

ORDINE DEGLI INGEGNERI
DELLA PROV. DI TRENTO

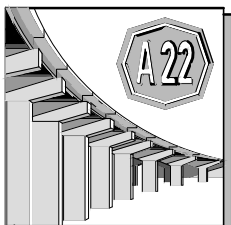
dott. ing. MARCO ZOCCHIO
ISCRIZIONE ALBO N° 2799 - Sezione A

IL RESPONSABILE UNICO DEL PROGETTO
dott. ing. Marco Zocchio

autostrada del brennero

LAVORI DI ORDINARA MANUTENZIONE DELLA
PAVIMENTAZIONE IN CONGLOMERATO BITUMINOSO DI
TRATTI SALTUARI DEL NASTRO AUTOSTRADALE TRA AFFI
(VR) E L'ALLACCIAMENTO CON L'AUTOSTRADA A1 (MO)

2.2	CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO PARTE SECONDA – PRESCRIZIONI TECNICHE
-----	--

0	17.05.24	EMISSIONE	G.SEGALLA	G.SEGALLA	C.COSTA
REVISIONE:	DATA:	DESCRIZIONE:	REDAZIONE:	VERIFICA:	APPROVAZIONE:
DATA PROGETTO:			<div>DIREZIONE TECNICA GENERALE</div> <div>AREA MOBILITA'</div>		IL PROGETTISTA:
MARZO 2024					
NUMERO PROGETTO:			<div>ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROV. DI BOLZANO</div> <div>Dott. Ing. CARLO COSTA</div> <div>Nr. 891</div> <div>INGENIEURKAMMER DER PROVINZ BOZEN</div>		
38/24					

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO



Autostrada del Brennero SpA
Brennerautobahn AG

**LAVORI DI ORDINARIA MANUTENZIONE DELLA PAVIMENTAZIONE IN CONGLOMERATO
BITUMINOSO DI TRATTI SALTUARI DEL NASTRO AUTOSTRADALE TRA AFFI E IL
RACCORDO CON A1**

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

PARTE SECONDA

Prescrizioni tecniche

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

INDICE DEL DOCUMENTO

CAPO 1	NORME E PRESCRIZIONI RIGUARDANTI L'ACCETTAZIONE, L'IMPIEGO, LA QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI E FORNITURE	7
1.1	AVVERTENZE GENERALI	7
1.2	MATERIALI E FORNITURE IN GENERE	8
1.3	NORME DI RIFERIMENTO PER L'ACCETTAZIONE DEI MATERIALI	9
1.3.1	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....	9
1.3.1.1	ACQUA PER GLI IMPASTI	9
1.3.1.2	AGGREGATI.....	10
1.3.1.3	CEMENTO E CALCE.....	10
1.3.1.4	LEGANTI BITUMINOSI.....	13
1.3.1.5	CONGLOMERATO BITUMINOSO DI RECUPERO.....	14
1.3.1.6	ADDITIVI.....	14
1.3.1.7	EMULSIONE BITUMINOSA.....	15
CAPO 2	NORME PER L'ESECUZIONE DEI SINGOLI LAVORI	16
2.1	GENERALITA'	16
2.2	RILIEVI TOPOGRAFICI PRELIMINARI E INDICAZIONI PER LA RESTITUZIONE DEI DATI	16
2.2.1	ESECUZIONE DEL RILIEVO	16
2.2.2	ELABORAZIONE DATI E DETERMINAZIONE DEGLI SPESSORI DI FRESATURA.....	16
2.2.3	INDICAZIONI OPERATIVE	17
2.2.4	VERIFICA DELLA FRESATURA	17
2.2.5	DOCUMENTAZIONE.....	17
2.3	DEMOLIZIONE DELLA SOVRASTRUTTURA	18
2.3.1	DEMOLIZIONE DELLA PAVIMENTAZIONE IN CONGLOMERATO BITUMINOSO MEDIANTE FRESATURA.....	18
2.3.2	DEMOLIZIONE DELLA SOVRASTRUTTURA MEDIANTE METODI TRADIZIONALI.....	18
2.4	SOVRASTRUTTURA STRADALE.....	19
2.5	FONDAZIONE STRADALE	20
2.5.1	MISTO GRANULARE NATURALE	21
2.5.1.1	DESCRIZIONE	21
2.5.1.2	MATERIALI COSTITUENTI	21
2.5.1.2.1	AGGREGATI	21
2.5.1.3	CARATTERISTICHE DELLA MISCELA.....	21
2.5.1.4	POSA IN OPERA DEL MATERIALE.....	23
2.5.2	MISTO GRANULARE RICICLATO	24
2.5.2.1	DESCRIZIONE	24
2.5.2.2	MATERIALI COSTITUENTI	24
2.5.2.2.1	AGGREGATI	24
2.5.2.3	CARATTERISTICHE DELLA MISCELA.....	24
2.5.2.4	CARATTERISTICHE DI ECOCOMPATIBILITA'	26
2.5.2.5	POSA IN OPERA DEL MATERIALE.....	27
2.5.3	MISTO GRANULARE CEMENTATO	29
2.5.3.1	DESCRIZIONE	29
2.5.3.2	MATERIALI COSTITUENTI	29
2.5.3.2.1	AGGREGATI	29
2.5.3.2.2	LEGANTE.....	30
2.5.3.2.3	ACQUA.....	30
2.5.3.2.4	ADDITIVI ED AGGIUNTE.....	30
2.5.3.3	CARATTERISTICHE DELLA MISCELA.....	30
2.5.3.4	CONFEZIONAMENTO DELLA MISCELA.....	31
2.5.3.5	POSA IN OPERA DEL MATERIALE.....	32
2.5.4	MISTO GRANULARE LEGATO CON CEMENTO ED EMULSIONE BITUMINOSA MEDIANTE LA TECNICA DELLA MISCELAZIONE IN SITO	34

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

2.5.4.1	DESCRIZIONE	34
2.5.4.2	MATERIALI COSTITUENTI	34
2.5.4.2.1	AGGREGATI DI INTEGRAZIONE	34
2.5.4.2.2	LEGANTE	35
2.5.4.2.3	CEMENTO	36
2.5.4.2.4	ACQUA	36
2.5.4.3	CARATTERISTICHE DELLA MISCELA	36
2.5.4.4	CARATTERISTICHE DELLO STRATO	38
2.5.4.5	POSA IN OPERA	39
2.5.5	CONGLOMERATO RICICLATO LEGATO CON BITUME SCHIUMATO	40
2.5.5.1	DESCRIZIONE	40
2.5.5.2	MATERIALI COSTITUENTI	40
2.5.5.2.1	CONGLOMERATO RICICLATO	40
2.5.5.2.2	AGGREGATI	40
2.5.5.2.3	LEGANTE	40
2.5.5.2.4	CEMENTO	41
2.5.5.2.5	ACQUA	41
2.5.5.3	CARATTERISTICHE DELLA MISCELA	41
2.5.5.4	CARATTERISTICHE DELLO STRATO	43
2.5.5.5	CONFEZIONAMENTO E POSA DELLA MISCELA	43
2.5.6	CONGLOMERATO RICICLATO LEGATO EMULSIONE BITUMINOSA MODIFICATA	44
2.5.6.1	DESCRIZIONE	44
2.5.6.2	MATERIALI COSTITUENTI	44
2.5.6.2.1	CONGLOMERATO RICICLATO	44
2.5.6.2.2	AGGREGATI	44
2.5.6.2.3	LEGANTE	44
2.5.6.2.4	CEMENTO	45
2.5.6.2.5	ACQUA	45
2.5.6.3	CARATTERISTICHE DELLA MISCELA	45
2.5.6.4	CARATTERISTICHE DELLO STRATO	47
2.5.6.5	CONFEZIONAMENTO E POSA DELLA MISCELA	47
2.5.7	RICICLAGGIO A FREDDO FONDAZIONE E BASE CON LA TECNICA DEL CEMENTO ED EMULSIONE BITUMINOSA MODIFICATA	48
2.5.7.1	DESCRIZIONE	48
2.5.7.2	MATERIALI COSTITUENTI	48
2.5.7.2.1	AGGREGATI DI INTEGRAZIONE	48
2.5.7.2.2	LEGANTE	49
2.5.7.2.3	CEMENTO	50
2.5.7.2.4	ACQUA	50
2.5.7.3	CARATTERISTICHE DELLA MISCELA	50
2.5.7.4	POSA IN OPERA	52
2.5.7.5	CONTROLLI SULLA QUALITA' DEGLI STRATI STABILIZZATI	52
2.5.8	CONTROLLI PERIODICI SULLA FONDAZIONE	54
2.6	LAVORAZIONI PRELIMINARI ALLA POSA IN OPERA DEI CONGLOMERATI BITUMINOSI	56
2.6.1	GEOTESSILE	56
2.6.2	GEOGRIGLIA	56
2.6.3	MEMBRANA BITUMINOSA AUTOTERMOADESIVA	57
2.6.4	MEMBRANA BITUMINOSA ESEGUITA IN SITO	57
2.6.5	MANO D'ATTACCO con bitume normale	59
2.6.6	MANO D'ATTACCO costituita da emulsione elastomerica con bitume modificato Hard	60
2.6.7	MEMBRANA IMPERMEABILIZZANTE	62
2.7	CONGLOMERATI BITUMINOSI PRODOTTI A CALDO	64
2.7.1	PRESCRIZIONI GENERALI	64
2.7.2	CARATTERISTICHE DEGLI IMPIANTI DI PRODUZIONE DEL CONGLOMERATO BITUMINOSO	65
2.7.3	STRATO DI BASE	66
2.7.3.1	DESCRIZIONE E DESIGNAZIONE	66
2.7.3.2	MATERIALI COSTITUENTI	66
2.7.3.2.1	AGGREGATI	66
2.7.3.2.2	LEGANTE	67
2.7.3.2.3	CONGLOMERATO BITUMINOSO DI RECUPERO	69

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

2.7.3.2.4	ADDITIVI	69
2.7.3.3	CARATTERISTICHE DELLA MISCELA	70
2.7.3.4	CARATTERISTICHE DELLO STRATO	73
2.7.4	STRATO DI BASE AD ALTO MODULO	74
2.7.4.1	DESCRIZIONE E DESIGNAZIONE	74
2.7.4.2	MATERIALI COSTITUENTI	74
2.7.4.2.1	AGGREGATI	74
2.7.4.2.2	LEGANTE	76
2.7.4.3	CARATTERISTICHE DELLA MISCELA	77
2.7.4.4	CARATTERISTICHE DELLO STRATO	79
2.7.5	STRATO DI COLLEGAMENTO (BINDER)	80
2.7.5.1	DESCRIZIONE E DESIGNAZIONE	80
2.7.5.2	MATERIALI COSTITUENTI	80
2.7.5.2.1	AGGREGATI	80
2.7.5.2.2	LEGANTE	82
2.7.5.2.3	CONGLOMERATO BITUMINOSO DI RECUPERO	82
2.7.5.2.4	ADDITIVI	83
2.7.5.3	CARATTERISTICHE DELLA MISCELA	84
2.7.5.4	CARATTERISTICHE DELLO STRATO	86
2.7.6	STRATO DI COLLEGAMENTO AD ALTO MODULO	88
2.7.6.1	DESCRIZIONE E DESIGNAZIONE	88
2.7.6.2	MATERIALI COSTITUENTI	88
2.7.6.2.1	AGGREGATI	88
2.7.6.2.2	LEGANTE	90
2.7.6.3	CARATTERISTICHE DELLA MISCELA	91
2.7.6.4	CARATTERISTICHE DELLO STRATO	92
2.7.7	STRATO DI USURA- (TAPPETO D'USURA 3cm oppure 4cm)	94
2.7.7.1	DESCRIZIONE E DESIGNAZIONE	94
2.7.7.2	MATERIALI COSTITUENTI	94
2.7.7.2.1	AGGREGATI	94
2.7.7.2.2	LEGANTE	96
2.7.7.3	CARATTERISTICHE DELLA MISCELA	97
2.7.7.4	CARATTERISTICHE DELLO STRATO	99
2.7.8	STRATO DI USURA DRENANTE-FONOASSORBENTE SPECIALE	101
2.7.8.1	DESCRIZIONE E DESIGNAZIONE	101
2.7.8.2	MATERIALI COSTITUENTI	101
2.7.8.2.1	AGGREGATI	101
2.7.8.2.2	LEGANTE	104
2.7.8.3	CARATTERISTICHE DELLA MISCELA	105
2.7.8.4	CARATTERISTICHE DIMENSIONALI DELLO STRATO	107
2.7.8.5	CARATTERISTICHE DI REGOLARITA' SUPERFICIALE DELLO STRATO	108
2.7.8.6	CARATTERISTICHE DI ADERENZA SUPERFICIALE DELLO STRATO	110
2.7.10	STRATO DI USURA TIPO POROSO PER PAVIMENTAZIONI SEMIRIGIDE	111
2.7.10.1	DESCRIZIONE E DESIGNAZIONE	111
2.7.10.2	MATERIALI COSTITUENTI	111
2.7.10.2.1	AGGREGATI	111
2.7.10.2.2	LEGANTE	114
2.7.10.3	CARATTERISTICHE DELLA MISCELA	115
2.7.10.4	CARATTERISTICHE DIMENSIONALI DELLO STRATO	117
2.7.10.5	MALTA CEMENTIZIA INTASANTE	118
2.7.10.6	STUDIO DELLO STRATO D'USURA SEMIRIGIDO IN LABORATORIO	118
2.7.10.7	PRODUZIONE E POSA IN OPERA DELLA MALTA CEMENTIZIA	119
2.7.10.8	CONTROLLI SULLO STRATO FINITO INTASATO	120
2.7.10.9	APERTURA AL TRAFFICO/UTILIZZO	120
2.7.12	STRATO DI USURA ANTISDRUCCIOLO CHIUSO (SMA)	121
2.7.12.1	DESCRIZIONE E DESIGNAZIONE	121
2.7.12.2	MATERIALI COSTITUENTI	121
2.7.12.2.1	AGGREGATI	121
2.7.12.2.2	LEGANTE	124
2.7.12.3	CARATTERISTICHE DELLA MISCELA	125

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

2.7.12.4	CARATTERISTICHE DELLO STRATO	128
2.7.12.5	CARATTERISTICHE DI REGOLARITA' SUPERFICIALE DELLO STRATO	129
2.7.12.6	CARATTERISTICHE DI ADERENZA SUPERFICIALE DELLO STRATO.....	131
2.7.13	PRESCRIZIONI ULTERIORI	132
2.7.13.1	CONFEZIONAMENTO DELLA MISCELA.....	132
2.7.13.2	CONSEGNA E POSA IN OPERA DELLA MISCELA	132
2.7.14	CONTROLLI PERIODICI SULLA PAVIMENTAZIONE.....	135
CAPO 3	PROVVEDIMENTI TECNICO-AMMINISTRATIVI	139
3.1	<i>PENALIZZAZIONI</i>.....	139
3.1.1	PENALI PER COMPOSIZIONE GRANULOMETRICA E STABILITA' MARSHALL	139
3.1.2	PENALI PER CONTENUTO DI LEGANTE – GRADO DI ADDENSAMENTO – VUOTI RESIDUI – SPESSORE DELLO STRATO	140
3.1.3	PENALI PER CARATTERISTICHE DI REGOLARITA' SUPERFICIALE	140
3.1.4	PENALI PER CARATTERISTICHE DI ADERENZA SUPERFICIALE	141
3.2	<i>PRESCRIZIONI PER LA MISURAZIONE E LA VALUTAZIONE DEI LAVORI</i>	142
3.2.1	LAVORI PROPEDEUTICI	142
3.2.2	142	
3.2.3	ACCERTAMENTO DELLO STATO DELLA CARREGGIATA.....	142
3.2.4	ELABORAZIONE DEI LIBRETTI DELLE PAVIMENTAZIONI	142
3.2.5	TRACCIAMENTO E CONTROLLI IN CORSO D'OPERA.....	142
3.2.6	REDAZIONE DELLA CONTABILITA' DI CANTIERE	143
3.3	<i>PRESCRIZIONI IN MATERIA AMBIENTALE</i>.....	144
3.3.1	PREMESSA.....	144
3.3.2	ASPETTI PARTICOLARI INERENTI IL RECUPERO/RIUTILIZZO DEL CONGLOMERATO BITUMINOSO FRESATO	144
3.3.3	RELAZIONE SULLA GESTIONE DEL FRESATO E DEGLI ALTRI RIFUTI DEL CANTIERE	145
3.3.4	ULTERIORI ASPETTI RELATIVI ALLA GESTIONE DEL CONGLOMERATO BITUMINOSO FRESATO.....	146
3.3.5	ULTERIORI ASPETTI AMBIENTALI	147

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

PREMESSA E DEFINIZIONI

Il Capitolato Speciale d'Appalto fa parte integrante del contratto nel quale sono riportate le norme dirette a regolare il rapporto tra Stazione Appaltante e Impresa.

La Parte Prima contiene la descrizione delle lavorazioni e riporta tutti gli elementi necessari per una compiuta definizione tecnica ed economica dell'oggetto dell'appalto, anche ad integrazione degli aspetti non pienamente deducibili dagli elaborati grafici del progetto esecutivo.

La presente Parte Seconda contiene la specificazione delle prescrizioni tecniche relative alle lavorazioni previste per l'appalto.

In particolare vengono illustrate, in dettaglio, le modalità di esecuzione e le norme di misurazione di ogni lavorazione, i requisiti di accettazione dei materiali e dei componenti, le specifiche di prestazione e le modalità di prove nonché, in relazione alle caratteristiche degli interventi, l'ordine da tenersi nello svolgimento delle specifiche lavorazioni.

Ai fini del presente Capitolato Speciale d'Appalto si intende per **Codice** il Decreto legislativo 31 marzo 2023 n. 36 *“Codice dei contratti pubblici in attuazione all'articolo 1 della legge 21 giugno 2022. N. 78, recante delega al Governo in materia di contratti pubblici”*.

Il Codice con i relativi allegati forma parte integrante e sostanziale a tutti gli effetti del presente Capitolato Speciale d'Appalto.

CAPO 1

NORME E PRESCRIZIONI RIGUARDANTI L'ACCETTAZIONE, L'IMPIEGO, LA QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI E FORNITURE

1.1 AVVERTENZE GENERALI

I materiali e le forniture dovranno corrispondere alle prescrizioni di legge, di capitolato e degli altri atti contrattuali; dovranno essere delle migliori qualità e, nelle rispettive loro specie, dovranno risultare di precisa e corretta lavorazione.; In caso di contestazioni, le medesime dovranno essere comunicate al Responsabile del Procedimento il quale convocherà le parti entro quindici giorni dalla comunicazione al fine di esaminare in contraddittorio la questione e risolvere la controversia. L'Impresa sarà obbligata a uniformarsi alla decisione assunta dal Responsabile del Procedimento, fatto salvo il diritto per l'Impresa medesima di iscrivere riserva nel registro di contabilità in occasione della sottoscrizione.

