

TAPPETO DI USURA TIPO ASPHALT RUBBER GAP GRADED

Il conglomerato bituminoso tipo asphalt rubber è una miscela costituita da aggregati lapidei di primo impiego e da bitume modificato con polverino di gomma riciclata mediante metodologia wet.

Il conglomerato bituminoso tipo “gap graded” (AR) è un conglomerato semi-chiuso che consente di ottenere buone prestazioni in termini di durabilità, prestazioni meccaniche e sicurezza stradale, grazie alle particolari caratteristiche granulometriche ed alla elevata qualità dei materiali costituenti.

A) MATERIALI COSTITUENTI E LORO QUALIFICAZIONE

1) Aggregati

La fase solida dei conglomerati tipo AR è composta da aggregati lapidei di primo impiego costituiti da elementi, sani, duri, di forma poliedrica, esenti da polveri e materiali estranei. I granuli non dovranno mai avere forma appiattita, allungata o lenticolare. La miscela degli inerti è costituita dall'insieme degli aggregati grossi, degli aggregati fini e del filler, che può provenire dalla frazione fina o essere aggiunto.

Gli aggregati impiegati dovranno essere qualificati in conformità alla direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043.

La designazione dell'aggregato grosso dovrà essere effettuata mediante le dimensioni degli stacci appartenenti al gruppo di base più gruppo 2 della UNI EN 13043.

L'aggregato grosso potrà essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella **Tabella A.1**.

Tabella A.1

AGGREGATO GROSSO			
Parametro	Metodo di prova	Valori richiesti	Categoria UNI EN 13043
Resistenza alla frammentazione (Los Angeles)	UNI EN 1097-2	≤20%	LA ₂₀
Percentuale di particelle frantumate	UNI EN 933-5	100%	C ₁₀₀₀
Dimensione Max	UNI EN 933-1	16 mm	-
Passante allo 0.063	UNI EN 933-1	≤1%	f ₁
Resistenza al gelo e disgelo	UNI EN 1367-1	≤1%	F ₁
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	≤20%	FI ₃₀
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	≤1,5%	WA ₂₄ 2
Valore di levigabilità	UNI EN 1097-8	≥45%	FL ₄₅

La designazione dell'aggregato fine dovrà essere effettuata secondo la norma UNI EN 13043. Per motivi di congruenza con le pezzature fini attualmente prodotte in Italia, è permesso l'impiego come aggregato fine anche di aggregati in frazione unica con dimensione massima D=4mm.

L'aggregato fine potrà essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella **Tabella A.2**. Qualora l'aggregato fine sia ottenuto dalla frantumazione di materiali naturali aventi valore di levigabilità PSV ≤ 45 il trattenuto al setaccio 2mm non deve superare il 20 %.

Tabella A.2

AGGREGATO FINE			
<i>Parametro</i>	<i>Norma di prova</i>	Valori richiesti	<i>Categoria</i> UNI EN 13043
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	≥70%	-
Quantità di frantumato		60%	-
Passante allo 0.063	UNI EN 933-1	≤5%	f ₅

Il filler, frazione passante al setaccio 0,063 mm, proviene dalla frazione fina degli aggregati oppure può essere costituito da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti.

La granulometria dell'aggregato filler, determinata secondo la norma UNI EN 933-10, dovrà essere conforme a quella prevista dalla norma UNI EN 13043. Il filler deve inoltre soddisfare i requisiti indicati in **Tabella A.3**.

Tabella A.3

FILLER			
<i>Parametro</i>	<i>Norma di prova</i>	Valori richiesti	<i>Categoria</i> UNI EN 13043
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12	N.P.	-
Porosità del filler secco compattato (Ridgen)	UNI EN 1097-7	30-45%	V _{38/45}
Stiffening Power - Rapporto filler/bitume = 1,5	UNI EN 13179-1	≥5%	Δ _{R&B} 8/16

Il possesso dei requisiti elencati nelle tabelle A1, A2 ed A3 sarà verificato dalla Direzione Lavori in base ai valori riportati sugli attestati di conformità CE degli aggregati, relativi all'anno in corso. Gli attestati dovranno essere consegnati alla Direzione Lavori almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori.

