posati.

Annesso I: Scheda tecnica per leganti di recupero

Le tolleranze sui valori del punto di rammollimento A&B e della penetrazione a 25°C del legante recuperato si basano sulle norme attualmente in vigore, come pure sull'esperienza finora acquisita, e vengono aggiornate in permanenza sulla base delle ultime conoscenze.

Qualora venissero impiegati bitumi non contemplati nelle sottostanti tabelle, le tolleranze sono da definire con l'impresa prima dell'esecuzione.

Le esigenze del ritorno elastico corrispondono a quelli della durabilità (resistenza all'indurimento) esposte alla tabella 2 della SN 670 210B-NA EN 14023: 2011.

Leganti secondo SN 670 202-NA EN 12591: 2009	Qualità del legante di recupero (recupero secondo norma SN 670 403-NA EN 12697-3)	
	Penetrazione a 25°C SN 670 511 EN 1426: 2016 (1/10 mm)	Punto di rammollimento A&B SN 670 512 EN 1427: 2016 (°C)
B 35/50 ¹	20 – 35	nessun requisito
B 50/70	30 – 55	48 - 65
B 70/100	40 – 75	45 - 62
B 100/150	55 – 110	44 - 55

¹ L'impiego di bitume B 35/50 è autorizzato solo nella miscela AC F 22 con Ra > 70%.

Leganti modificati ai polimeri (PmB) secondo SN 670 210b-NA EN 14023: 2010	Penetrazione a 25°C SN 670 511 EN 1426: 2016 (1/10 mm)	Punto di rammollimento A&B SN 670 512 EN 1427: 2016 (°C)	Ritorno elastico SN 670 547 EN 13398: 2018 (%)
PmB 25/55-65 (CH-E) ²	15 – 50	≥ 60	≥ 60
PmB 45/80-65 (CH-E) ²	30 – 70	≥ 60	≥ 60
PmB 65/105-60 (CH-E)	45 – 90	≥ 55	≥ 60

² In caso d'impiego di granulato d'asfalto, la loro qualità deve essere definita con il committente prima della messa in opera. Quando la loro parte raggiunge il 20% fino al 30% della massa di aggregati è auspicabile utilizzare dei leganti con un contenuto di polimeri elevato.

Nota importante sui leganti per miscele SDA

Indipendentemente dal legante polimerico utilizzato, per le miscele SDA vale il requisito di penetrazione a 25°C come fissato per il PmB 65/105-60 (CH-E).

Annexo II: Esempio di calcolo della penalità

Dati: miscela messa in opera AC B 22S: to 600
prezzo unitario fornitura e posa AC B 22S: Fr/to 150. --

Capitolo	Criteri di valutazione	Punti di penalità	Punti di penalità
2.2.1 Miscela bituminosa	1. Tenore di legante solubile	0	
	2. Tenore di vuoti (Marshall)	0	
	Totale penalità miscela	0	0
2.2.2 Legante	3. Penetrazione a 25°C *	2*	
	4. Punto rammollimento A&B *	(0*)	
	Totale penalità legante	2	2
2.2.3 Strato di pavimentazione posato	5. Tenore di vuoti *	(5*)	
	6. Grado di compattazione *	7*	
	7. Spessore strato usura su carote	--	
	8. Adesione strati secondo Leutner	0	
	Totale penalità strato posato	7	7
5.1 Planeità longitudinale	9. Planeità longitudinale (strato di usura)	--	--
Totale			9
			Caso b

* nel calcolo viene preso in considerazione solo il valore più elevato.

Penalità finanziaria

Caso b

Tonnellate di miscela posata x prezzo unitario x punti di penalità /100 = Fr.

600 to x 150 Fr/to x 9 % = Fr. **8'100. -- (+ IVA)**

Cronologia degli aggiornamenti

Data entrata in vigore	Modifiche
01.07.2023	Aggiornamento nomenclatura norme
01.01.2021	Nuovo capitolo 5.3. Precisazione ed adeguamento dell'annesso I.
01.11.2019	Revisione completa.
01.12.2018	Adeguamento annesso I.
01.12.2016	Adeguamento annesso I.
01.05.2014	Livello 2 valido anche per classe di traffico T2 al cap. 2.1.2. Inserimento nuova colonna con 20 e 25 punti di penalità al cap. 2.2. Adeguamento provvedimenti caso c al cap. 2.3.2. Adeguamento cap. 4.
Dicembre 2010	Prima pubblicazione.