Se le contestazioni riguardano fatti, il direttore dei lavori redige in contraddittorio con l'imprenditore un processo verbale delle circostanze contestate o, mancando questi, in presenza di due testimoni. In quest'ultimo caso copia del verbale è comunicata all'esecutore per le sue osservazioni, da presentarsi al direttore dei lavori nel termine di otto giorni dalla data del ricevimento. In mancanza di osservazioni nel termine, le risultanze del verbale si intendono definitivamente accettate.

L'esecutore, il suo rappresentante, oppure i testimoni firmano il processo verbale, che è inviato al responsabile del procedimento con le eventuali osservazioni dell'esecutore.

Potranno essere ammessi materiali speciali, o non previsti, solo dopo esame e parere favorevole della D.L. in qualunque momento, il Direttore dei Lavori ha facoltà di rifiutare i materiali e le forniture che non abbiano i requisiti prescritti, che abbiano subito deperimenti dopo l'introduzione nel cantiere o che per qualsiasi causa non risultassero conformi alle condizioni contrattuali.

L'Impresa dovrà provvedere a rimuovere dal cantiere le forniture ed i materiali rifiutati e sostituirli a proprie spese con altri idonei.

Qualora l'Impresa non effettuasse la rimozione, nel termine prescritto dal Direttore dei Lavori, vi provvederà direttamente la Direzione dei Lavori stessa a totale spesa dell'Impresa, a carico della quale resterà anche qualsiasi danno derivante dalla rimozione così eseguita.

Qualora venisse accertata la non corrispondenza alle prescrizioni contrattuali dei materiali e delle forniture accettate e già poste in opera, si procederà come disposto dall'art. 18 del Capitolato Generale di Appalto per le opere di competenza del ministero dei lavori Pubblici.

L'Appaltatore che nel proprio interesse o di sua iniziativa abbia impiegato materiali o componenti di caratteristiche superiori a quelle prescritte nei documenti contrattuali, o eseguito una lavorazione più accurata, non ha diritto ad aumento dei prezzi e la contabilità sarà redatta come se i materiali avessero le caratteristiche stabilite.

Nel caso sia stato autorizzato da parte del Direttore dei Lavori, per ragioni di necessità o convenienza, l'impiego di materiali o componenti aventi qualche carenza nelle dimensioni, nella consistenza o nella qualità, ovvero sia stata autorizzata una lavorazione di minor pregio, verrà applicata, in sede di contabilizzazione, un'adequata riduzione del prezzo, sempre che l'opera sia accettabile senza pregiudizio e salve le determinazioni definitive dell'organo di collaudo.

Gli accertamenti di laboratorio e le verifiche tecniche obbligatorie, ovvero specificamente previsti dal Capitolato Speciale d'Appalto, sono disposti dalla Direzione dei Lavori o dall'organo di collaudo, imputando la spesa a carico delle somme a disposizione accantonate a tale titolo nel quadro economico. Per le stesse prove la Direzione dei Lavori provvede al prelievo del relativo campione ed alla redazione di apposito verbale di prelievo; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali dovrà riportare il riferimento a tale verbale.

Il Direttore dei Lavori o l'organo di collaudo possono disporre ulteriori prove ed analisi ancorché non prescritte dal Capitolato Speciale d'Appalto, ma ritenute necessarie per stabilire l'idoneità dei materiali o dei componenti. Le relative spese sono poste a carico dell'Appaltatore.

1.2 MATERIALI E FORNITURE IN GENERE

Tutti i materiali occorrenti per la costruzione delle opere proverranno da cave, fabbriche, stabilimenti, depositi, ecc. scelti ad esclusiva cura e rischio dell'Impresa, la quale non potrà accampare alcuna eccezione qualora in corso di coltivazione delle cave o di esercizio delle fabbriche, degli stabilimenti, dei depositi, ecc., i materiali non fossero più corrispondenti ai requisiti prescritti oppure venissero a mancare ed essa fosse obbligata a ricorrere ad altre cave, stabilimenti, depositi, ecc. in località diverse e a diverse distanze o da diverse provenienze; intendendosi che, anche in tali casi, resteranno invariati i prezzi stabiliti in Elenco come pure tutte le prescrizioni riferite alla qualità ed alla dimensione dei singoli materiali.

Nel prezzo dei materiali sono compresi tutti gli oneri derivanti all'Appaltatore dalla loro fornitura a piè d'opera, compresa ogni spesa per eventuali aperture di cave, estrazioni, trasporto da qualsiasi distanza e con qualsiasi mezzo, occupazioni temporanee e ripristino dei luoghi.

A richiesta della Stazione Appaltante, l'Appaltatore deve dimostrare di avere adempiuto alle prescrizioni della legge sulle espropriazioni per causa di pubblica utilità, nel caso in cui per contratto le espropriazioni siano state poste a suo carico, e di aver pagato le indennità per le occupazioni temporanee o per i danni arrecati.

L'Impresa è obbligata a notificare alla D.L., in tempo utile, e in ogni caso almeno quindici giorni dall'impiego, la provenienza dei materiali e delle forniture per il prelevamento dei campioni da sottoporre, a spese dell'Impresa, alle prove e verifiche che la Direzione Tecnica reputasse necessarie prima di accettarli.

L'Impresa ha lo stesso obbligo nel caso di eventuali successive modifiche dei luoghi di provenienza dei materiali o delle forniture.

La scelta di un tipo di materiale nei confronti di un altro o fra diversi tipi dello stesso materiale sarà fatta di volta in volta, in base al giudizio della D.L., la quale per i materiali da acquistare si assicurerà che provengano da Produttori di provata capacità e serietà. A queste condizioni e purché i materiali corrispondano ai requisiti di seguito fissati, l'Impresa è libera di provvedere all'approvvigionamento dei materiali ove reputerà più opportuno.

I materiali potranno essere posti in opera solamente dopo essere stati accettati dalla D.L.

In correlazione a quanto prescritto nel presente Capitolato, in merito alla qualità ed alle caratteristiche dei materiali e delle forniture in genere, l'Impresa è obbligata a prestarsi in ogni momento a tutte le prove preliminari dei materiali e delle forniture da impiegarsi o che abbiano già trovato impiego. Tutte le spese di prelevamento e di invio dei campioni ai Laboratori prove autorizzati per legge o a quelli di fiducia indicati dalla Stazione Appaltante, saranno a carico dell'Impresa.

Per i campioni prelevati in corso d'opera, l'Impresa ha l'obbligo di eseguire i campioni e di mantenerli in cantiere, nelle condizioni ottimali previste dalle norme specifiche, fino al prelevamento da parte del Laboratorio che eseguirà le prove con spesa a carico della Stazione Appaltante.

Gli addetti al Laboratorio e quelli incaricati dalla D.L. dovranno avere libero accesso e completa possibilità di controllo in tutti i cantieri, ove avviene l'approvvigionamento, la confezione e la posa in opera dei materiali previsti in appalto.

Il prelievo dei campioni da esaminare potrà essere eseguito in qualsiasi momento e gli addetti alle cave, agli impianti, ai mezzi di approvvigionamento o di posa dovranno agevolare le operazioni di prelievo. Per i campioni asportati dall'opera in corso di esecuzione, l'Impresa è tenuta a provvedere a sua cura e spese, al ripristino della parte manomessa.

Le prove sopradette, se necessario, potranno essere ripetute anche per materiali e forniture della stessa specie e provenienza, sempre a spese dell'Impresa. L'esito favorevole delle prove, anche se effettuate nel cantiere, non esonera l'Impresa da ogni responsabilità nel caso che, nonostante i risultati ottenuti, non si raggiungano nelle opere i prescritti requisiti. Potrà essere ordinata la conservazione dei campioni, munendoli di sigilli e firma del Direttore Lavori e del Responsabile del cantiere per conto dell'Impresa, al fine di garantirne l'autenticità.

L'accettazione dei materiali, che normalmente è definitiva dopo che i materiali sono posti in opera, non può mai pregiudicare il diritto della D.L. di rifiutare in qualsiasi tempo, anche se già posti in opera e fino a collaudo definitivo, i materiali che non corrispondessero ai requisiti ed alle caratteristiche contrattuali. I materiali di rifiuto, come sopra detto, devono essere allontanati dal cantiere entro il termine fissato dalla Direzione Tecnica a completa cura e spese dell'Impresa.

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

In caso di inadempienza vi provvederà la Direzione dei Lavori a totale spesa dell'Impresa.

1.3 NORME DI RIFERIMENTO PER L'ACCETTAZIONE DEI MATERIALI

I materiali e le forniture da impiegare nella realizzazione delle opere devono rispondere alle prescrizioni contrattuali ed in particolare alle indicazioni del progetto esecutivo, e possedere le caratteristiche stabilite dalle leggi, dai regolamenti, dalle Norme armonizzate e dalle norme UNI vigenti in materia, anche se non espressamente richiamate nel presente Capitolato Speciale d'Appalto.

In assenza di nuove ed aggiornate norme, il Direttore dei Lavori potrà riferirsi alle norme ritirate o sostitutive. Salvo diversa indicazione, i materiali e le forniture proverranno da quelle località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza, purché, ad insindacabile giudizio della Direzione dei Lavori, ne sia riconosciuta l'idoneità e la rispondenza ai requisiti prescritti dagli accordi contrattuali.

L'Appaltatore è obbligato a prestarsi, in qualsiasi momento, ad eseguire o a far eseguire presso il laboratorio di cantiere, presso gli stabilimenti di produzione o presso gli Istituti autorizzati, tutte le prove prescritte dal presente Capitolato o dalla Direzione dei Lavori, sui materiali impiegati o da impiegarsi, nonché sui manufatti, sia prefabbricati che realizzati in opera e sulle forniture in generale.

Il prelievo dei campioni, da eseguire secondo le norme regolamentari ed UNI vigenti, verrà effettuato in contraddittorio con l'impresa sulla base della redazione di Verbale di prelievo.

Si precisa che per i riferimenti a norme non datati vale l'ultima edizione della pubblicazione alla quale si fa riferimento.

1.3.1 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

I materiali ed i prodotti per uso strutturale utilizzati dovranno essere identificati, qualificati ed accettati in conformità alle Norme tecniche per le costruzioni (D.M. 17 gennaio 2018 Aggiornamento delle "Norme tecniche per la costruzione").

L'identificazione e la qualifica dei materiali dovranno essere effettuate in conformità al Regolamento (UE) n.305/2011 del Parlamento europeo e del Consiglio del 9 marzo 2011 che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione, di seguito Regolamento prodotti da costruzione CPR 305/11.

Qualora il materiale da utilizzare sia compreso nei prodotti coperti dal predetto Regolamento, ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla Marcatura CE attestante la conformità all'Appendice ZA delle singole Norme armonizzate, secondo il sistema di attestazione previsto dalla normativa vigente. L'Impresa dovrà fornire alla DL la Dichiarazione di Prestazione (DoP) relativa ai singoli materiali impiegati, siano essi prodotti che materiali costituenti.

I materiali da impiegare nei lavori dovranno corrispondere ai requisiti generali di seguito indicati.

1.3.1.1 ACQUA PER GLI IMPASTI

L'acqua per gli impasti deve essere dolce, limpida, priva di sali (particolarmente solfati e cloruri) in percentuali dannose, di materie terrose e non essere aggressiva e rispondere ai requisiti stabiliti dalle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della legge 1086 del 05.11.1971 (D.M. 14.02.1992, UNI EN 1008 e successivi aggiornamenti).

A discrezione della Direzione dei Lavori, l'acqua potrà essere trattata con speciali additivi, in base al tipo di intervento o di uso, per evitare l'insorgere di reazioni chimico-fisiche al contatto con altri componenti d'impasto.

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

1.3.1.2 AGGREGATI

Gli aggregati utilizzati per la produzione di calcestruzzo, di conglomerati bituminosi e per la formazione delle fondazioni stradali dovranno soddisfare i requisiti stabiliti dalle seguenti Norme armonizzate:

- **UNI EN 12620** - *Aggregati per calcestruzzo;*
- **UNI EN 13043** - *Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti ed altre aree soggette a traffico;*
- **UNI EN 13055 – Parte 1** *Aggregati leggeri per calcestruzzo, malta e malta per iniezione;*
- **UNI EN 13055 – Parte 2** *Aggregati leggeri per miscele bituminose, trattamenti superficiali e per applicazioni in strati legati e non legati;*
- **UNI EN 13139** - *Aggregati per malta;*
- **UNI EN 13383—Parte 1** *Aggregati per opere di protezione (armourstone). Specifiche;*
- **UNI EN 13242** - *Aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici per l'impiego in opere di ingegneria civile e nella costruzione di strade.*

Gli aggregati naturali, tal quali o di frantumazione, devono essere costituiti da elementi non gelivi e non friabili, privi di sostanze organiche, limose ed argillose, di gesso, ecc., in proporzioni nocive all'indurimento del conglomerato cementizio o alla conservazione delle armature.

Gli aggregati grossi, ghiaia e pietrisco, devono avere dimensioni massime commisurate alle caratteristiche geometriche della carpenteria del getto e all'ingombro delle armature, devono essere compatibili con le destinazioni di impiego (calcestruzzi o conglomerati bituminosi), devono essere lavati con acqua dolce qualora ciò sia necessario per eliminare materie nocive.

Gli aggregati grossi devono essere bene assortiti, formati da elementi resistenti e non gelivi, scevri da sostanze estranee, da parti friabili o terrose, o comunque dannose.

Gli aggregati devono provenire dalla frantumazione di roccia compatta, non gessosa né geliva, o dalla lavorazione di terreni; non devono contenere impurità né materie polverulenti.

Nella produzione delle miscele bituminose non è consentito l'impiego di aggregati riciclati, risultanti dalla lavorazione di materiale inorganico precedentemente utilizzato nelle costruzioni, e di aggregati industriali, derivanti da un processo industriale che implica una modificazione termica o di altro tipo (es. scorie di altoforno).

La sabbia per malte dovrà essere priva di sostanze organiche, terrose o argillose, solfati ed avere dimensione massima dei grani di 2 mm per murature in genere, di 1 mm per gli intonaci e murature di paramento o in pietra da taglio. La sabbia naturale o artificiale deve risultare bene assortita in grossezza e costituita di grani resistenti, non provenienti da roccia decomposta o gessosa. Essa deve essere scricchiolante alla mano, non lasciare traccia di sporco, non contenere materie organiche, melmose o comunque dannose; deve essere lavata con acqua dolce, qualora ciò sia necessario, per eliminare materie nocive.

L'Appaltatore non può impiegare sabbie di mare che non siano state preventivamente lavate a fondo con acqua dolce e sabbie contenenti conchiglie.

In via preliminare, la Direzione dei Lavori potrà accertare le caratteristiche delle cave di provenienza del materiale per accertare l'uniformità della roccia, dei sistemi di coltivazione e di frantumazione, prelevando dei campioni da sottoporre alle prove necessarie per caratterizzare la roccia in relazione all'impiego. Il prelevamento di campioni potrà essere omesso quando le caratteristiche del materiale risultano da certificato emesso in seguito ad esami fatti eseguire da amministrazioni pubbliche, a seguito di sopralluoghi nelle cave ed i risultati di tali indagini siano ritenute idonee dalla direzione dei lavori.

Il prelevamento dei campioni di sabbia normalmente deve avvenire dai cumuli sul luogo di impiego, diversamente può avvenire dai mezzi di trasporto ed eccezionalmente dai sili. La fase di prelevamento non deve alterare le caratteristiche del materiale ed in particolare la variazione della sua composizione granulometrica e perdita di materiale fine. I metodi di prova riguardano l'analisi granulometrica e la massa volumica reale.

1.3.1.3 CEMENTO E CALCE

Dovranno essere impiegati esclusivamente i leganti idraulici previsti dalle disposizioni vigenti in materia (Legge 26 agosto 1965 n. 595 e norme armonizzate della serie EN 197), dotati di attestato di conformità ai sensi delle norme UNI EN 197-1 ed UNI EN 197-2.

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

Classificazione dei cementi

Ai sensi della legge 26 maggio 1965, n. 595, i cementi sono classificati in:

A) Cementi normali e ad alta resistenza

- a) Portland;
- b) pozzolanico;
- c) d'altoforno.

B) Cemento alluminoso

C) Cemento per sbarramenti di ritenuta

- a) Portland;
- b) pozzolanico;
- c) d'altoforno.

D) Agglomeranti cementizi

- a) a lenta presa;
- b) a rapida presa.

Definizioni

I legami idraulici sopra nominati rispondono alle seguenti definizioni:

A) Cementi

- a) Cemento portland – Per cemento portland si intende il prodotto ottenuto per macinazioni di clinker (consistente essenzialmente in silicati idraulici di calcio), con aggiunta di gesso o anidride dosata nella quantità necessaria per regolarizzare il processo di idratazione.
- b) Cemento pozzolanico – Per cemento pozzolanico si intende la miscela omogenea ottenuta con la macinazione di clinker portland e di pozzolana o di altro materiale a comportamento pozzolanico, con la quantità di gesso o anidrite necessaria a regolarizzare il processo di idratazione.
- c) Cemento d'altoforno – per cemento d'altoforno si intende la miscela omogenea ottenuta con la macinazione di clinker portland e di loppa basica granulata di altoforno, con la quantità di gesso o di anidrite necessaria per regolarizzare il processo di idratazione.

B) Cemento alluminoso

Per cemento alluminoso s'intende il prodotto ottenuto con la macinazione di clinker costituito essenzialmente da alluminati idraulici di calcio.

C) Cementi per sbarramenti di ritenuta

Per cementi per sbarramenti di ritenuta, la cui costruzione è soggetta al regolamento approvato con D.P.R. 1/11/1959 n°1363, si intendono quei cementi normali, di cui alla lettera A), i quali abbiano i particolare valori minimi di resistenza alla compressione prescritti dalle norme vigenti

D) Agglomeranti cementizi

Per agglomeranti cementizi si intendono i leganti idraulici che presentano resistenze fisiche inferiori o requisiti chimici diversi da quelli che verranno stabiliti per i cementi normali di cui alla lettera A). Per le resistenze minime ed i requisiti chimici degli agglomeranti cementizi si rinvia al D.M. vigente.