Il sistema di attestazione della conformità è quello specificato all'art. 7, comma 1, lettera B, procedura 3, del DPR n. 246/93 (Sistema 4: autodichiarazione del produttore).

Resta salva la facoltà del Direttore Lavori di verificare con controlli di accettazione i requisiti dichiarati dal produttore.

Per i requisiti non dichiarati nell'attestato di conformità CE la Direzione Lavori richiederà la qualifica del materiale da effettuarsi presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001

Per i requisiti contenuti nella UNI EN 13043 la qualifica prevedrà sia le prove iniziali di tipo (ITT) che il controllo della produzione di fabbrica (FPC), come specificato dalla stessa UNI EN 13043.

2) Legante

Il legante impiegato per il confezionamento di miscele tipo asphalt rubber consiste in un bitume modificato con polverino di gomma riciclata di pneumatico, incorporata nel bitume tramite processo "wet". L'aggiunta a caldo del polverino di gomma, in ragione del 15÷22% riferito al peso totale del legante (bitume + polverino di gomma), modifica la struttura chimica e le caratteristiche fisico-meccaniche del bitume base.

Il bitume base deve appartenere alla classe 50/70 definita dalla norma UNI EN 12591 e possedere un punto di rammollimento ≥ 50°C.

Il polverino di gomma deve essere ottenuto dal riciclaggio di pneumatici di automobili o autocarri e deve possedere le seguenti caratteristiche:

1. gomma di pneumatico, 100% vulcanizzata;
2. assenza di fibra, tessuto, metallo o di qualsiasi altro materiale contaminante;
3. dopo la triturazione deve presentarsi come una polvere, non incollata, di materiale granulare con un peso specifico di 1,15±0,05 g/cm³;
4. quantità di polvere minerale, carbonato di calcio o talco (utilizzato per impedire l'aderenza delle particelle), non superiore al 4% del peso della gomma;
5. contenuto d'acqua non superiore al 2% in peso, per evitare la formazione di bollicine d'aria durante il processo di miscelazione.

La granulometria del polverino di gomma deve rispettare i requisiti indicati in **Tabella A.4**.

Tabella A.4

GRANULOMETRIA POLVERINO DI GOMMA		
Serie ISO 525	mm	% di passante
Setaccio	1,180	100
Setaccio	0,850	95-100
Setaccio	0,600	85-100
Setaccio	0,425	45-70
Setaccio	0,250	5-25
Setaccio	0,075	0-5

Le proprietà richieste per il legante AR ed i relativi metodi di prova sono riportati in **Tabella A.5**. La verifica delle prestazioni del legante AR deve essere eseguita non prima di 45 minuti dalla sua produzione. Ai fini dell'accettazione, almeno 15 giorni prima dell'inizio della posa in opera, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del legante tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. Tale certificazione deve essere rilasciata dal produttore o da un Laboratorio che opera per c/terzi.

Tabella A.5

BITUME MODIFICATO CON POLVERINO DI GOMMA			
Parametro	Normativa	unità di misura	Valori richiesti
Penetrazione a 25°C	UNI EN1426	dmm	25-75
Punto di rammollimento	UNI EN1427	°C	≥ 54
Resilienza	ASTM D 3407	%	≥ 20
Viscosità dinamica a 175°C, (20 giri/min)	UNI EN 13302	mPa•s	1500 - 5000
Valori dopo RTFOT	UNI EN12607-1		
Volatilità	UNI EN 12607-1	%	≤ 0,8
Penetrazione residua a 25°C	UNI EN1426	%	≥ 60
Incremento del punto di Rammollimento	UNI EN1427	°C	≤ 12

3) Miscela

La miscela degli aggregati da adottarsi per il tappeto di usura tipo asphalt rubber “gap graded” deve avere una composizione granulometrica contenuta nei fusi riportati in **Tabella A.6**

La percentuale di legante, riferita al peso della miscela, deve essere compresa nei limiti indicati nella stessa **Tabella A.6**

Tabella A.6

ASPHALT RUBBER “gap graded” AR 16 COMPOSIZIONE GRANULOMETRICA		
Serie ISO	mm	% di passante
Setaccio	16	100
Setaccio	12	83 - 97
Setaccio	10	67 - 81
Setaccio	8	53 - 67
Setaccio	4	24 - 36
Setaccio	2	12 - 24
Setaccio	0,5	6 - 14
Setaccio	0,063	0 - 3
Contenuto di legante (%)		7,5 - 8,5

Il fuso suggerito deve essere impiegato adottando spessori di progetto minimi pari a 30 mm. Sono ammessi spessori minimi di 20 mm solo nel caso in cui il passante allo setaccio da 12 mm sia pari al 100%.