Fornitura

I cementi e gli agglomeranti cementizi in polvere debbono essere forniti:

- a) in sacchi sigillati;
- b) in imballaggi speciali a chiusura automatica a valvola che non possono essere aperti senza lacerazione;
- c) alla rinfusa.

Se i leganti idraulici sono forniti in sacchi sigillati, essi dovranno essere del peso di 50 kg chiusi con legame munito di sigillo. Il sigillo deve portare impresso in modo indelebile il nome della ditta fabbricante e del relativo stabilimento nonché la specie del legante.

Deve essere inoltre fissato al sacco, a mezzo del sigillo, un cartellino resistente sul quale saranno indicati con caratteri a stampa chiari e indelebili:

- a) la qualità del legante;
- b) lo stabilimento produttore;
- c) la quantità d'acqua per la malta normale;
- d) le resistenze minime a trazione e a compressione dopo 28 giorni di stagionatura dei provini.

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

Se i leganti sono forniti in imballaggi speciali a chiusura automatica a valvola che non possono essere aperti senza lacerazione, le indicazioni di cui sopra debbono essere stampate a grandi caratteri sugli imballaggi stessi.

I sacchi debbono essere in perfetto stato di conservazione; se l'imballaggio fosse comunque manomesso o il prodotto avariato, la merce può essere rifiutata.

Se i leganti sono forniti alla rinfusa, la provenienza e la qualità degli stessi dovranno essere dichiarate con documenti di accompagnamento della merce. La qualità potrà essere accertata mediante prelievo di campioni e loro analisi.

Accertamento dei requisiti d'accettazione dei cementi

Per l'accertamento dei requisiti d'accettazione dei cementi, degli agglomerati cementizi e della calce idrauliche in polvere, le prove debbono essere eseguite su materiale proveniente da un campione originario di almeno 50 kg di legante prelevato da dieci sacchi per ogni partita di mille sacchi o frazione. In caso di contestazione sull'omogeneità del prodotto, saranno prelevati in contraddittorio, e per ogni mille sacchi, altri due sacchi e sul campione prelevato da ciascuno di essi verranno ripetute le prove normali.

Qualora tutte le parti non siano presenti, la campionatura dovrà avvenire alla presenza di un notaio o di un ufficiale giudiziario.

Per le forniture di leganti alla rinfusa, la campionatura per le prove sarà effettuata all'atto della consegna, in contraddittorio fra le parti, mediante il prelievo di un campione medio in ragione di 10 kg per ogni 50 tonnellate o frazione.

Il campione per le prove sulle calce idrauliche naturali in zolle deve essere di 50 kg per ogni 10 tonnellate di calce, e deve essere preso con la pala da diversi punti del mucchio.

Marchio di conformità

L'attestato di conformità autorizza il produttore ad apporre il marchio di conformità sull'imballaggio e sulla documentazione di accompagnamento relativa al cemento certificato. Il marchio di conformità è costituito dal simbolo dell'organismo abilitato seguito da:

- nome del produttore e della fabbrica ed eventualmente del loro marchio o dei marchi di identificazione;
- ultime due cifre dell'anno nel quale è stato apposto il marchio di conformità;
- numero dell'attestato di conformità;
- descrizione del cemento;
- estremi del decreto.

Ogni altra dicitura è preventivamente sottoposta all'approvazione dell'organismo abilitato.

REQUISITI MECCANICI E FISICI DEI CEMENTI (D.M. 12 luglio 1999, n. 314)							
CLASSE	RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE (N/mm ²)			Tempo inizio presa (Min)	Espansione		
	Resistenza iniziale		Resistenza normalizzata (28 giorni)				
	2 giorni	7 giorni					
32,5	–	> 16	≥ 32,5	≤ 52,5	- ≥ 60	≤ 10	
32,5 R	> 10	–					
4,25	> 10	–	≥ 42,5	≤ 62,5			
4,25 R	> 20	–					
52,5	> 20	–	≥ 52,5	–			≥ 45
52,5 R	> 30	–					

REQUISITI CHIMICI DEI CEMENTI (D.M. 12 luglio 1999, n. 314)				
REQUISITO	METODO DI PROVA	Tipo di cemento	Classe di resistenza	VALORE RICHIESTO
Perdita al fuoco	EN 196-2	CEM I – CEM III	Tutte le classi	≤ 5,0%
Residuo insolubile	EN 196-2	CEM I – CEM III	Tutte le classi	≤ 5,0%
Solfati come (SO ₃)	EN 196-2	CEM I CEM II (2) CEM IV CEM V	32,5 32,5 R 42,5	≤ 3,5%
			42,5 R 52,5 52,5 R	≤ 4,0%
		CEM III (3)	Tutte le classi	
Cloruri	EN 196-21	Tutti i tipi (4)	Tutte le classi	≤ 0,10%

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

Pozzolanicità	EN 196-5	CEM IV	Tutte le classi	Esito positivo			
1) I requisiti sono espressi come percentuale in massa							
2) Questa indicazione comprende i cementi tipo CEM II/A e CEM II/B, ivi compresi i cementi Portland composti contenenti solo un altro componente principale, per esempio II/A-S o II/B-V, salvo il tipo CEM II/B-T che può contenere fino al 4,5% di SO ₃ , per tutte le classi di resistenza							
3) Il cemento tipo CEM III/C può contenere fino al 4,5% di SO ₃ .							
4) Il cemento tipo CEM III può contenere più dello 0,100% di cloruri ma in tal caso si dovrà dichiarare il contenuto effettivo in cloruri.							
VALORI LIMITE DEI CEMENTI (D.M. 12 luglio 1999, n. 314)							
REQUISITO		Valori limite					
		Classe di resistenza					
		32,5	32,5R	42,5	42,5R	52,5	42,5R
Limite inferiore di resistenza (N/mm ²)	2 giorni	–	8,0	8,0	18,0	18,0	28,0
	7 giorni	14,0	–	–	–	–	–
	28 giorni	30,0	30,0	40,0	40,0	50,0	50,0
Tempo di inizio presa – Limite inferiore (min.)		45			40		
Stabilità (mm) – Limite superiore		11					
Contenuto di SO ₃ (%) Limite superiore	Tipo I	4,0			4,5		
	Tipo II (1)						
	Tipo IV						
	Tipo V						
	Tipo III/A	4,5					
Tipo III/B	4,5						
Tipo III/C	5,0						
Contenuto di cloruri (%) – Limite superiore (2)		0,11					
Pozzolanicità		Positiva a 15 giorni					

(1) Il cemento tipo II/B può contenere fino al 5% di SO₃ per tutte le classi di resistenza

(2) Il cemento tipo III può contenere più dello 0,11% di cloruri, ma in tal caso deve essere dichiarato il contenuto reale di cloruri.

1.3.1.4 LEGANTI BITUMINOSI

I leganti bituminosi semisolidi per impiego diretto o per modifiche successive con polimeri o altri trattamenti, sono quei leganti per uso stradale costituiti da bitumi prodotti in raffineria mediante processi di distillazione primaria (topping e vacuum) e processi di conversione (cracking e visbreaking).

I leganti bituminosi utilizzati nelle pavimentazioni possono essere: bitumi tal quali, bitumi modificati e bitumi schiumati.

Bitumi tal quali

Sono quei leganti impiegati, senza alcun trattamento, per la produzione di conglomerati bituminosi prodotti a caldo. Il riferimento per la classificazione e per la determinazione delle caratteristiche di questi prodotti è la norma UNI EN 12591 "Specifiche per i bitumi per applicazioni stradali". I requisiti che devono essere presidiati sono relativi alla consistenza del prodotto prelevato dalle cisterne di stoccaggio ed alle medesime caratteristiche dopo la simulazione di invecchiamento (RTFOT).

Bitumi modificati

I leganti bituminosi modificati sono quei leganti per uso stradale costituiti da bitumi di base ed appositi polimeri ed additivi. I bitumi modificati garantiscono una maggiore durata a fatica dei conglomerati bituminosi riducendo l'attitudine alla deformazione permanente. La produzione di questi leganti avviene in impianti industriali dove vengono miscelati bitumi di base dotati di particolari caratteristiche in funzione del rapporto tra asfalteni/resine e saturi/aromatici con polimeri di natura elastomerica e/o plastomerica e/o altre tipologie di modifica. I bitumi modificati, in funzione del tipo di modifica, vengono classificati in bitumi con modifica "soft" o modifica "hard" o modifica "ad alto modulo".

Il riferimento per la classificazione e per la determinazione delle caratteristiche di questi prodotti è la norma UNI EN 14023 "Quadro delle specifiche riguardanti i bitumi modificati con polimeri". Oltre ai requisiti previsti per i bitumi normali devono essere definite le caratteristiche relative alla viscosità dinamica, al ritorno elastico ed alla stabilità nello stoccaggio.

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

Bitumi schiumati

La "schiuma di bitume" è prodotta dalle reazioni fisico-chimiche di un bitume, di tipo tal quale o modificato, mediante la polverizzazione delle sue molecole con acqua in pressione. Il processo si realizza all'interno di una particolare camera di espansione mediante il contatto del bitume con acqua ad alta pressione.

Bitumi ad elevata lavorabilità

Sono bitumi modificati additivati con idonee sostanze per incrementare l'intervallo di plasticità e consentire una lavorabilità in condizioni non ottimali (es. bassa temperatura dell'atmosfera e/o del fondo) assicurando il raggiungimento delle caratteristiche volumetriche e meccaniche della miscela compattata. Il procedimento di additivazione può essere effettuato presso l'impianto di produzione del bitume modificato o presso l'impianto di produzione del conglomerato bituminoso.

Il prelevamento dei campioni di bitume deve essere conforme alla norma UNI EN 58.

1.3.1.5 CONGLOMERATO BITUMINOSO DI RECUPERO

Il conglomerato bituminoso di recupero è il conglomerato bituminoso proveniente dalla demolizione di pavimentazioni, ottenuto mediante operazioni meccaniche di fresatura o demolizione in blocchi successivamente frantumati. L'utilizzo del conglomerato bituminoso riciclato è previsto previa conformità ai requisiti di utilizzo della miscela finale.

Dove previsto, potrà essere utilizzato il conglomerato bituminoso riciclato previo accertamento dei requisiti relativi al legante, quantità e proprietà, e relativi agli aggregati, composizione granulometrica e natura mineralogica. Il riferimento per la classificazione e per la determinazione delle caratteristiche del conglomerato bituminoso riciclato è la norma UNI EN 13108 - 8 "Specifiche del materiale, conglomerato bituminoso di recupero".

1.3.1.6 ADDITIVI

Attivanti chimici funzionali (A.C.F.)

Sono composti chimici da utilizzare come additivi per la produzione di conglomerati bituminosi prodotti a caldo o a freddo con l'impiego di conglomerato riciclato. Rigenerano le caratteristiche del legante invecchiato proveniente dal conglomerato bituminoso fresato e svolgono le funzioni di attivante d'adesione, diluente nei confronti del bitume invecchiato legato agli aggregati, plastificante ad integrazione delle frazioni malteniche perse dal bitume durante il precedente lavoro ed infine di antiossidante in contrasto con gli effetti ossidativi dovuti ai raggi ultravioletti ed alle condizioni termiche della pavimentazione.

Dopes di adesione

Nella produzione di conglomerati bituminosi, in caso di aggregati lapidei di natura silicea (es. porfido), sono impiegate sostanze chimiche attivanti l'adesione bitume-aggregato (agenti tensioattivi). Il dosaggio dovrà variare a seconda delle condizioni d'impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto. L'immissione delle sostanze tensioattive nel bitume dovrà essere realizzata con idonee attrezzature tali da garantire la perfetta dispersione e l'esatto dosaggio nel legante bituminoso.

Il tipo e la quantità di attivante d'adesione dovrà essere valutato in fase di qualifica preliminare dei materiali con approvazione della Direzione Lavori.

Fibre di natura minerale

Nella produzione di conglomerati bituminosi con elevato tenore di vuoti (tipo drenante) e di conglomerati bituminosi con elevato contenuto di legante a granulometria discontinua (tipo Splitt Mastix Asphalt) sono impiegate le fibre di natura minerale (vetro) opportunamente pressate ed agglomerate con un prodotto addensante (cellulosa od altro). L'immissione di fibre nel conglomerato bituminoso dovrà essere realizzata con idonee attrezzature tali da garantire la perfetta dispersione e l'esatto dosaggio nella miscela.

Il tipo e la quantità di fibra dovrà essere valutato in fase di qualifica preliminare dei materiali con approvazione della Direzione Lavori.

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

1.3.1.7 EMULSIONE BITUMINOSA

L'emulsione bituminosa è una dispersione di bitume in acqua ottenuta mediante utilizzo di energia meccanica per la miscelazione e l'impiego di un agente tensioattivo emulsionante.

La classificazione delle emulsioni bituminose è basata sul carattere ionico (anioniche - basiche e cationiche - acide), sulla percentuale di bitume residuo e sulla velocità di rottura o presa (rapida, media, lenta).

È composta da bitume, fluidificanti, acqua ed emulsionanti.

Il riferimento per la classificazione e per la determinazione delle caratteristiche di questo prodotto è la norma UNI EN 13808 "Specifiche tecniche per le emulsioni bituminose cationiche".

Bitume

I leganti di base utilizzati per la produzione di emulsione bituminosa sono bitumi "tal quali" o bitumi "modificati" con polimeri. Nell'emulsione il contenuto di bitume può variare dal 50 al 70%.

Fluidificanti

Sono prodotti oleosi a bassa viscosità che vengono aggiunti al bitume.

Acqua

L'acqua utilizzata non deve contenere impurità organiche (sospensioni colloidali) o minerali. Qualora necessario l'acqua dovrà essere corretta per renderla della durezza appropriata.

Emulsionanti

Sono prodotti chimici classificati in base al loro comportamento di dissociazione in acqua che permettono la dispersione del bitume e favoriscono l'adesione del bitume agli aggregati.

CAPO 2

NORME PER L'ESECUZIONE DEI SINGOLI LAVORI

2.1 GENERALITA'

Tutti i lavori occorrenti per dare ultimate le opere appaltate devono essere eseguiti secondo i migliori sistemi e regole dell'arte, con la maggior precisione e regolarità in conformità alle prescrizioni contrattuali, secondo le indicazioni dei disegni, delle istruzioni e degli ordini impartiti all'Impresa dalla Direzione Lavori. E' facoltà della stessa D.L. rifiutare i lavori non eseguiti in conformità del contratto o non a regola d'arte e in base agli ordini impartiti all'Impresa la quale dovrà quindi provvedere, a proprie spese, alla demolizione e/o ricostruzione di quelle opere o parti di opere che, a giudizio insindacabile della Direzione Lavori, fossero inaccettabili.

Inoltre per ogni categoria di lavoro dovranno essere osservate le prescrizioni speciali contenute nei seguenti articoli.

2.2 RILIEVI TOPOGRAFICI PRELIMINARI E INDICAZIONI PER LA RESTITUZIONE DEI DATI

La modifica e l'adeguamento plano-altimetrico della superficie stradale sarà effettuato operando attraverso la fresatura del vecchio conglomerato bituminoso. La fresatura dovrà avvenire, anche per spessori differenti, in modo da realizzare un piano di fresatura ottimale sul quale posare, con spessore costante lo strato di binder e lo strato di usura.

Per rendere possibile la correzione e l'ottimizzazione delle livellette autostradali è quindi necessario effettuare un rilievo topografico puntuale lungo tutti i tratti interessati dagli interventi.

I rilievi dovranno essere eseguiti secondo i tempi e con le modalità concordate con la Direzione Lavori. Presumibilmente si dovrà operare con riduzioni di carreggiata rilevando, in tempi separati, la corsia di sorpasso e, successivamente, le corsie di emergenza e di marcia. Qualora la Direzione Lavori disponga per l'esecuzione del rilievo nelle ore notturne si opererà con deviazioni di carreggiata.

L'Impresa dovrà affidare l'esecuzione del rilievo e della conseguente restituzione dei dati ad un Topografo specializzato e dotato di comprovata esperienza.

Le attività principali da effettuare sono descritte nei paragrafi seguenti.

2.2.1 ESECUZIONE DEL RILIEVO

Rilievo dettagliato del piano viabile autostradale in corrispondenza dei tratti interessati dai vari interventi di manutenzione delle pavimentazioni in conglomerato bituminoso. Il rilievo dovrà prevedere sezioni trasversali poste a distanza di m 10 con rilievo minimo di n° 8 punti per sezione (punto sul ciglio asfalto esterno; punto in mezzzeria alla striscia continua; punto in mezzzeria alla striscia continua corsia di emergenza; punto intermedio al centro della corsia di marcia; punto in mezzzeria alla striscia tratteggiata; punto intermedio al centro della corsia di sorpasso; punto in mezzzeria alla striscia continua corsia di sorpasso; punto sul ciglio asfalto interno). Oltre ai punti minimi dovranno essere rilevati anche tutti i punti che forniscono vincoli quali By-Pass, giunti di ponti, viadotti, caditoie ecc.

2.2.2 ELABORAZIONE DATI E DETERMINAZIONE DEGLI SPESSORI DI FRESATURA

Sulla base delle indicazioni progettuali, previo studio di fattibilità delle future pendenze trasversali ideali mediante verifica dei vincoli esistenti (es. altezza sicurvia), dovranno essere determinate le nuove livellette al fine di rettificare avvallamenti del piano viabile, ed uniformare le pendenze trasversali.

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

La documentazione dovrà evidenziare il profilo dei cigli dello stato attuale e della nuova situazione di progetto e comprendere i seguenti elaborati grafici:

- planimetrie (scala lunghezze 1:500, scala larghezze 1:200);
- sezioni trasversali;
- profili longitudinali (scala lunghezze 1:500, scala altezze 1:25);
- stima dei volumi interessati dalle operazioni di demolizione e rifacimento della pavimentazione.

Il Topografo incaricato dovrà provvedere alla consegna degli elaborati progettuali predisposti alla Direzione Lavori per verifica ed approvazione.

2.2.3 INDICAZIONI OPERATIVE

In corrispondenza delle sezioni rilevate, il Topografo incaricato dovrà riportare sulla pavimentazione, in modo chiaro e leggibile a distanza, gli spessori della fresatura a cui l'operatore della macchina fresatrice dovrà fare riferimento per le operazioni di corretta demolizione dello strato esistente. Tali quote dovranno essere collocate a distanze non superiori a m 2 o secondo le indicazioni della DL.

2.2.4 VERIFICA DELLA FRESATURA

Il Topografo incaricato dovrà procedere alla verifica della corretta esecuzione della fresatura in conformità alle quote precedentemente determinate ed indicate. Qualora dovessero essere rilevati scostamenti superiori a cm 2 questi dovranno essere comunicati alla DL e dovranno essere intraprese opportune misure correttive approvate dalla Direzione Lavori.

2.2.5 DOCUMENTAZIONE

Tutti gli elaborati relativi al rilievo, alla progettazione ed alla verifica dovranno essere consegnati alla Direzione Lavori sia in formato cartaceo sia in formato digitale.

2.3 DEMOLIZIONE DELLA SOVRASTRUTTURA

2.3.1 DEMOLIZIONE DELLA PAVIMENTAZIONE IN CONGLOMERATO BITUMINOSO MEDIANTE FRESATURA

La demolizione parziale o totale della sovrastruttura, per la parte della pavimentazione legata a bitume, sarà effettuata mediante fresatura dell'intero spessore o parte di esso, secondo le indicazioni della Direzione Lavori; dovranno essere impiegati adeguati mezzi meccanici, muniti di frese a tamburo, funzionanti a freddo e dotati di nastro trasportatore per il carico del materiale demolito.

L'appaltatore, per l'esecuzione dei lavori e per l'intera durata degli stessi, dovrà mettere a disposizione almeno n°4 (quattro) frese che dovranno avere le seguenti caratteristiche minime:

- **Potenza del motore ≥ 350 KW**
- **Larghezza di fresatura ≥ 2.000 mm**
- **Normativa antinquinamento \geq EU Stage 2**

Tutte le attrezzature dovranno essere in perfetto stato di esercizio ed avere le caratteristiche meccaniche, dimensionali e produttive approvate preventivamente dalla Direzione Lavori. E' necessario che gli utensili impiegati siano sempre taglienti ed in perfetta efficienza al fine di garantire un taglio netto del cassonetto che non deve presentare irregolarità, sgranamenti o slabbrature; la velocità di avanzamento delle fresatrici non dovrà mai essere spinta oltre il limite che possa compromettere la regolare esecuzione della lavorazione.

La superficie del cassonetto dovrà risultare perfettamente regolare in tutti i punti, priva di residui di strati non completamente fresati che possono compromettere l'aderenza con gli strati sovrapposti. I bordi laterali dello strato da fresare, inaccessibili al tamburo della fresa, dovranno essere rimossi manualmente o con il ricorso a mezzi meccanici di adeguate dimensioni.

L'Impresa si dovrà attenere scrupolosamente agli spessori di fresatura determinati sulla base di un rilievo strumentale effettuato a carico dell'Impresa ed approvato dal Direttore dei Lavori. Qualora gli spessori dovessero risultare inadeguati e comunque diversi in difetto o in eccesso rispetto a quanto previsto, l'Impresa è tenuta a darne immediata comunicazione alla Direzione Lavori o ad un suo incaricato che potranno autorizzare la modifica delle quote di scarifica.

Il rilievo dei nuovi spessori dovrà essere effettuato in contraddittorio.

Nel caso in cui, a seguito di verifiche effettuate tramite rilievi topografici, a carico dell'Impresa, sia necessario modificare la pendenza trasversale della sede stradale, la profondità della fresatura potrà variare nella sezione trasversale. Al fine di eseguire in maniera corretta la fresatura è necessario che sulla fresa vi siano due operatori: uno adibito al normale funzionamento del macchinario, l'altro addetto all'osservanza delle variazioni degli spessori di fresatura secondo le indicazioni poste precedentemente sulla pavimentazione.

La superficie del piano fresato dovrà essere mantenuta lineare, regolare e perfettamente pulita mediante l'utilizzo di attrezzature munite di spazzole rotanti aventi dispositivi aspiranti.

Le pareti dei tagli longitudinali dovranno risultare perfettamente verticali e con andamento longitudinale rettilineo e privo di sgretolature. Di norma i tagli trasversali dovranno essere ortogonali all'asse stradale ed avere andamento regolare al fine di favorire l'esecuzione del giunto in conglomerato bituminoso.

Prima della posa in opera dei nuovi strati della pavimentazione, il piano e le pareti del cassonetto fresato dovranno risultare perfettamente puliti e asciutti, pronti per la copertura della mano d'attacco in legante bituminoso.

2.3.2 DEMOLIZIONE DELLA SOVRASTRUTTURA MEDIANTE METODI TRADIZIONALI

La demolizione della sovrastruttura, sia per la parte della pavimentazione sia per la fondazione, può essere effettuata mediante l'impiego di attrezzature meccaniche come escavatori, pale meccaniche caricatrici, martelli demolitori ecc. Tale modalità di intervento sarà disposta dalla Direzione Lavori per specifiche esigenze esecutive quali le dimensioni o le tipologie di scavo.

Le pareti verticali dello scavo devono essere perfettamente verticali e con andamento longitudinale rettilineo e privo di sgretolature.

L'Impresa dovrà ripristinare eventuali danni causati alla pavimentazione non soggetta a demolizione durante l'attività di scavo. Il piano di posa della pavimentazione demolita dovrà essere regolarizzato e compattato.

2.4 SOVRASTRUTTURA STRADALE

Per le sedi unidirezionali delle autostrade (carreggiate), nei tratti in rettilineo, ed anche per le banchine, si adotterà, di norma, la pendenza trasversale del 2,5%.

Le curve saranno convenientemente rialzate sul lato esterno con la pendenza definita attraverso l'analisi dei dati dei rilievi topografici secondo le modalità esecutive descritte al paragrafo 2.2, e verificata dalla D.L. in relazione al raggio della curva e con gli opportuni tratti di transizione per il raccordo della sagoma in curva con quella dei rettilinei o altre curve precedenti e seguenti.

Le quote stabilite in progetto potranno essere comunque modificate dalla Direzione Lavori sulla base delle misurazioni e delle valutazioni effettuate in fase esecutiva.

Il tipo e lo spessore dei vari strati costituenti la sovrastruttura saranno quelli stabiliti per ciascun tratto dal progetto, in base ai risultati di indagini geotecniche e prove di laboratorio preliminari e in fase di intervento.

L'Impresa indicherà alla Direzione Lavori i materiali che intende impiegare strato per strato precisandone il tipo e la provenienza in conformità agli articoli delle presenti Prescrizioni tecniche.

La Direzione Lavori ordinerà prove su detti materiali, o su altri di sua scelta, per il controllo delle caratteristiche richieste. Tali prove verranno, di norma, ripetute sistematicamente, durante l'esecuzione dei lavori, nei laboratori di cantiere fissi, mobili o nelle sedi di laboratori sopraddetti.

L'approvazione della Direzione Lavori circa i materiali, le attrezzature, le tecnologie di produzione e messa in opera, non solleva l'Impresa dalla responsabilità circa la buona riuscita del lavoro.

L'Impresa avrà cura di garantire la costanza, nell'omogeneità e nel tempo, delle caratteristiche delle miscele, degli impasti e della sovrastruttura posta in opera.

La sovrastruttura stradale comprende gli strati della fondazione e gli strati della pavimentazione. Sulla base degli spessori definiti nel progetto, lo strato di fondazione realizzato con materiale legato con emulsione bituminosa modificata o con bitume schiumato, potrà sostituire lo strato di base in conglomerato bituminoso prodotto a caldo in impianto. I materiali utilizzati, qualificati mediante specifico studio preliminare approvato dalla Direzione Lavori, dovranno essere sottoposti ad un controllo prestazionale delle caratteristiche.

2.5 FONDAZIONE STRADALE

Nella tabella seguente sono riportati i materiali utilizzati per la formazione della fondazione stradale, specificati nelle presenti Norme tecniche:

TIPOLOGIE DEI MATERIALI UTILIZZATI PER LA FONDAZIONE STRADALE		
DESCRIZIONE	TIPO	MATERIALI
MISTO GRANULARE NATURALE	NON LEGATA	Aggregati naturali
MISTO GRANULARE RICICLATO	NON LEGATA	Aggregati riciclati
MISTO GRANULARE CEMENTATO	LEGATA	Aggregati naturali e cemento
MISTO GRANULARE LEGATO CON CEMENTO ED EMULSIONE BITUMINOSA MEDIANTE LA TECNICA DELLA MISCELAZIONE IN SITO	LEGATA	Aggregati naturali dello strato di misto granulare non legato (stabilizzato), conglomerato bituminoso fresato, emulsione di bitume modificato e cemento
CONGLOMERATO RICICLATO LEGATO CON BITUME SCHIUMATO	LEGATA	Conglomerato bituminoso fresato, bitume schiumato e cemento
CONGLOMERATO RICICLATO LEGATO CON EMULSIONE BITUMINOSA	LEGATA	Conglomerato bituminoso fresato, emulsione di bitume modificato e cemento
RICICLAGGIO A FREDDO FONDAZIONE E BASE CON LA TECNICA DEL CEMENTO ED EMULSIONE BITUMINOSA MODIFICATA	LEGATA	Conglomerato bituminoso fresato, aggregati naturali dello strato di misto granulare non legato (stabilizzato), emulsione di bitume modificato e cemento

I materiali utilizzati per la formazione della fondazione stradale dovranno soddisfare i requisiti stabiliti dalla Norme armonizzata UNI EN 13242: "Aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici per l'impiego in opere di ingegneria civile e nella costruzione di strade".

I materiali riciclati dalle demolizioni dovranno essere conformi alle seguenti norme:

- Decreto Ministeriale (Ambiente) 8 maggio 2003, n. 203 (Utilizzo di materiale riciclato);
- Decreto Ministeriale 5 febbraio 1998, n. 22 (Procedure di recupero dei rifiuti non pericolosi) come modificato dal Decreto Ministeriale 5 aprile 2006 n. 186 e s.m.i.

L'Impresa è tenuta a presentare lo studio preliminare della miscela che intende utilizzare, con congruo anticipo rispetto all'inizio dei lavori (almeno due settimane prima) e per ogni cantiere di produzione.

La Direzione Lavori si riserva di approvare i risultati ottenuti ed ha facoltà di richiedere all'Impresa ulteriori analisi sulle miscele e sui materiali presso un proprio laboratorio incaricato.

L'Impresa dovrà attenersi scrupolosamente allo studio preliminare approvato dalla Direzione Lavori.

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

2.5.1 MISTO GRANULARE NATURALE

2.5.1.1 DESCRIZIONE

Il misto granulare naturale è costituito da una miscela non legata di aggregati ottenuti mediante trattamento di materiali naturali..

Il prodotto dovrà essere conforme alla norma UNI EN 13285 "Miscele non legate - specifiche" e sarà designato secondo la seguente dicitura:

MISTO GRANULARE NATURALE	0 / 31,5
---------------------------------	-----------------

2.5.1.2 MATERIALI COSTITUENTI

2.5.1.2.1 AGGREGATI

I requisiti di accettazione degli aggregati naturali impiegati, qualora non specificato diversamente, dovranno essere conformi alle seguenti prescrizioni:

- UNI EN 932-3 "Procedura e terminologia per la descrizione petrografica semplificata";
- Regolamento prodotti da costruzione CPR 305/11;
- Allegato ZA della Norma armonizzata UNI EN 13242 "Aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici per l'impiego in opere di ingegneria civile e nella costruzione di strade".

Il prelievo dei campioni da sottoporre ad analisi deve essere effettuato in conformità alla norma UNI EN 932-1 "Metodi di campionamento degli aggregati".

Gli aggregati naturali utilizzati dovranno soddisfare i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DEGLI AGGREGATI (MISCELA PER IL MISTO GRANULARE NATURALE)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13242)
Dimensione massima	UNI EN 933-1	D_{max}	mm	≤40	-
Requisito di granulometria (per ogni classe utilizzata)	UNI EN 933-1	G_C	%	-	G_{C85-15}
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	LA	%	≤30	LA_{30}
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	F	%	≤1	F_1
Percentuale di superfici frantumate	UNI EN 933-5	C	%	≥70	C_{70}
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	FI	%	≤35	FI_{35}
Coefficiente di forma	UNI EN 933-4	SI	%	≤35	SI_{35}
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	SE	%	≥50	-
Limite liquido	UNI CEN ISO/TS 17892-12	W_L	%	≤15	-
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12	I_p	%	N.P.	-
Componenti idrosolubili	UNI EN 1744-3			Assenti	-
Sostanze organiche	UNI EN 1744-1			Assenti	-

2.5.1.3 CARATTERISTICHE DELLA MISCELA

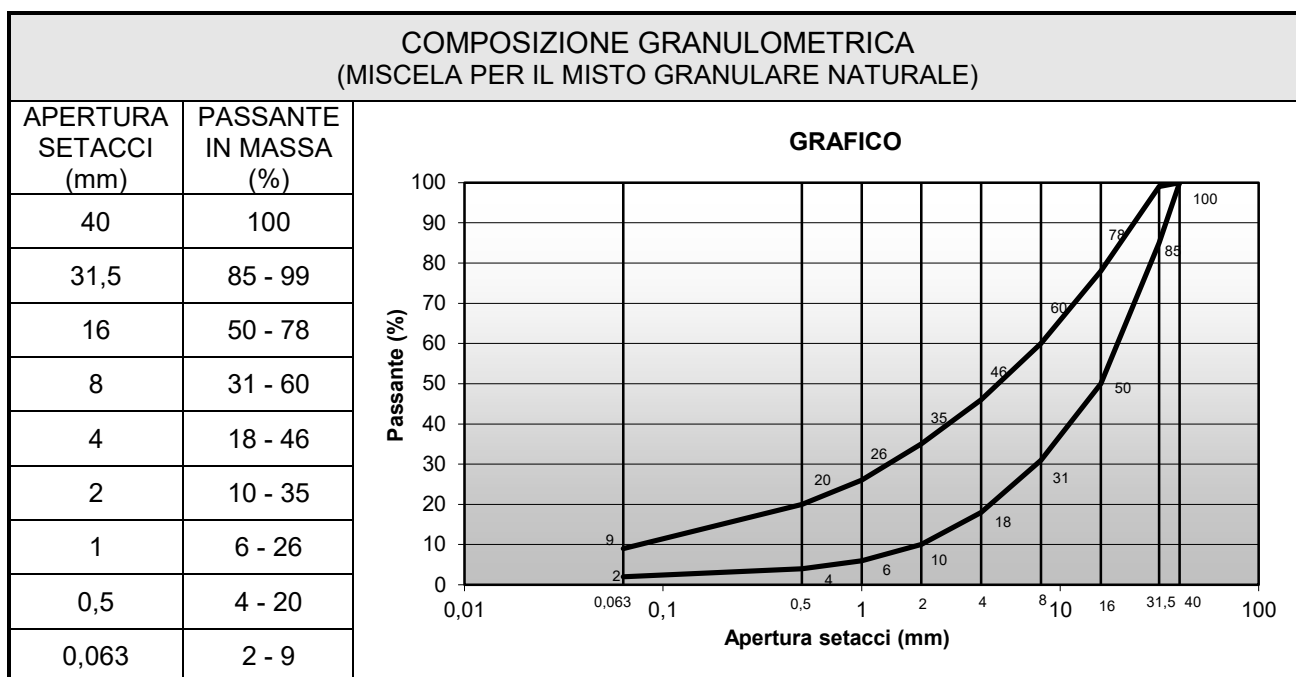
La miscela degli aggregati impiegati per il confezionamento del misto granulare naturale non legato per lo strato di fondazione dovrà avere le caratteristiche granulometriche conformi ai requisiti definiti nella seguente tabella:

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

CARATTERISTICHE DELLA MISCELA (MISCELA PER IL MISTO GRANULARE NATURALE)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13285)
Designazione della miscela	UNI EN 13285	-	-	0/40	-
Contenuto massimo dei fini	UNI EN 13285	UF	%	≤ 9	UF ₉
Contenuto minimo dei fini	UNI EN 13285	LF	%	≥ 2	LF ₂
Sopravaglio	UNI EN 13285	OC	%	da 85 a 99	OC ₈₅
Classificazione granulometrica	UNI EN 13285	G ₀	-	-	G ₀

La composizione granulometrica, determinata in conformità alla norma UNI EN 13285 utilizzando i setacci appartenenti al gruppo base + 2, dovrà essere compresa nei limiti del fuso riportato nella seguente tabella:



L'Impresa dovrà inoltre effettuare uno studio preliminare sulla miscela che intende utilizzare per la formazione della fondazione stradale. Tale studio dovrà comprendere la determinazione della curva di costipamento con energia Proctor Modificata (UNI EN 13286-2) e l'indice di portanza CBR in condizioni di saturazione (UNI EN 13286-47).

Lo studio della miscela, la fonte di approvvigionamento e le modalità di produzione dovranno essere documentate e presentate alla Direzione Lavori entro quindici giorni dall'inizio dei lavori per l'approvazione.

L'Indice di portanza CBR sul materiale passante al setaccio 45, dopo 4 giorni di imbibizione in acqua, dovrà essere superiore a 50. E' inoltre richiesto che tale condizione sia verificata per un intervallo di +2% rispetto all'umidità ottimale di costipamento.

Non saranno ammesse variazioni sulla composizione ottimale della miscela validata ed accettata dalla Direzione Lavori, eccedenti le tolleranze massime riportate nella tabella seguente:

TOLLERANZE AMMESSE RIFERITE ALLA COMPOSIZIONE OTTIMALE VALIDATA (MISCELA PER IL MISTO GRANULARE NATURALE)	
MATERIALE COSTITUENTE	TOLLERANZE AMMESSE
Aggregato grosso (trattenuto al setaccio 2 mm)	$\pm 5\%$
Aggregato fine (passante al setaccio 2 mm e trattenuto al setaccio 0,063 mm)	$\pm 2\%$

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

Il misto granulare naturale costipato in opera dovrà avere le caratteristiche di addensamento e di portanza conformi ai requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELLO STRATO DI FONDAZIONE (MISCELA PER IL MISTO GRANULARE NATURALE)				
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE
Densità in situ (rispetto alla densità massima Proctor)	DIN 18125 – UNI EN 13286-2	-	%	> 98
Modulo di deformazione (portanza su piastra con intervallo fra 0,15 e 0,25 MPa)	CNR 146	M _d	MPa	> 80

2.5.1.4 POSA IN OPERA DEL MATERIALE

Il materiale Misto granulare naturale utilizzato per l'esecuzione della fondazione stradale dovrà essere messo in opera a strati di spessore uniforme e non superiore a 25 cm. Ogni strato dovrà essere costipato alla densità prevista e, qualora necessari, l'Impresa dovrà aggiungere acqua, mediante spruzzatura, fino al raggiungimento della quantità prescritta in funzione del massimo addensamento.