La quantità di legante di effettivo impiego deve essere determinata mediante uno studio della miscela tipo AR “gap graded” eseguito esclusivamente con metodo Marshall (UNI EN 12697-34) sulla base delle caratteristiche riportate nella **Tabella A.7**.

Tabella A.7

METODO MARSHALL		
<i>Condizioni di prova</i>	<i>Unità di misura</i>	<i>Valori richiesti</i>
<i>Costipamento 50 colpi x faccia</i>		
Stabilità Marshall	kN	> 9
Rigidità Marshall	kN/mm	1,5 – 3,0
Vuoti residui (*)	%	5 – 8
Perdita di Stabilità Marshall dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	≤ 25
(*) La densità Marshall viene indicata nel seguito con D_M		

B) ACCETTAZIONE DELLE MISCELE

Prima dell'inizio delle lavorazioni, l'impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori lo studio di progetto della miscela che intende adottare, in originale e firmato dal responsabile dell'Impresa. Esso deve essere corredato da una completa documentazione degli studi effettuati e contenere i risultati delle prove di accettazione e d'idoneità delle miscele di progetto e di tutti gli elementi che la compongono. A tale proposito è raccomandata la verifica dei requisiti di capitolato sul prodotto finito da eseguirsi mediante la realizzazione di specifici campi prova preliminari in vera grandezza.

Durante i lavori l'Impresa dovrà attenersi rigorosamente alla formulazione di progetto accettata, operando i controlli di produzione e di messa in opera secondo il Sistema di Qualità da essa adottato.

La D.L., in contraddittorio con l'Impresa, in ogni momento e a suo insindacabile giudizio, in cantiere, alla stesa ed in impianto, potrà effettuare prelievi, controlli, misure e verifiche sia sui singoli componenti della miscela che sul prodotto finito, sulle attrezzature di produzione, accessorie e di messa in opera. L'esito positivo dei suddetti controlli e verifiche non elimina le responsabilità dell'Impresa sull'ottenimento dei risultati finali del prodotto in opera che sono espressamente richiamati nel presente articolo.

Nella curva granulometrica saranno ammesse le seguenti variazioni:

- trattenuto ai singoli setacci di aggregato grosso: variazione ammessa ± 3 punti percentuali;
- trattenuto ai singoli setacci di aggregato fine: variazione ammessa ± 2 punti percentuali;
- passante allo staccio 0,063 mm: variazione ammessa $\pm 1,5$ punti percentuali.

Per la percentuale di legante è tollerato uno scostamento di $\pm 0,25\%$.

Tali valori devono essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate all'impianto e alla stesa come pure dall'esame delle carote prelevate in sito, tenuto conto per queste ultime della quantità teorica del legante di ancoraggio derivante dall'applicazione di eventuali mani d'attacco.

C) CONFEZIONAMENTO DELLE MISCELE

Il conglomerato deve essere confezionato mediante impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

In ciascun impianto, la produzione non deve essere spinta oltre la sua potenzialità, per garantire il perfetto essiccamento degli aggregati, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati. Possono essere impiegati anche impianti continui (tipo drum-mixer) purché il dosaggio dei componenti della miscela sia eseguito a peso, mediante idonee apparecchiature la cui efficienza deve essere costantemente controllata.

L'impianto deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele rispondenti a quelle indicate nello studio presentato ai fini dell'accettazione. Ogni impianto deve assicurare il riscaldamento del legante alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione oltre al perfetto dosaggio del legante.

La zona destinata allo stoccaggio degli aggregati deve essere preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre i cumuli delle diverse classi devono essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura. Il tempo di miscelazione deve essere stabilito in

funzione delle caratteristiche dell'impianto, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli aggregati con il legante.