Ogni strato dovrà presentare una superficie superiore conforme alle pendenze finali così da evitare ristagni d'acqua e danneggiamenti. L'Impresa non potrà procedere alla stesa degli strati successivi senza l'approvazione della Direzione Lavori.

Lo spessore dovrà essere quello previsto dal Progettista o dal Direttore Lavori, con una tolleranza di $\pm 5\%$, purché tale tolleranza si presenti solo saltuariamente.

La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm. La verifica sarà effettuata mediante l'utilizzo di un regolo con lunghezza di 3000 mm posizionato secondo due direzioni ortogonali.

Il materiale dovrà essere steso mediante l'utilizzo di grader o vibrofinitrici e costipato con rulli vibranti gommati e/o combinati (cilindri in ferro e gomma).

Le lavorazioni dovranno essere sospese in caso di condizioni ambientali sfavorevoli (precipitazioni meteoriche, gelo) per non compromettere le caratteristiche della fondazione. Eventuali porzioni di materiale alterato da eccessiva quantità di acqua o da deformazioni dovute al gelo, dovranno essere rimosse e ripristinate.

Sullo strato di fondazione, compattato in conformità alle prescrizioni descritte, è opportuno procedere celermente con l'esecuzione della pavimentazione. Ciò al fine di prevenire fenomeni di allentamento, di asportazione e disgregazione del materiale fine, interessanti la parte superficiale degli strati di fondazione che non siano adeguatamente protetti dal traffico di cantiere, ovvero dagli agenti atmosferici. Nel caso in cui non sia possibile procedere immediatamente dopo la stesa dello strato di fondazione alla realizzazione della pavimentazione, sarà opportuno procedere alla stesa di una mano di emulsione bituminosa a lenta rottura saturata con graniglia a protezione della superficie superiore dello strato di fondazione.

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

2.5.2 MISTO GRANULARE RICICLATO

2.5.2.1 DESCRIZIONE

Il misto granulare riciclato è costituito da una miscela non legata di aggregati ottenuti mediante recupero e trattamento di rifiuti provenienti dalle attività di costruzione e demolizione (C&D). Gli aggregati riciclati dovranno provenire da impianti di produzione regolarmente autorizzati all'esercizio in conformità a quanto previsto dal D. Lgs. 3 aprile 2006 n.152 "Norme in materia ambientale" e s.m.i.

Il prodotto dovrà essere conforme alla norma UNI EN 13285 "Miscele non legate - specifiche" e sarà designato secondo la seguente dicitura:

MISTO GRANULARE RICICLATO	0 / 31,5
----------------------------------	-----------------

2.5.2.2 MATERIALI COSTITUENTI

2.5.2.2.1 AGGREGATI

I requisiti di accettazione degli aggregati riciclati impiegati, qualora non specificato diversamente, dovranno essere conformi alle seguenti prescrizioni:

- UNI EN 932-3 "Procedura e terminologia per la descrizione petrografica semplificata";
- Regolamento prodotti da costruzione CPR 305/11;
- Allegato ZA della Norma armonizzata UNI EN 13242 "Aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici per l'impiego in opere di ingegneria civile e nella costruzione di strade";
- D.M. 5 febbraio 1998 come modificato dal Decreto Ministeriale 5 aprile 2006 n. 186 e s.m.i.

Il prelievo dei campioni da sottoporre ad analisi deve essere effettuato in conformità alla norma UNI EN 932-1 "Metodi di campionamento degli aggregati".

Gli aggregati naturali utilizzati dovranno soddisfare i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DEGLI AGGREGATI (MISCELA PER IL MISTO GRANULARE RICICLATO)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13242)
Dimensione massima	UNI EN 933-1	D _{max}	mm	≤40	-
Requisito di granulometria (per ogni classe utilizzata)	UNI EN 933-1	G _C	%	-	G _C 85-15
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	LA	%	≤30	LA ₃₀
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	F	%	≤1	F ₁
Percentuale di superfici frantumate	UNI EN 933-5	C	%	≥70	C ₇₀
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	FI	%	≤35	FI ₃₅
Coefficiente di forma	UNI EN 933-4	SI	%	≤35	SI ₃₅
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	SE	%	≥50	-
Limite liquido	UNI CEN ISO/TS 17892-12	W _L	%	≤15	-
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12	I _p	%	N.P.	-
Componenti idrosolubili	UNI EN 1744-3			ASSENTI	-
Sostanze organiche	UNI EN 1744-1			ASSENTI	-

2.5.2.3 CARATTERISTICHE DELLA MISCELA

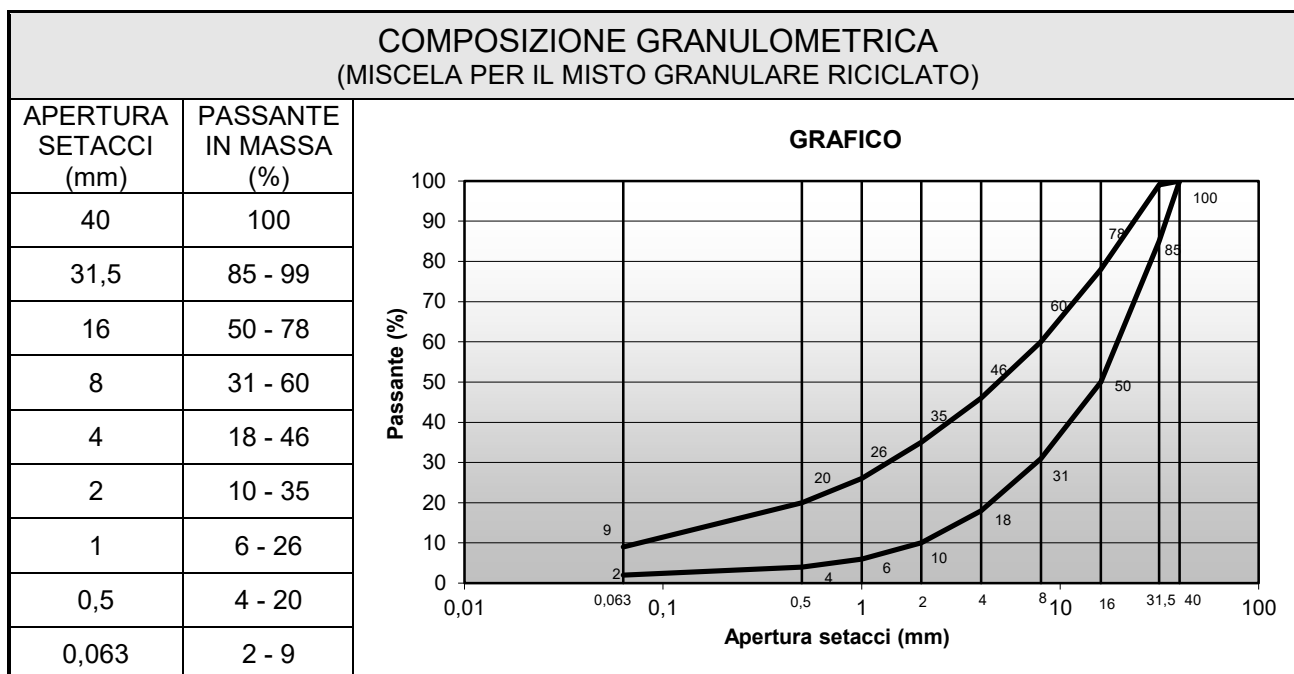
AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

La miscela degli aggregati impiegati per il confezionamento del misto granulare riciclato per lo strato di fondazione dovrà avere le caratteristiche granulometriche conformi ai requisiti definiti nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELLA MISCELA (MISCELA PER IL MISTO GRANULARE RICICLATO)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13285)
Designazione della miscela	UNI EN 13285	-	-	0/40	-
Contenuto massimo dei fini	UNI EN 13285	UF	%	≤ 9	UF ₉
Contenuto minimo dei fini	UNI EN 13285	LF	%	≥ 2	LF ₂
Sopravaglio	UNI EN 13285	OC	%	da 85 a 99	OC ₈₅
Classificazione granulometrica	UNI EN 13285	G ₀	-	-	G ₀

La composizione granulometrica, determinata in conformità alla norma UNI EN 13285 utilizzando i setacci appartenenti al gruppo base + 2, dovrà essere compresa nei limiti del fuso riportato nella seguente tabella:



L'Impresa dovrà inoltre effettuare uno studio preliminare sulla miscela che intende utilizzare per la formazione della fondazione stradale. Tale studio dovrà comprendere la determinazione della curva di costipamento con energia Proctor Modificata (UNI EN 13286-2) e l'indice di portanza CBR in condizioni di saturazione (UNI EN 13286-47).

Lo studio della miscela, la fonte di approvvigionamento e le modalità di produzione dovranno essere documentate e presentate alla Direzione Lavori entro quindici giorni dall'inizio dei lavori per l'approvazione.

L'Indice di portanza CBR sul materiale passante al setaccio 45, dopo 4 giorni di imbibizione in acqua, dovrà essere superiore a 50. E' inoltre richiesto che tale condizione sia verificata per un intervallo di +2% rispetto all'umidità ottimale di costipamento.

Non saranno ammesse variazioni sulla composizione ottimale della miscela validata ed accettata dalla Direzione Lavori, eccedenti le tolleranze massime riportate nella tabella seguente:

TOLLERANZE AMMESSE RIFERITE ALLA COMPOSIZIONE OTTIMALE VALIDATA (MISCELA PER IL MISTO GRANULARE RICICLATO)
--

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

MATERIALE COSTITUENTE	TOLLERANZE AMMESSE
Aggregato grosso (trattenuto al setaccio 2 mm)	± 5%
Aggregato fine (passante al setaccio 2 mm e trattenuto al setaccio 0,063 mm)	± 2%

Il misto granulare riciclato costipato in opera dovrà avere le caratteristiche di addensamento e di portanza conformi ai requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELLO STRATO DI FONDAZIONE (MISCELA PER IL MISTO GRANULARE RICICLATO)				
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE
Densità in situ (rispetto alla densità massima Proctor)	DIN 18125 – UNI EN 13286-2	-	%	> 98
Modulo di deformazione (portanza su piastra con intervallo fra 0,15 e 0,25 MPa)	CNR 146	M _d	MPa	> 80

2.5.2.4 CARATTERISTICHE DI ECOCOMPATIBILITA'

Gli aggregati riciclati devono appartenere alle tipologie previste dal D.M. 5 febbraio 1998 e s.m.i. Le sostanze componenti ed il contenuto percentuale ammesso sono riportate nella seguente tabella:

SOSTANZE COMPONENTI (MISCELA PER IL MISTO GRANULARE RICICLATO)				
COMPONENTE	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE
Materiali litici di qualunque provenienza, pietrisco tolto d'opera, calcestruzzi, laterizi, refrattari, ceramici, malte, intonaci, scorie spente e loppe di fonderia di metalli ferrosi (caratterizzate secondo UNI EN 13242).	UNI EN 933-11	R _{cug}	%	> 90
Vetro e scorie vetrose		R _g	%	≤ 5
Conglomerati bituminosi		R _a	%	≤ 5
Altri rifiuti minerali dei quali sia ammesso il recupero nel corpo stradale ai sensi della legislazione vigente.		-	%	≤ 15 (totale) ≤ 5 (singolo)
Materiali deperibili: carta, legno, fibre, cellulosa, sostanze organiche eccetto bitume; materiali plastici		FL	%	≤ 0,1
Altri materiali (metalli, gesso, gomme, etc.)		X	%	≤ 0,4

Qualora il materiale venga posizionato a contatto con strutture in calcestruzzo il contenuto di solfato solubile in acido (AS), determinato secondo la Norma UNI EN 1744-1, deve essere inferiore a 0,8 per cento (categoria massima AS_{0,8}).

Il Produttore deve effettuare la verifica di rilascio di eventuali sostanze (test di cessione) secondo le Norme UNI 10802 (Appendice A) e UNI EN 12457-2. I valori riscontrati per i parametri di riferimento devono essere conformi all'Allegato 3 del del DM 5 febbraio 1998 così come modificato dal DM 5 aprile 2006 n. 186. Nella tabella seguente sono riportati i parametri di riferimento.

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

PARAMETRI DI ECOCOMPATIBILITA' (test di cessione) (MISCELA PER IL MISTO GRANULARE RICICLATO)			
PARAMETRO	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE
Acidità	pH	unità pH	da 5,5 a 12,0
Domanda Chimica di Ossigeno	COD	mg/l	30
Amianto	-	mg/l	30
Arsenico	As	µg/l	50
Bario	Ba	mg/l	1
Berillio	Be	µg/l	10
Cadmio	Cd	µg/l	5
Cianuri	Cn	µg/l	50
Cloruri	Cl	mg/l	100
Cobalto	Co	µg/l	250
Cromo totale	Cr	µg/l	50
Fluoruri	F	mg/l	1,5
Mercurio	Hg	µg/l	1
Nichel	Ni	µg/l	10
Nitrati	NO ₃	mg/l	50
Piombo	Pb	µg/l	50
Rame	Cu	mg/l	0,05
Selenio	Se	µg/l	10
Solfati	So ₄	mg/l	250
Vanadio	V	µg/l	250
Zinco	Zn	mg/l	3
NORME DI RIFERIMENTO: le analisi sui campioni devono essere effettuate secondo metodiche standardizzate o riconosciute valide a livello nazionale, comunitario o internazionale.			

2.5.2.5 POSA IN OPERA DEL MATERIALE

Il materiale misto granulare naturale utilizzato per l'esecuzione della fondazione stradale dovrà essere messo in opera a strati di spessore uniforme e non superiore a 25 cm. Ogni strato dovrà essere costipato alla densità prevista e, qualora necessari, l'Impresa dovrà aggiungere acqua, mediante spruzzatura, fino al raggiungimento della quantità prescritta in funzione del massimo addensamento.

Ogni strato dovrà presentare una superficie superiore conforme alle pendenze finali così da evitare ristagni d'acqua e danneggiamenti. L'Impresa non potrà procedere alla stesa degli strati successivi senza l'approvazione della Direzione Lavori.

Lo spessore dovrà essere quello previsto dal Progettista o dal Direttore Lavori, con una tolleranza di $\pm 5\%$, purché tale tolleranza si presenti solo saltuariamente.

La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm. La verifica sarà effettuata mediante l'utilizzo di un regolo con lunghezza di 3000 mm posizionato secondo due direzioni ortogonali.

Il materiale dovrà essere steso mediante l'utilizzo di grader o vibrofinitrici e costipato con rulli vibranti gommati e/o combinati (cilindri in ferro e gomma).

Le lavorazioni dovranno essere sospese in caso di condizioni ambientali sfavorevoli (precipitazioni meteoriche, gelo) per non compromettere le caratteristiche della fondazione. Eventuali porzioni di materiale alterato da eccessiva quantità di acqua o da deformazioni dovute al gelo, dovranno essere rimosse e ripristinate.

Sullo strato di fondazione, compattato in conformità alle prescrizioni descritte, è opportuno procedere celermente con l'esecuzione della pavimentazione. Ciò al fine di prevenire fenomeni di allentamento, di asportazione e disgregazione del materiale fine, interessanti la parte superficiale degli strati di fondazione che non siano adeguatamente protetti dal traffico di cantiere, ovvero dagli agenti atmosferici. Nel caso in cui

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

non sia possibile procedere immediatamente dopo la stesa dello strato di fondazione alla realizzazione della pavimentazione, sarà opportuno procedere alla stesa di una mano di emulsione bituminosa a lenta rottura saturata con graniglia a protezione della superficie superiore dello strato di fondazione.

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

2.5.3 MISTO GRANULARE CEMENTATO

2.5.3.1 DESCRIZIONE

Il misto granulare cementato per fondazione è costituito da una miscela di aggregati naturali e/o riciclati impastata con cemento ed acqua.

Il prodotto dovrà essere conforme alla norma UNI EN 14227-1 "Miscele legate con cemento per fondi e sottofondi stradali" e sarà designato secondo la seguente dicitura:

MISTO GRANULARE LEGATO CON CEMENTO	0 / 31,5
---	-----------------

2.5.3.2 MATERIALI COSTITUENTI

2.5.3.2.1 AGGREGATI

I requisiti di accettazione degli aggregati naturali e riciclati impiegati, dovranno essere conformi alle seguenti prescrizioni:

- UNI EN 932-3 "Procedura e terminologia per la descrizione petrografica semplificata"; Regolamento prodotti da costruzione CPR 305/11;
- Allegato ZA della Norma armonizzata UNI EN 13242 "Aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici per l'impiego in opere di ingegneria civile e nella costruzione di strade";
- D.M. 5 febbraio 1998 come modificato dal Decreto Ministeriale 5 aprile 2006 n. 186 e s.m.i. (da applicare in caso di impiego degli aggregati riciclati).

Il prelievo dei campioni da sottoporre ad analisi deve essere effettuato in conformità alla norma UNI EN 932-1 "Metodi di campionamento degli aggregati".

Gli aggregati utilizzati dovranno soddisfare i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DEGLI AGGREGATI (MISCELA PER IL MISTO GRANULARE LEGATO CON CEMENTO)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13242)
Dimensione massima	UNI EN 933-1	D_{max}	mm	≤ 40	-
Requisito di granulometria (per ogni classe utilizzata)	UNI EN 933-1	G_C	%	-	G_{C85-15}
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	LA	%	≤ 30	LA_{30}
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	F	%	≤ 1	F_1
Percentuale di superfici frantumate	UNI EN 933-5	C	%	≥ 70	C_{70}
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	FI	%	≤ 35	FI_{35}
Coefficiente di forma	UNI EN 933-4	SI	%	≤ 35	SI_{35}
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	SE	%	≥ 60	-
Limite liquido	UNI CEN ISO/TS 17892-12	W_L	%	≤ 25	-
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12	I_p	%	N.P.	-
Componenti idrosolubili	UNI EN 1744-3			ASSENTI	-
Sostanze organiche	UNI EN 1744-1			ASSENTI	-

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

2.5.3.2.2 LEGANTE

Il legante utilizzato dovrà essere cemento conforme alle seguenti prescrizioni:

- Regolamento prodotti da costruzione CPR 305/11;
- Allegato ZA della Norma armonizzata UNI EN 197-1.

2.5.3.2.3 ACQUA

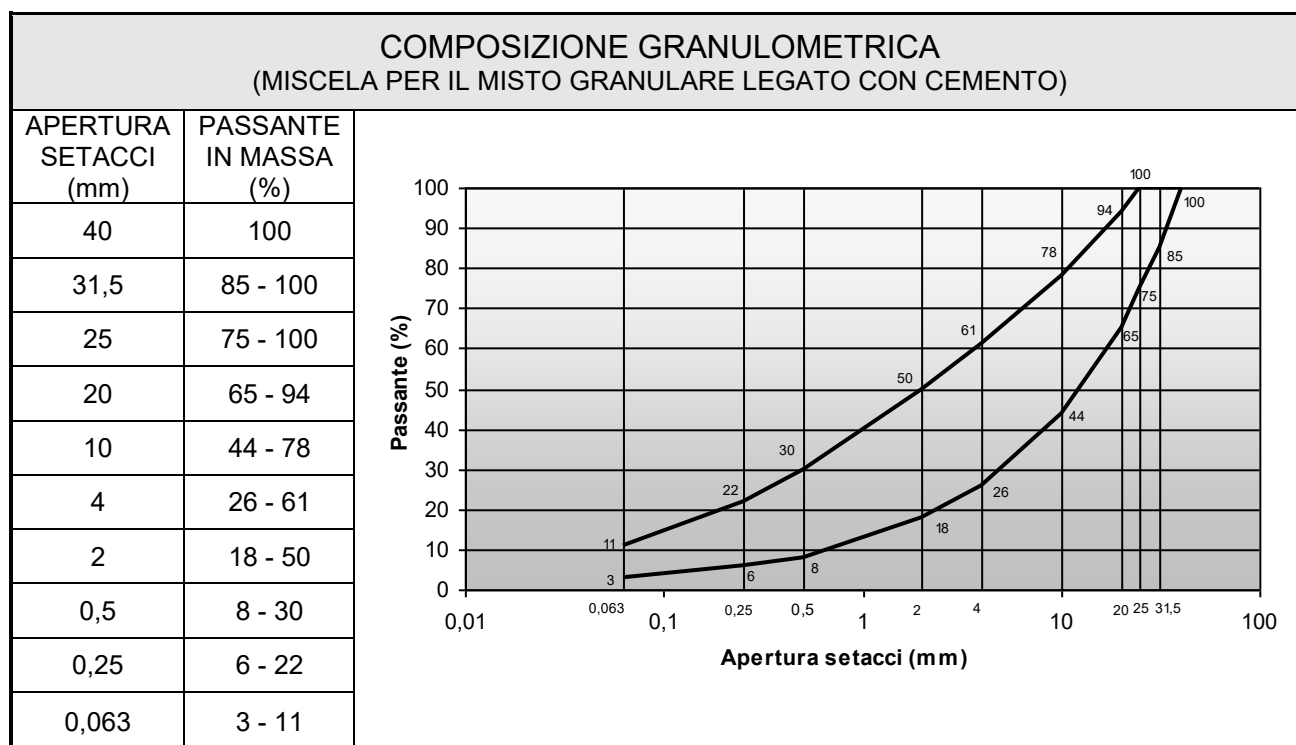
L'acqua utilizzata deve essere esente da impurità dannose quali oli, acidi, alcali, materie organiche od altre sostanze nocive e comunque conforme alla norma UNI EN 1008.

2.5.3.2.4 ADDITIVI ED AGGIUNTE

Al fine di migliorare le caratteristiche del calcestruzzo è ammesso l'impiego di additivi conformi alla norma UNI EN 934-2 ed aggiunte (ceneri volanti) conformi alla norma UNI EN 450.

2.5.3.3 CARATTERISTICHE DELLA MISCELA

La miscela degli aggregati impiegati per il confezionamento del misto granulare legato con cemento per lo strato di fondazione dovrà avere la composizione granulometrica, determinata in conformità alla norma UNI EN 14427-1, compresa nei limiti del fuso riportato nella seguente tabella:



L'Impresa dovrà effettuare uno studio preliminare sulla miscela che intende utilizzare per la formazione della fondazione stradale in misto cementato indicando la composizione granulometrica ottimale e le quantità dei materiali costituenti espresse in percentuale in peso rispetto al totale della miscela di aggregati. Le percentuali dei costituenti (cemento, acqua, additivi ed eventuali aggiunte) dovranno essere determinati secondo le modalità e le prescrizioni previste dalla norma UNI EN 14427-1.

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

Non saranno ammesse variazioni sulla composizione ottimale della miscela validata ed accettata dalla Direzione Lavori, eccedenti le tolleranze massime riportate nella tabella seguente:

TOLLERANZE AMMESSE RIFERITE ALLA COMPOSIZIONE OTTIMALE VALIDATA (MISCELA PER IL MISTO GRANULARE LEGATO CON CEMENTO)	
MATERIALE COSTITUENTE	TOLLERANZE AMMESSE
Aggregato grosso (trattenuto al setaccio 2 mm)	± 5%
Aggregato fine (passante al setaccio 2 mm e trattenuto al setaccio 0,063 mm)	± 2%

La miscela di misto granulare legato con cemento dovrà avere le caratteristiche conformi ai requisiti riportati nella tabella seguente:

CARATTERISTICHE DELLA MISCELA (MISTO GRANULARE LEGATO CON CEMENTO)				
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE
Resistenza a compressione a 7 gg	UNI EN 13286-41	Rc	MPa	da 2,5 a 4,5
Resistenza a trazione indiretta a 7 gg	UNI EN 13286-42	Rit	MPa	≥ 0,25

Il misto granulare legato con cemento e costipato in opera dovrà avere le caratteristiche di portanza conformi ai requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELLO STRATO DI FONDAZIONE (MISTO GRANULARE LEGATO CON CEMENTO)				
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE
Modulo di deformazione (portanza su piastra con intervallo fra 0,15 e 0,25 MPa)	CNR 146	M _d	MPa	≥ 100 entro 24 ore dalla realizzazione
Modulo di deformazione (portanza su piastra con intervallo fra 0,15 e 0,25 MPa)	CNR 146	M _d	MPa	≥ 150 entro 3 giorni dalla realizzazione

Nei casi in cui il valore di portanza entro le 24 ore risulti $M_d \geq 120$ MPa lo strato viene accettato senza l'ulteriore controllo a 3 giorni.

A compattazione ultimata la densità in sito (determinata con DIN 18125 oppure UNI EN 13286-2), nel 95% dei prelievi, non deve essere inferiore al 98% del valore di riferimento (ottimo - densità massima Proctor) misurato in laboratorio sulla miscela di progetto e dichiarato prima dell'inizio dei lavori.

La determinazione del grado di addensamento potrà essere effettuata anche mediante volumometro a sabbia (CNR BU 22 – 72).

Lo studio della miscela, la natura e quantità dei materiali costituenti e le modalità di produzione dovranno essere documentate e presentate alla Direzione Lavori entro quindici giorni dall'inizio dei lavori per l'approvazione.

2.5.3.4 CONFEZIONAMENTO DELLA MISCELA

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

Il misto granulare legato con cemento dovrà essere prodotto in impianti fissi automatizzati, adeguati alle produzioni richieste e mantenuti in perfetto stato di funzionamento.

L'impianto utilizzato deve assicurare l'uniformità di produzione e la continua conformità alle caratteristiche definite nello studio preliminare della miscela. L'area destinata allo stoccaggio degli aggregati lapidei deve essere confinata e priva di sostanze argillose e di ristagni d'acqua che possono comprometterne la pulizia e le caratteristiche definite. I cumuli degli aggregati dovranno essere separati fra loro al fine di impedire una miscelazione delle classi. L'impianto dovrà essere dotato di un numero di predosatori pari al numero delle classi di aggregati utilizzati.

I cementi e gli additivi dovranno essere depositati in silos dedicati assicurando che non siano miscelati tipi di materiale costituente diversi per classe di resistenza o provenienza.

In alternativa al confezionamento con impianti fissi è possibile produrre il misto cementato con impianti mobili installati in cantiere oppure direttamente in sito con pulvimixer,

2.5.3.5 POSA IN OPERA DEL MATERIALE

L'Impresa potrà procedere alla stesa della miscela successivamente alla verifica di accettazione del piano di posa da parte della Direzione Lavori. Eventuali anomalie della planarità superficiale o correzioni di pendenza dovranno essere ripristinate prima della posa della miscela.

Il piano di posa dovrà essere umido; qualora l'Impresa dovesse procedere con la bagnatura della superficie si dovrà evitare di creare uno strato fangoso.

La stesa verrà eseguita mediante macchine vibrofinitrici; l'addensamento dello strato dovrà essere effettuato con rulli a due ruote vibranti da 10t per ruota o rullo con una sola ruota vibrante di peso non inferiore a 18t. potranno essere impiegati, in alternativa, rulli misti, vibranti-gommati comunque approvati dalla Direzione Lavori.

La stesa non deve essere eseguita con temperature ambiente inferiori a 0°C, superiori a 25°C ed in caso di pioggia. A discrezione della Direzione Lavori, l'Impresa potrà eseguire le lavorazioni a differenti temperature attivando tutte le misure necessarie per proteggere la miscela da eccessiva evaporazione durante il trasporto.

Il tempo massimo ammesso, tra l'introduzione dell'acqua nella miscela e la posa in opera, non dovrà superare i 60 minuti. Qualora si dovesse procedere con la stesa di due strisciate affiancate, al fine di garantire la continuità alla struttura, il tempo intercorrente non dovrà superare le due ore.

Particolari accorgimenti dovranno essere adottati nella formazione dei giunti longitudinali che andranno protetti con fogli di polietilene o materiale simile. Il giunto di ripresa deve essere ottenuto terminando la stesa dello strato a ridosso di una tavola da rimuovere al momento della ripresa successiva. Non devono essere eseguiti altri giunti oltre a quelli di ripresa. Il transito di cantiere sullo strato posato potrà essere ammesso, limitatamente ai mezzi gommati, a partire dal terzo giorno. In ogni caso il tempo di maturazione non potrà essere mai inferiore a 48 ore.

Nei casi in cui la miscelazione avviene direttamente in sito con pulvimixer, una volta accertata la rispondenza del sottostante strato di fondazione ai requisiti geometrici, di compattazione e di portanza, la miscela di aggregati adottata potrà essere riportata e spianata con la livellatrice.

Prima di procedere allo spandimento del cemento, si dovrà stabilire l'umidità del materiale in sito, procedendo con metodi speditivi, ed eseguendo le verifiche in più punti ed a più profondità.

In presenza di valori che si discostano dal valore di umidità ottima, determinato a seguito delle prove di laboratorio e concordato con la Direzione Lavori, in valore assoluto maggiori del $\pm 2\%$, si dovrà areare il materiale in caso di eccesso di umidità, oppure ad annaffiare se troppo asciutto, per raggiungere il grado di umidità desiderato.

Acquisita l'umidità ottima o comunque compresa nel range sopra definito, si procederà alla stesa del cemento, mediante impiego di spanditore a dosaggio volumetrico regolato in funzione della velocità di avanzamento, tale da raggiungere la percentuale prevista in sede di progetto della miscela.

Ultimata la stesa del cemento si procederà alla miscelazione che dovrà essere realizzata con una o due passate di pulvimixer e alla compattazione con rullo vibrante, di peso superiore a 12 ton, e rullo gommato di

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

peso superiore a 24 ton, fino a raggiungere densità del secco pari (o superiori) al 98% di quelle ottenute in laboratorio con la prova AASHO modificata.

Lo spandimento del cemento dovrà interessare una superficie non superiore a quella che potrà essere trattata nella stessa giornata lavorativa e non dovrà mai essere effettuato in presenza di forte vento per garantire la sicurezza del personale operante, che dovrà comunque essere dotato di maschere protettive, e l'esattezza del dosaggio della miscela.

Le modalità operative indicate e le macchine impiegate comporteranno la creazione di giunti trasversali e longitudinali. I giunti longitudinali ottenuti dalla lavorazione di strisce contigue devono risultare sovrapposti per almeno 15 cm. Nei giunti trasversali la miscela già costipata va ripresa in tutte quelle zone nelle quali il contenuto di cemento e/o calce, lo spessore, o il grado di compattazione risultino inadeguati e/o disomogenei. Le riprese dovranno essere eseguite all'inizio della successiva giornata lavorativa, nello strato indurito, in modo da presentare superficie verticale, per evitare che si manifestino successive fessurazioni.

La lavorazione non deve, di norma, essere eseguita con temperature ambiente inferiori a 5 °C e superiori a 30 °C, né sotto la pioggia.

Le condizioni ideali di lavoro si hanno con temperature comprese tra 10 °C e 25 °C ed umidità relative del 50% circa; temperature superiori sono ancora accettabili con umidità relative anch'esse crescenti.

Strati eventualmente compromessi dalle condizioni meteorologiche o da altre cause dovranno essere rimossi e sostituiti a cura e spese dell'Impresa.

Ultimate le fasi di costipamento e di rifinitura deve essere eseguita la spruzzatura di una mano di emulsione bituminosa cationica al 55% di bitume in ragione di 1,0 kg/m², comunque commisurata all'intensità del traffico di cantiere cui sarà sottoposto, previo spargimento di sabbia.

Il tempo di maturazione dello strato non dovrà essere inferiore a 72 ore.

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

2.5.4 MISTO GRANULARE LEGATO CON CEMENTO ED EMULSIONE BITUMINOSA MEDIANTE LA TECNICA DELLA MISCELAZIONE IN SITO

2.5.4.1 DESCRIZIONE

Il misto granulare legato con cemento ed emulsione bituminosa, impiegato per la fondazione stradale (sottobase) mediante miscelazione in situ, è costituito dalla miscela degli aggregati costituenti l'attuale fondazione in misto granulare non legato (stabilizzato), e aggiunta di cemento, acqua ed emulsione bituminosa; lo spessore dello strato è di circa 20 cm.

Il riciclaggio a freddo in situ è realizzato mediante l'utilizzo di attrezzature mobili che consentono di miscelare direttamente sulla sede stradale la fondazione esistente (misto granulare non legato), parte del conglomerato bituminoso dello strato di base, eventuali aggregati lapidei di integrazione, e aggiunta di emulsione di bitume modificato, acqua, cemento.

Dopo l'asportazione del vecchio conglomerato bituminoso mediante fresatura a freddo si procederà all'esecuzione del riciclaggio in situ del misto granulare di sottofondo. Il Direttore Lavori potrà ordinare di mantenere parte del conglomerato bituminoso esistente, in tal caso un piccolo spessore dello strato di base sarà coinvolto nel processo di riciclaggio.

L'operazione di miscelazione potrà avvenire in due fasi: in una prima fase si frenerà lo strato di fondazione di materiale misto granulare (e un eventuale strato di conglomerato bituminoso su indicazioni della D.L.) per uno spessore complessivo di circa 20 cm, si eseguirà il livellamento delle eventuali irregolarità e, qualora richiesto, un'aggiunta, del materiale di correzione. Successivamente durante la seconda fase di intervento avviene la miscelazione del legante a base di emulsione bituminosa e cemento con eventuale aggiunta di acqua per raggiungere l'umidità ottimale della miscela.

Completata l'operazione di miscelazione si provvederà al regolare ripristino dei piani livellando il materiale con idonea attrezzatura secondo le quote e le disposizioni della Direzione Lavori. Il materiale dovrà presentare in ogni suo punto uniformità granulometrica e giusto dosaggio di cemento ed emulsione bituminosa.

Le operazioni di costipamento dello strato così realizzato dovranno essere eseguite immediatamente dopo le operazioni di miscelazione e risagomatura.

Successivamente alla formazione dello strato dovrà essere spruzzata sulla superficie una mano di emulsione bituminosa cationica sovrastabilizzata con contenuto di bitume $\geq 60\%$ dello stesso tipo di quella utilizzata per la rigenerazione (v. paragrafo 2.5.4.2.2) delle presenti Prescrizioni tecniche. Nel caso si procedesse subito alla posa dello strato di base di conglomerato bituminoso su indicazioni della D.L. quest'ultima operazione potrà essere omessa.

2.5.4.2 MATERIALI COSTITUENTI

2.5.4.2.1 AGGREGATI DI INTEGRAZIONE

Gli aggregati sono costituiti dallo strato di fondazione (misto granulare) esistente e da uno spessore limitato di conglomerato bituminoso fresato dello strato di base. Qualora la composizione granulometrica non rientrasse nei limiti di accettazione indicati nel fuso prescritto (caratteristiche della miscela) la DL potrà disporre per l'aggiunta di ulteriori aggregati naturali o riciclati.

Gli eventuali aggregati di integrazione saranno costituiti da elementi ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali (rocce e/o aggregati naturali) o riciclati derivanti dalle operazioni di recupero e trattamento dei rifiuti provenienti dalle attività di costruzione e demolizione. Gli aggregati di integrazione, sia naturali che riciclati, dovranno essere qualificati in conformità al Regolamento prodotti da costruzione CPR 305/11. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043 secondo il sistema di attestazione previsto.

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

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

L'aggregato grosso e l'aggregato fine possono essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nelle tabelle sottostanti:

CARATTERISTICHE DELL'AGGREGATO GROSSO DI INTEGRAZIONE					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13043)
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	LA	%	≤25	LA ₂₅
Percentuale di superfici frantumate	UNI EN 933-5	C	%	100	C _{NR/70}
Dimensione massima	UNI EN 933-1	D _{max}	mm	40	-
Passante al setaccio 0,063	UNI EN 933-1	f	%	≤ 1	f ₁
Resistenza al gelo e disgelo	UNI EN 1367-1	F	%	≤ 1	F ₁
Indice di appiattimento	UNI EN 933-3	FI	%	≤ 30	FI ₃₀
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	WA ₂₄	%	≤ 1,5	WA ₂₄ 2

CARATTERISTICHE DELL'AGGREGATO FINE DI INTEGRAZIONE					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13043)
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	ES	%	≥ 60	-
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12		%	NP	-
Limite Liquido	UNI CEN ISO/TS 17892-12		%	≤ 25	-

Il possesso dei requisiti elencati sarà verificato dalla Direzione Lavori in base ai valori riportati sugli attestati di conformità CE degli aggregati. Gli attestati dovranno essere consegnati alla Direzione Lavori almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori.

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

2.5.4.2.2 LEGANTE

Il legante sarà costituito da emulsione bituminosa sovrastabilizzata di bitume modificato e dal bitume presente nel materiale fresato integrato.

I requisiti di accettazione dell'emulsione bituminosa, qualora non specificato diversamente, dovranno essere conformi alle seguenti prescrizioni:

- Regolamento prodotti da costruzione CPR 305/11;
- Allegato ZA della Norma armonizzata UNI EN 13808 " Bitumi e leganti bituminosi. Quadro delle specifiche per le emulsioni bituminose cationiche".