La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione deve essere compresa tra 170°C e 190°C e quella del legante tra 160°C e 190°. Per la verifica delle suddette temperature, gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti devono essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati.

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non deve superare lo 0,25% in peso.

D) PREPARAZIONE DELLE SUPERFICI DI STESA

Prima della realizzazione del manto con conglomerato bituminoso AR "gap graded", per qualsiasi tipo di applicazione (su superfici fresate o di nuova costruzione), si deve provvedere ad una accurata pulizia della superficie stradale eliminando anche l'eventuale preesistente segnaletica orizzontale e preparare la superficie di stesa allo scopo di garantire il perfetto ancoraggio dello strato sottostante mediante l'applicazione di una mano d'attacco.

La mano d'attacco deve essere eseguita con la spruzzatura di una emulsione di bitume modificato effettuata mediante apposite macchine spanditrici automatiche in modo tale che il bitume residuo risulti pari a $0,4 \pm 0,1$ kg/m², oppure con bitume modificato o legante AR steso a caldo nella stessa quantità per unità di superficie. L'emulsione per mano d'attacco, il bitume modificato steso a caldo e il bitume modificato con polverino di gomma devono rispondere alle caratteristiche riportate, rispettivamente, nella **Tabella D.1**, nella **Tabella D.2** e nella **Tabella A.5**.

Sulla mano d'attacco, per consentire il transito dei mezzi di stesa, dovrà seguire immediatamente la granigliatura con aggregati di pezzatura 4/8 mm in ragione di 6/8 litri al metro quadrato. Allo stesso scopo potrà essere utilizzata sabbia, filler o calce idrata.

Tabella D.1

EMULSIONE DI BITUME MODIFICATO			
<i>Parametro</i>	<i>Normativa</i>	<i>valori</i>	<i>Classe UNI EN 13808</i>
Polarità	UNI EN 1430	Positiva	2
Contenuto di acqua	UNI EN 1428	30+/-1%	-
Contenuto di bitume	UNI EN 1428	70+/-1%	8
Contenuto di legante (bitume+flussante)	UNI EN 1431	> 67%	8
Contenuto flussante	UNI EN 1431	0%	-
Sedimentazione a 7gg	UNI EN 12847	≤10%	3
Indice di rottura	UNI EN 12850	70 – 130	4
<i>Residuo bituminoso (per evaporazione)</i>			
Penetrazione a 25 °C	UNI EN1426	50-70 dmm	-
Punto di rammollimento	UNI EN1427	> 65°C	-
Punto di rottura (Frass)	UNI EN 12593	< -15°C	-
Ritorno elastico a 25 °C	UNI EN 13398	≥ 75%	5

Tabella D.2

BITUME MODIFICATO			
<i>Parametro</i>	<i>Normativa</i>	<i>unità di misura</i>	<i>Valori richiesti</i>
Penetrazione a 25°C	UNI EN1426	dmm	50-70
Punto di rammollimento	UNI EN1427	°C	≥ 70
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN12593	°C	≤ - 15
Viscosità dinamica a 160°C, $\gamma = 10s^{-1}$	UNI EN 13702-1	mPa•s	> 400
Ritorno elastico a 25 °C	UNI EN 13398	%	≥ 75
Stabilità allo stoccaggio 3gg a 180°C Variazione del punto di rammollimento	UNI EN 13399	°C	< 3
Valori dopo RTFOT	UNI EN12607-1		
Penetrazione residua a 25°C	UNI EN1426	%	≥ 60
Incremento del punto di Rammollimento	UNI EN1427	°C	≤ 5

E) POSA IN OPERA

La posa in opera del conglomerato bituminoso tipo AR “*gap graded*” viene effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento. La velocità di avanzamento delle vibrofinitrici non deve essere superiore ai 3-4 m/min con alimentazione continua del conglomerato. Lo spessore dello strato deve essere posato per la sua intera altezza con un'unica passata, limitando il più possibile le interruzioni della stesa ed evitando interventi manuali per la correzione delle anomalie. Per evitare un raffreddamento troppo rapido del conglomerato bituminoso va interdetta la stesa sia in caso di precipitazioni che a temperatura ambiente inferiore a 13°C. Per lo stesso motivo, se le vibrofinitrici devono essere fermate per più di 15 minuti o se esiste un intervallo di 15 minuti tra la fine dello scarico di un autocarro e l'inizio dello scarico del successivo, le vibrofinitrici devono essere allontanate dal manto per permettere la compattazione dell'area. Il conglomerato eventualmente compromesso deve essere immediatamente rimosso e, successivamente, lo strato deve essere ricostruito a spese dell'Impresa. Le vibrofinitrici devono comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi.