Il prelievo dei campioni da sottoporre ad analisi deve essere effettuato in conformità alla norma UNI EN 58 "Bitumi e leganti bituminosi. Metodi di campionamento".

L'emulsione bituminosa modificata da utilizzare dovrà essere a lenta rottura, di tipo cationico (designazione secondo UNI EN: 13808 C 60 BP 10) ed avere le caratteristiche conformi ai requisiti descritti nella seguente tabella:

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

CARATTERISTICHE DELL'EMULSIONE BITUMINOSA MODIFICATA (MISCELA PER IL MISTO GRANULARE LEGATO IN SITU CON CEMENTO ED EMULSIONE)			
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE
Polarità	UNI EN 1430		Positiva
Contenuto d'acqua	UNI EN 1428	%	40 ± 1
Contenuto di legante (bitume e flussante)	UNI EN 1431	%	> 59
Omogeneità	UNI EN 1429	%	≤ 0,2
Sedimentazione a 7 gg	UNI EN 12847	%	≤ 10
pH (grado di acidità)	UNI EN 12850	%	2 - 4
Stabilità alla miscelazione con cemento	UNI EN 12848		< 2
CARATTERISTICHE DEL RESIDUO BITUMINOSO (recuperato per evaporazione UNI EN 13074)			
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	dmm	da 50 a 70
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	35 - 56
Punto di rottura Fraass	UNI EN 12593	°C	< - 8

Ai fini dell'accettazione, almeno 15 giorni prima dell'inizio delle lavorazioni, l'impresa è tenuta a predisporre la qualificazione dell'emulsione tramite certificazione attestante i requisiti prescritti.

2.5.4.2.3 CEMENTO

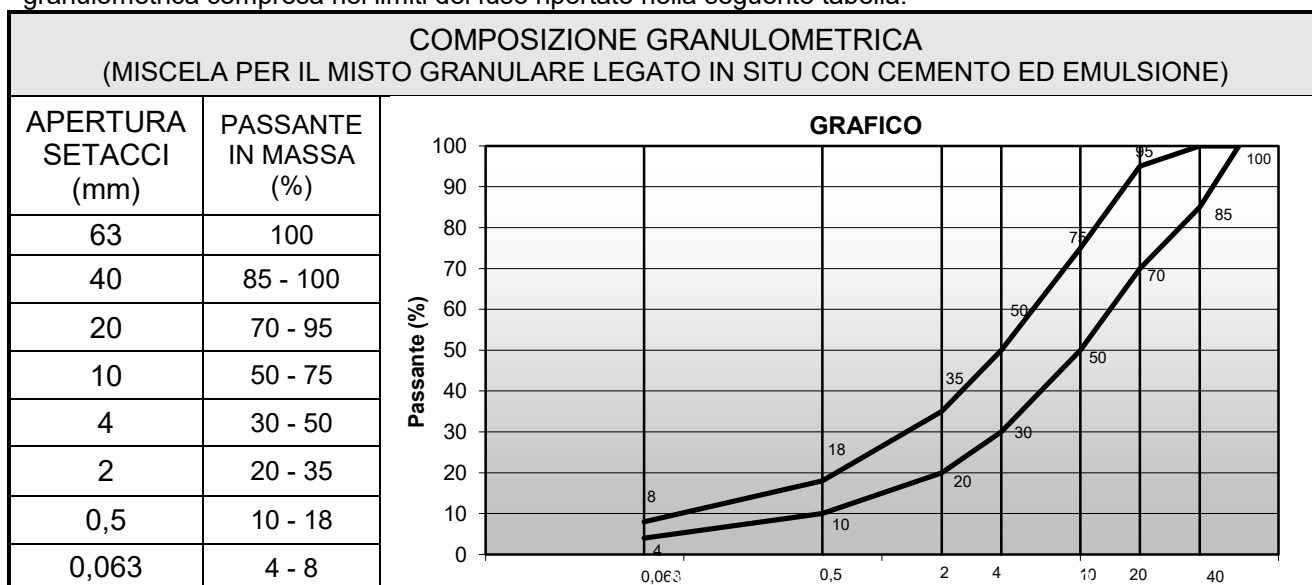
Nel processo di produzione del conglomerato riciclato con emulsione bituminosa modificata deve essere impiegato il cemento come additivo catalizzatore. Il cemento utilizzato deve essere conforme al Regolamento prodotti da costruzione CPR 305/11 secondo il sistema di attestazione in vigore. Il Produttore potrà utilizzare cemento con classe di resistenza N32,5 di tipo Portland o d'alto forno o pozzolanico.

2.5.4.2.4 ACQUA

L'acqua utilizzata deve essere esente da impurità dannose quali oli, acidi, alcali, materie organiche od altre sostanze nocive e comunque conforme alla norma UNI EN 1008.

2.5.4.3 CARATTERISTICHE DELLA MISCELA

La miscela del sottofondo riciclato e degli aggregati lapidei di integrazione per il confezionamento del misto cementato-bitumato legato con emulsione bituminosa modificata dovrà avere la composizione granulometrica compresa nei limiti del fuso riportato nella seguente tabella:



La curva granulometrica dovrà essere quanto più possibile continua.

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

Per una corretta valutazione delle caratteristiche del materiale esistente nel tronco stradale interessato dal trattamento devono esser eseguiti prelievi di materiali.

Sui campioni prelevati dovranno essere eseguite le analisi granulometriche (UNI EN 933-1) per stabilire la necessità di integrazione degli aggregati lapidei.

Le percentuali ottimali di cemento, acqua e emulsione bituminosa e dell'eventuale integrazione di aggregati sono determinate mediante uno specifico studio preliminare in laboratorio.

Per l'ottimizzazione della miscela (mix design) devono essere confezionati provini con differenti quantità (percentuali riferite al peso degli aggregati) di emulsione bituminosa, cemento ed acqua, costipati con pressa giratoria (UNI EN 12697-31) nelle seguenti condizioni di prova:

- angolo di rotazione: $1,25^{\circ} + 0,02^{\circ}$;
- velocità di rotazione: 30 rotazioni/minuto;
- pressione verticale: kPa 600;
- diametro del provino: mm 150;
- giri: n° 180;
- peso del campione (comprensivo di emulsione, cemento ed acqua): g 4500.

I provini dovranno essere confezionati con differenti quantità (percentuali riferite al peso degli aggregati) di emulsione bituminosa, cemento ed acqua, come indicato nella tabella sottostante:

CARATTERISTICA	DOSAGGIO DI LEGANTE								
Contenuto di cemento (%)	1,5			2,0			2,5		
Contenuto di emulsione bituminosa (%)	2,5	2,5	2,5	3,0	3,0	3,0	3,5	3,5	3,5
Contenuto di umidità (%oltre acqua dell'emulsione)	4	5	6	4,5	5,5	6,5	5	6	7
Provini (N°)	6	6	6	6	6	6	6	6	6

Ferme restando le percentuali di cemento, le percentuali delle altre componenti possono variare in funzione della natura e della granulometria del materiale da trattare.

È ammesso l'impiego di materiali costituenti in quantità differenti rispetto a quelle indicate purché validato dai risultati dello studio preliminare accettato dalla Direzione Lavori.

La miscela ottimale di misto granulare legato in situ con cemento ed emulsione bituminosa modificata dovrà avere le caratteristiche conformi ai requisiti riportati nella tabella seguente:

CARATTERISTICHE DELLA MISCELA DI MISTO GRANULARE LEGATO IN SITU CON CEMENTO ED EMULSIONE BITUMINOSA MODIFICATA					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE (a 24 ore)	VALORE LIMITE (a 72 ore)
Resistenza a trazione indiretta	UNI EN 12697-23	ITS	MPa	>0,20	>0,30
Modulo di rigidezza	UNI EN 12697-26 (C)	Sm	MPa	> 1800	> 3000
Resistenza a compressione	UNI EN 13286-41	Rc	MPa	>1,5	da 2,0 a 4,5
I provini dovranno essere sottoposti a maturazione alla temperatura 40°C e provati a 20°C (dopo termostatazione di 4 ore a 20°C).					

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

Oltre alle caratteristiche meccaniche citate, lo studio della miscela dovrà prevedere anche i seguenti elementi:

- natura e quantità dei materiali costituenti;
- composizione granulometrica della miscela;
- contenuto totale di legante bituminoso;
- densità della miscela ottimale compattata.

Il Produttore dovrà presentare alla Direzione Lavori lo studio preliminare elaborato a proprie spese entro quindici giorni dall'inizio dei lavori per l'approvazione.

In alternativa allo studio preliminare di ottimizzazione la D.L. potrà prevedere la validazione, della miscela ottimale, attraverso la realizzazione di diversi campi prova in cui verranno variate le differenti quantità di legante.

La miscela ottimale dovrà comunque soddisfare almeno i requisiti richiesti per i provini sottoposti a maturazione di 24 ore riportati nella tabella caratteristiche della miscela.

2.5.4.4 CARATTERISTICHE DELLO STRATO

Per le caratteristiche della miscela i valori misurati in opera non dovranno essere inferiori al 90% rispetto a quelli ottimali determinati mediante studio preliminare approvato dalla Direzione Lavori.

Lo strato di fondazione costituito dalla miscela di conglomerato riciclato legato con emulsione bituminosa modificata dovrà avere le caratteristiche di portanza conformi ai requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DI PORTANZA DELLO STRATO DI FONDAZIONE (MISCELA PER IL RICICLAGGIO IN SITO CON EMULSIONE BITUMINOSA MODIFICATA E CEMENTO)				
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE
Modulo di deformazione dinamica (con rapporto $Ev2 / Ev1 < 2,15$)	DIN 18134	Ev2	MPa	>130

Le caratteristiche di addensamento della miscela in opera saranno determinate secondo il metodo del grado di compattazione in conformità con i requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI FONDAZIONE IN CONGLOMERATO RICICLATO LEGATO CON EMULSIONE BITUMINOSA MODIFICATA (Grado di compattazione per confronto delle densità)			
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE
Grado di addensamento (per ogni campione)	UNI EN 12697-6	%	> 95
Grado di addensamento (media dei campioni)	UNI EN 12697-6	%	≥ 98
Il grado di compattazione è il rapporto tra la densità della miscela compattata in opera e la densità della miscela compattata in laboratorio riferita allo stesso lotto/giorno di produzione (massimo addensamento teorico).			

La determinazione del grado di addensamento potrà essere effettuata anche mediante volumometro a sabbia (CNR BU 22 – 72).

Le carote prelevate dallo strato per la determinazione delle caratteristiche in opera dovranno avere diametro di mm 150.

Lo strato della fondazione dovrà essere realizzato nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto e la superficie finale dovrà presentarsi in qualunque direzione priva di irregolarità ed ondulazioni. Le

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

caratteristiche che lo strato dovrà avere sono relative al requisito di addensamento della miscela ed alle dimensioni (spessore) dello strato.

2.5.4.5 POSA IN OPERA

Il riciclaggio in sito a freddo sarà eseguito mediante idonei macchinari, approvati dalla D.L. (treno di riciclaggio) costituiti da fresa, macchina stabilizzatrice (pulvimixer tale da frantumare i grumi di conglomerato bituminoso fresato e miscelare omogeneamente cemento, emulsione bituminosa) autobotte per il legante bituminoso, autobotte per l'acqua, livellatrice ed almeno due rulli.

L'appaltatore, per l'esecuzione dei lavori e per l'intera durata degli stessi, dovrà mettere a disposizione almeno n°2 (due) riciclatrici che dovranno avere le seguenti caratteristiche minime:

- **Potenza del motore ≥ 300 KW**
- **Larghezza di fresatura ≥ 2.000 mm**
- **Normativa antinquinamento \geq EU Stage 2**

I macchinari per la distribuzione ed il dosaggio del cemento, dell'emulsione bituminosa e dell'acqua nonché la miscelazione dovranno avere una larghezza operativa minima di 2 m ed essere dotate di sistemi di dosaggio controllato dei materiali che saranno aggiunti.

Il materiale, dopo il passaggio della riciclatrice, dovrà presentarsi omogeneo (senza grumi o vespai) con bitume ben disperso. Le strisciate devono essere sovrapposte per almeno 15 cm.

L'Impresa deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele conformi alle caratteristiche determinate nello studio preliminare predisposto.

La compattatazione dovrà avvenire mediante l'impiego di un rullo gommato con carico statico superiore a t 24 e da un rullo con cilindri metallici con peso superiore a t 18; la fase di compattazione dovrà essere condotta fino a completa rottura dell'emulsione.

Il riciclaggio a freddo deve essere sospeso qualora la temperatura dell'aria sia inferiore a 8°C, in condizioni di pioggia e comunque quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.

2.5.5 CONGLOMERATO RICICLATO LEGATO CON BITUME SCHIUMATO**2.5.5.1 DESCRIZIONE**

La fondazione stradale in conglomerato bituminoso riciclato è costituita da una miscela di conglomerato bituminoso proveniente dalla demolizione di pavimentazioni, bitume schiumato e cemento.

Il conglomerato bituminoso riciclato legato con bitume schiumato può essere impiegato nella sovrastruttura stradale anche per la realizzazione dello strato di base, in alternativa al conglomerato bituminoso prodotto a caldo. La scelta di utilizzo ed il dimensionamento dello strato sono definiti dal Progettista e dalla Direzione Lavori.

Il riciclaggio del conglomerato a freddo con bitume schiumato consiste nel riutilizzo del conglomerato bituminoso preesistente negli strati della pavimentazione con aggiunta di eventuali aggregati di integrazione e bitume sotto forma di schiuma. Il riciclaggio può avvenire con impianti fissi o trasportabili al luogo d'impiego o, in opera, mediante l'utilizzo di appositi macchinari.

Il prodotto è designato secondo la seguente dicitura:

CONGLOMERATO RICICLATO LEGATO CON BITUME SCHIUMATO	0 / 31,5
---	-----------------

2.5.5.2 MATERIALI COSTITUENTI**2.5.5.2.1 CONGLOMERATO RICICLATO**

Il conglomerato riciclato proviene dalla demolizione degli strati di pavimentazione stradale eseguita mediante fresatura.

Il fresato può essere omogeneizzato granulometricamente mediante granulazione e/o vagliatura.

2.5.5.2.2 AGGREGATI

Qualora la composizione granulometrica non rientrasse nei limiti di accettazione previsti il Produttore dovrà intervenire mediante l'aggiunta di aggregati naturali e/o riciclati per integrazione qualificati in conformità al Regolamento prodotti da costruzione CPR 305/11.

2.5.5.2.3 LEGANTE

Il legante sarà costituito dal bitume presente nel materiale fresato integrato da bitume nuovo sottoposto al procedimento di schiumatura.

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

I requisiti di accettazione del bitume, qualora non specificato diversamente, dovranno essere conformi alle seguenti prescrizioni:

- Regolamento prodotti da costruzione CPR 305/11;
- Allegato ZA della Norma armonizzata UNI EN 12591 “ Bitumi e leganti bituminosi. Specifiche per i bitumi per pavimentazioni stradali”.

Il bitume da utilizzare dovrà essere del tipo tal quale con penetrazione 70-100, conforme alla norma UNI EN 12591, oppure del tipo additivato con agenti schiumanti.

Le caratteristiche necessarie per la corretta schiumatura del legante dovranno essere conformi ai requisiti descritti nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DEL BITUME SCHIUMATO (MISCELA PER IL CONGLOMERATO RICICLATO CON BITUME SCHIUMATO)				
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE
Rapporto di espansione	-	Er	-	≥ 20
Tempo di semitrasformazione	-	Ts	s	≥ 25
Le caratteristiche di espansione ottimali dovranno essere determinate in base ad un opportuno studio di laboratorio in un campo di temperature compreso tra 160 °C e 190 °C e contenuto di acqua compreso tra 1% e 4%.				

Il prelievo dei campioni da sottoporre ad analisi deve essere effettuato in conformità alla norma UNI EN 58 “Bitumi e leganti bituminosi. Metodi di campionamento”.

2.5.5.2.4 CEMENTO

Nel processo di produzione del conglomerato riciclato con bitume schiumato deve essere impiegato il cemento come additivo catalizzatore. Il cemento utilizzato deve essere conforme al Regolamento prodotti da costruzione CPR 305/11 secondo il sistema di attestazione in vigore.

Il Produttore potrà utilizzare cemento con classe di resistenza N32,5 di tipo Portland o d'alto forno o pozzolanico.

2.5.5.2.5 ACQUA

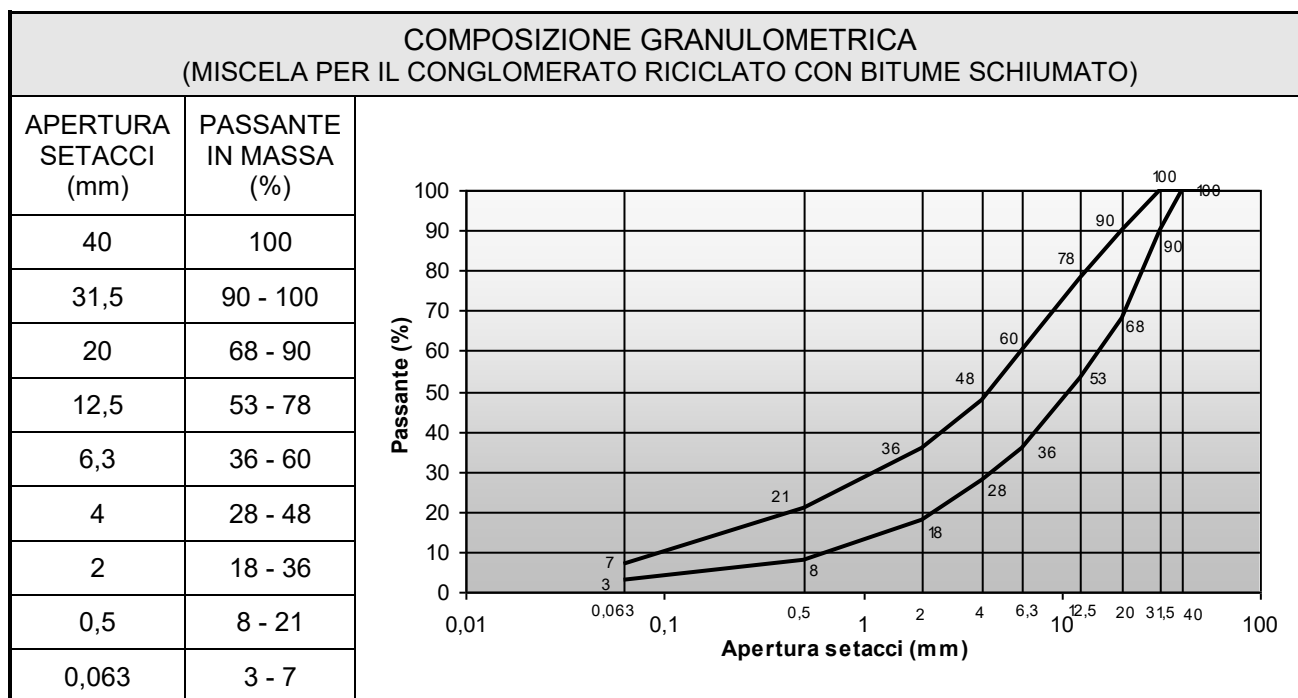
L'acqua utilizzata deve essere esente da impurità dannose quali oli, acidi, alcali, materie organiche od altre sostanze nocive e comunque conforme alla norma UNI EN 1008.