Nella stesa si deve porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente. Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si deve procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere devono essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali con quelli degli strati sottostanti deve essere programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno 20 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti. Eccezionalmente si può riscaldare il bordo della striscia adiacente già stesa con il ristuocatore a raggi infrarossi montato sulla finitrice.

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezionamento al cantiere di stesa deve avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci e comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, deve risultare in ogni momento non inferiore a 150 °C.

La compattazione del conglomerato deve iniziare appena steso dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni. Il costipamento deve essere realizzato mediante rullo statico a ruote metalliche di tipo e peso adeguati per assicurare la percentuale di vuoti richiesta, nonché la rifinitura dei giunti e delle riprese. Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso. La superficie degli strati deve presentarsi, dopo la compattazione, priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato deve aderirvi uniformemente; può essere tollerato uno scostamento massimo di 5 mm.

La miscela bituminosa AR “*gap graded*” verrà stesa sul piano finito dello strato sottostante dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto.

F) CONTROLLI

Il controllo della qualità dei conglomerati bituminosi AR e della loro posa in opera deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione e con prove in sito.

L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove sono indicati nella **Tabella F.1**.

Ogni prelievo deve essere costituito da due campioni; un campione viene utilizzato per i controlli, l'altro resta a disposizione per eventuali accertamenti e/o verifiche tecniche successive.

Le prove saranno da Laboratorio indicato dal Committente.

Sui materiali costituenti devono essere verificate le caratteristiche di accettabilità.

Sulla miscela vengono determinate: la percentuale di legante, la granulometria degli aggregati, la stabilità e la rigidità Marshall (UNI EN 12697-34). Inoltre sui provini compattati con il metodo Marshall sono determinati la massa volumica di riferimento D_M (UNI EN 12697-9), la percentuale dei vuoti residui (UNI EN 12697-8) e la resistenza alla trazione indiretta (Prova Brasiliana – CNR 134/91).

Dopo la stesa la Direzione Lavori preleverà delle carote per il controllo delle caratteristiche del conglomerato e la verifica degli spessori.

Sulle carote vengono determinati: la percentuale di legante, la granulometria degli aggregati, la massa volumica, la percentuale dei vuoti residui.

Lo **spessore** dello strato viene determinato, per ogni tratto omogeneo di stesa, facendo la media delle misure (quattro per ogni carota) rilevate dalle carote estratte dalla pavimentazione, assumendo per i valori con spessore in eccesso di oltre il 5%, rispetto a quello di progetto, valori corrispondenti allo spessore di progetto moltiplicato per 1,05.

Per spessori medi inferiori a quelli di progetto viene applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = s + 0,2 s^2$$

dove s è la mancanza di spessore, in percentuale rispetto al valore di progetto valutata con

$$s = 100 \cdot \frac{\left| \frac{S_{progetto} - S_{misurato} \times \frac{\gamma_{carota}}{\gamma_{miscela}}}{S_{progetto}} \right|}{0,98 \times \gamma_{miscela}}$$

$\gamma_{miscela}$ è quello riportato nello studio della miscela (D_M della tabella A.6 ovvero D_G della tabella A.7); in assenza dello studio della miscela si farà riferimento alla massa volumica dei provini Marshall confezionati con il conglomerato prelevato al momento della stesa.

Nei casi in cui risulti $s > 15$

si procederà alla rimozione dello strato e alla successiva ricostruzione a spese dell'Impresa, salvo il danno per il mancato esercizio dell'infrastruttura.

Per carenze nella **quantità di legante** riscontrata viene applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = 25 b^2$$

dove b è il valore dello scostamento della percentuale di bitume (arrotondata allo 0,1%) dal valore previsto nello studio della miscela, oltre la tolleranza dello 0,3%; in assenza dello studio della miscela si farà riferimento al valore medio dell'intervallo indicato nella tabella A.5 (ultima riga)

Per l'eventuale presenza di **aggregati grossi** di natura carbonatica o di altri inerti con resistenza alla frammentazione $LA > 20$ ed alla levigabilità $PSV < 45$ viene applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = 0,5 b^2$$

dove b è la percentuale in peso degli inerti di natura carbonatica o di altri inerti con resistenza alla frammentazione $LA > 20$ ed alla levigabilità $PSV < 45$ trattenuti al setaccio ISO 4.0 mm, rispetto al peso totale degli inerti anche quelli passanti al setaccio ISO 4.0 mm compreso il filler.

Per gli inerti grossi di natura non carbonatica aventi caratteristiche non conformi a quelle richieste (rif.

Tabella A.1) la Direzione Lavori valuta l'accettabilità del conglomerato e le detrazioni da applicare.

Per valori dei **vuoti**, determinati sulle carote, superiori al 9% viene applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco dell'asphalt rubber pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = v + 0,5v^2$$

dove v è la media degli scostamenti (eccedenze) dei valori ottenuti dalle carote rispetto al valore limite del 9%.

Valori dei vuoti superiori al 12% comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa, salvo il danno per il mancato esercizio dell'infrastruttura.

Per l'eccesso nella quantità di bitume, per la rigidità Marshall fuori dai limiti prescritti, per percentuali di vuoti residui, sia sulla miscela sfusa che sulle carote, inferiori al valore minimo la Direzione Lavori valuta l'accettabilità del conglomerato e le detrazioni da applicare.

Nel periodo compreso tra 6 e 12 mesi dall'ultimazione della stesa verrà inoltre misurata l'**aderenza** (resistenza di attrito radente) con lo Skid Tester secondo la norma CNR 105/85. In alternativa potrà essere determinato il Coefficiente di Aderenza Trasversale (CAT) con l'apparecchiatura SCRIM (CNR 147/92). Per valori di BPN (British Pendulum Number), inferiori a 60 (oppure in alternativa per valori del CAT inferiori a 0,60) verrà applicata una detrazione dell'1% del prezzo di elenco per ogni unità in meno. Valori del BPN (British Pendulum Number), inferiori a 50 (oppure in alternativa per valori del CAT inferiori a 0,50) comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa, salvo il danno per il mancato esercizio dell'infrastruttura.

Le penali precedentemente indicate sono cumulabili e non escludono ulteriori detrazioni per difetto dei materiali costituenti, della miscela utilizzata rispetto a quella proposta dall'Impresa e/o della sua posa in opera, sempre che le carenze riscontrate rientrino nei limiti di accettabilità e non pregiudichino la funzionalità dell'opera.

Tabella F.1

CONTROLLO DEI MATERIALI E VERIFICA PRESTAZIONALE				
STRATO	TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA PROVE	REQUISITI DA CONTROLLARE
Tappeto AR	Aggregato grosso	Impianto	Settimanale oppure ogni 2500 m ³ di stesa	Riferimento Tabella A.1
Tappeto AR	Aggregato fino	Impianto	Settimanale oppure ogni 2500 m ³ di stesa	Riferimento Tabella A.2
Tappeto AR	Filler	Impianto	Settimanale oppure ogni 2500 m ³ di stesa	Riferimento Tabella A.3
Tappeto AR	Bitume	Cisterna	Settimanale oppure ogni 2500 m ³ di stesa	Riferimento Tabella A.5
Tappeto AR	Conglomerato sfuso	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure ogni 10.000 m ² di stesa	Caratteristiche risultanti dallo studio della miscela
Tappeto AR	Carote x spessori	Pavimentazione	Ogni 200 m di fascia di stesa	Spessore previsto in progetto
Tappeto AR	Carote	Pavimentazione	Ogni 1000 m di fascia di stesa	% bitume, % vuoti
Tappeto AR	Pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 1000 m di fascia stesa	BPN ≥ 60 CAT ≥ 0,60