2.5.5.3 CARATTERISTICHE DELLA MISCELA

La miscela del conglomerato riciclato e degli aggregati lapidei di integrazione per il confezionamento del misto granulare legato con bitume schiumato dovrà avere la composizione granulometrica compresa nei limiti del fuso riportato nella seguente tabella:

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO



L'Impresa dovrà effettuare uno studio preliminare sulla miscela che intende utilizzare indicando la composizione granulometrica ottimale e le quantità dei materiali costituenti espresse in percentuale in peso rispetto al totale della miscela di aggregati.

Le percentuali dei costituenti (cemento, acqua, additivi ed eventuali aggiunte) dovranno essere determinate sulla base dei risultati ottenuti dalle analisi di provini confezionati secondo il metodo di compattazione con pressa giratoria secondo la norma UNI EN 12697-31 con contenuto variabile di cemento (1,5% - 2,0% - 2,5%), di bitume schiumato (2% - 3%- 4%) e di umidità (4% - 5% - 6%).

È ammesso l'impiego di materiali costituenti in quantità differenti rispetto a quelle indicate purché validate dai risultati dello studio preliminare accettato dalla Direzione Lavori.

La miscela ottimale di conglomerato riciclato legato con bitume schiumato dovrà avere le caratteristiche conformi ai requisiti riportati nella tabella seguente:

CARATTERISTICHE DELLA MISCELA DI RICICLATO LEGATO CON BITUME SCHIUMATO				
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE
Resistenza a trazione indiretta	UNI EN 12697-23	ITS	MPa	> 0,35
Modulo di rigidezza	UNI EN 12697-26 (C)	Sm	MPa	> 3000
Resistenza a compressione	UNI EN 13286-41	Rc	MPa	da 2,5 a 4,5
I provini dovranno essere sottoposti a maturazione per 72 ore a 40°C e provati a 20°C (dopo termostatazione di 4 ore a 20°C).				

Oltre alle caratteristiche meccaniche citate, lo studio della miscela dovrà prevedere anche i seguenti elementi:

- natura e quantità dei materiali costituenti;
- composizione granulometrica della miscela;
- contenuto totale di legante bituminoso;
- densità della miscela ottimale compattata.

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

Il Produttore dovrà presentare alla Direzione Lavori lo studio preliminare elaborato entro quindici giorni dall'inizio dei lavori per l'approvazione.

2.5.5.4 CARATTERISTICHE DELLO STRATO

Per le caratteristiche della miscela i valori misurati in opera non dovranno essere inferiori al 90% rispetto a quelli ottimali determinati mediante studio preliminare approvato dalla Direzione Lavori.

Le caratteristiche di addensamento della miscela in opera saranno determinate preferibilmente secondo il metodo del grado di compattazione o, in alternativa a scelta della Direzione lavori, secondo il metodo dei vuoti residui, in conformità con i requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI FONDAZIONE IN CONGLOMERATO RICICLATO LEGATO CON BITUME SCHIUMATO (Grado di compattazione per confronto delle densità)			
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE
Grado di addensamento (per ogni campione)	UNI EN 12697-6	%	> 95
Grado di addensamento (media dei campioni)	UNI EN 12697-6	%	≥ 98
Il grado di compattazione è il rapporto tra la densità della miscela compattata in opera e la densità della miscela compattata in laboratorio riferita allo stesso lotto/giorno di produzione (massimo addensamento teorico).			

Le carote prelevate dallo strato per la determinazione delle caratteristiche in opera dovranno avere diametro di 150 mm.

Lo strato della fondazione dovrà essere realizzato nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto e la superficie finale dovrà presentarsi in qualunque direzione priva di irregolarità ed ondulazioni. Le caratteristiche che lo strato dovrà avere sono relative al requisito di addensamento della miscela ed alle dimensioni (spessore) dello strato.

2.5.5.5 CONFEZIONAMENTO E POSA DELLA MISCELA

Per la produzione delle miscele potrà essere utilizzato un impianto (fisso o mobile da installare in situ) o idonei macchinari per il riciclaggio in situ (treno di riciclaggio). In entrambi i casi l'Impresa deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele conformi alle caratteristiche determinate nello studio preliminare predisposto a cura dell'Impresa.

La Direzione lavori ha facoltà di controllare in cantiere, prima della posa in opera della miscela, i parametri di schiumosità e di temperatura del bitume che dovranno essere conformi ai valori determinati nello studio preliminare.

Qualora la miscela venga prodotta in impianto e trasportata in cantiere, dovrà essere rapidamente stesa mediante l'uso di macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

La miscela stesa deve essere immediatamente compattata mediante l'impiego di un rullo vibrante con peso superiore a 18 t e di un rullo gommato con carico statico non inferiore a 20 t.

Il riciclaggio a freddo deve essere sospeso qualora la temperatura dell'aria sia inferiore a 3°C e comunque quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.

2.5.6 CONGLOMERATO RICICLATO LEGATO EMULSIONE BITUMINOSA MODIFICATA**2.5.6.1 DESCRIZIONE**

La fondazione stradale in conglomerato bituminoso riciclato è costituita da una miscela di conglomerato bituminoso proveniente da demolizione di pavimentazioni, emulsione bituminosa modificata e cemento.

Il conglomerato bituminoso riciclato legato con emulsione bituminosa modificata può essere impiegato nella sovrastruttura stradale anche per la realizzazione dello strato di base, in alternativa al conglomerato bituminoso prodotto a caldo. La scelta di utilizzo ed il dimensionamento dello strato sono definiti dal Progettista e dalla Direzione Lavori.

Il riciclaggio del conglomerato a freddo con emulsione bituminosa modificata consiste nel riutilizzo del conglomerato bituminoso preesistente negli strati della pavimentazione con aggiunta di eventuali aggregati di integrazione, cemento ed emulsione bituminosa modificata. Il riciclaggio può avvenire con impianti fissi o trasportabili al luogo d'impiego o, in opera, mediante l'utilizzo di appositi macchinari.

Il prodotto è designato secondo la seguente dicitura:

CONGLOMERATO RICICLATO LEGATO CON EMULSIONE BITUMINOSA MODIFICATA	0 / 31,5
--	-----------------

2.5.6.2 MATERIALI COSTITUENTI**2.5.6.2.1 CONGLOMERATO RICICLATO**

Il conglomerato riciclato proviene dalla demolizione degli strati di pavimentazione stradale eseguita mediante fresatura.

Il fresato può essere omogeneizzato granulometricamente mediante granulazione e/o vagliatura.

2.5.6.2.2 AGGREGATI

Qualora la composizione granulometrica non rientrasse nei limiti di accettazione previsti il Produttore dovrà intervenire mediante l'aggiunta di aggregati naturali e/o riciclati per integrazione qualificati in conformità al Regolamento prodotti da costruzione.

2.5.6.2.3 LEGANTE

Il legante sarà costituito dal bitume presente nel materiale fresato integrato da emulsione bituminosa modificata.

requisiti di accettazione dell'emulsione bituminosa, qualora non specificato diversamente, dovranno essere conformi alle seguenti prescrizioni:

- Regolamento prodotti da costruzione CPR 305/11;
- Allegato ZA della Norma armonizzata UNI EN 13808 " Bitumi e leganti bituminosi. Quadro delle specifiche per le emulsioni bituminose cationiche".

Il prelievo dei campioni da sottoporre ad analisi deve essere effettuato in conformità alla norma UNI EN 58 "Bitumi e leganti bituminosi. Metodi di campionamento".

L'emulsione bituminosa modificata da utilizzare dovrà essere a lenta rottura, di tipo cationico (designazione secondo UNI EN: 13808 C 60 BP 5) ed avere le caratteristiche conformi ai requisiti descritti nella seguente tabella:

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

CARATTERISTICHE DELL'EMULSIONE BITUMINOSA MODIFICATA (MISCELA PER IL CONGLOMERATO RICICLATO CON EMULSIONE BITUMINOSA)			
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE
Polarità delle particelle	UNI EN 1430		Positiva
Indice di rottura	UNI EN 13075-1	Indice	120-180
Stabilità con cemento	UNI EN 12848	g	≤2
Contenuto di bitume (per contenuto d'acqua)	UNI EN 1428	%	60±2
Contenuto di legante (per distillazione)	UNI EN 1431	%	> 59
Tempo di efflusso (2 mm a 40°C)	UNI EN 12846	s	35-80
Sedimentazione a 7 gg	UNI EN 12847	%	≤10
Adesività	UNI EN 13614	%	≥75
CARATTERISTICHE DEL RESIDUO BITUMINOSO (recuperato per evaporazione UNI EN 13074)			
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	dmm	da 50 a 70
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	> 60
Punto di rottura Fraass	UNI EN 12593	°C	< -15
Ritorno elastico a 25 °C	UNI EN 13398	%	> 50
ACCERTAMENTO ULTERIORE: A seguito della miscelazione di 50 g di cemento (classe 325) e 100 g di acqua con 100 g di emulsione bituminosa, dopo un intervallo di 4 minuti non deve essere rilevata alcuna coagulazione di bitume.			

2.5.6.2.4 CEMENTO

Nel processo di produzione del conglomerato riciclato con emulsione bituminosa modificata deve essere impiegato il cemento come additivo catalizzatore. Il cemento utilizzato deve essere conforme al Regolamento prodotti da costruzione CPR 305/11 secondo il sistema di attestazione in vigore. Il Produttore potrà utilizzare cemento con classe di resistenza N32,5 di tipo Portland o d'alto forno o pozzolanico.

2.5.6.2.5 ACQUA

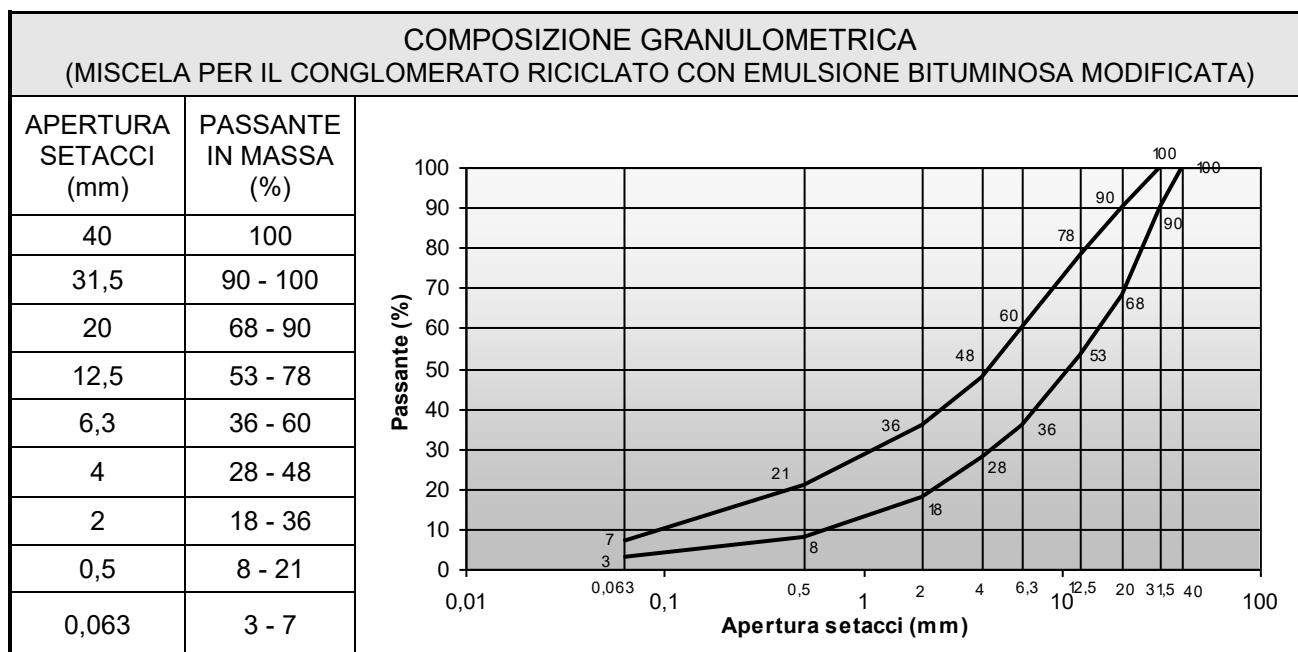
L'acqua utilizzata deve essere esente da impurità dannose quali oli, acidi, alcali, materie organiche od altre sostanze nocive e comunque conforme alla norma UNI EN 1008.

2.5.6.3 CARATTERISTICHE DELLA MISCELA

La miscela del conglomerato riciclato e degli aggregati naturali e/o riciclati di integrazione per il confezionamento del misto granulare legato con emulsione bituminosa modificata dovrà avere la composizione granulometrica compresa nei limiti del fuso riportato nella seguente tabella:

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO



L'Impresa dovrà effettuare uno studio preliminare sulla miscela che intende utilizzare indicando la composizione granulometrica ottimale e le quantità dei materiali costituenti espresse in percentuale in peso rispetto al totale della miscela di aggregati.

Le percentuali dei costituenti (cemento, emulsione bituminosa modificata, acqua, additivi ed eventuali aggiunte) dovranno essere determinate sulla base dei risultati ottenuti dalle analisi di provini confezionati secondo il metodo di compattazione con pressa giratoria secondo la norma UNI EN 12697-31 con contenuto variabile di cemento (1,5% - 2,0% - 2,5%), di emulsione bituminosa modificata (1,5% - 2,0% - 3,5%) e di umidità (4,5% - 5,5% - 6,5%).

È ammesso l'impiego di materiali costituenti in quantità differenti rispetto a quelle indicate purché validate dai risultati dello studio preliminare accettato dalla Direzione Lavori.

La miscela ottimale di conglomerato riciclato legato con emulsione bituminosa modificata dovrà avere le caratteristiche conformi ai requisiti riportati nella tabella seguente:

CARATTERISTICHE DELLA MISCELA DI RICICLATO LEGATO CON EMULSIONE BITUMINOSA MODIFICATA				
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE
Resistenza a trazione indiretta	UNI EN 12697-23	ITS	MPa	> 0,35
Modulo di rigidità	UNI EN 12697-26 (C)	Sm	MPa	> 3000
Resistenza a compressione	UNI EN 13286-41	Rc	MPa	da 2,5 a 4,5
I provini dovranno essere sottoposti a maturazione per 72 ore a 40°C e provati a 20°C (dopo termostatazione di 4 ore a 20°C).				

Oltre alle caratteristiche meccaniche citate, lo studio della miscela dovrà prevedere anche i seguenti elementi:

- natura e quantità dei materiali costituenti;
- composizione granulometrica della miscela;

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

- contenuto totale di legante bituminoso;
- densità della miscela ottimale compattata.

Il Produttore dovrà presentare alla Direzione Lavori lo studio preliminare elaborato entro quindici giorni dall'inizio dei lavori per l'approvazione.

2.5.6.4 CARATTERISTICHE DELLO STRATO

Per le caratteristiche della miscela i valori misurati in opera non dovranno essere inferiori al 90% rispetto a quelli ottimali determinati mediante studio preliminare approvato dalla Direzione Lavori.

Le caratteristiche di addensamento della miscela in opera saranno determinate secondo il metodo del grado di compattazione in conformità con i requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI FONDAZIONE IN CONGLOMERATO RICICLATO LEGATO CON EMULSIONE BITUMINOSA MODIFICATA (Grado di compattazione per confronto delle densità)			
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE
Grado di addensamento (per ogni campione)	UNI EN 12697-6	%	> 95
Grado di addensamento (media dei campioni)	UNI EN 12697-6	%	≥ 98
Il grado di compattazione è il rapporto tra la densità della miscela compattata in opera e la densità della miscela compattata in laboratorio riferita allo stesso lotto/giorno di produzione (massimo addensamento teorico).			

La determinazione del grado di addensamento potrà essere effettuata anche mediante volumometro a sabbia (CNR BU 22 – 72).

Le carote prelevate dallo strato per la determinazione delle caratteristiche in opera dovranno avere diametro di mm 150.

Lo strato della fondazione dovrà essere realizzato nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto e la superficie finale dovrà presentarsi in qualunque direzione priva di irregolarità ed ondulazioni. Le caratteristiche che lo strato dovrà avere sono relative al requisito di addensamento della miscela ed alle dimensioni (spessore) dello strato.

2.5.6.5 CONFEZIONAMENTO E POSA DELLA MISCELA

Per la produzione delle miscele potrà essere utilizzato un impianto (fisso o mobile da installare in situ) o idonei macchinari per il riciclaggio in situ (treno di riciclaggio). In entrambi i casi l'Impresa deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele conformi alle caratteristiche determinate nello studio preliminare predisposto a cura dell'Impresa.

Qualora la miscela venga prodotta in impianto e trasportata in cantiere, dovrà essere rapidamente stesa mediante l'uso di macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

La miscela stesa deve essere immediatamente compattata mediante l'impiego di un rullo gommato con carico statico superiore a 24 t e da un rullo con cilindri metallici con peso superiore a 18 t; la fase di compattazione dovrà essere condotta fino a completa rottura dell'emulsione.

Il riciclaggio a freddo deve essere sospeso qualora la temperatura dell'aria sia inferiore a 8°C e comunque quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

2.5.7 RICICLAGGIO A FREDDO FONDAZIONE E BASE CON LA TECNICA DEL CEMENTO ED EMULSIONE BITUMINOSA MODIFICATA

2.5.7.1 DESCRIZIONE

Il misto granulare legato con cemento ed emulsione bituminosa, impiegato per la fondazione stradale (sottobase) mediante miscelazione in situ, è costituito dalla miscela degli aggregati costituenti l'attuale fondazione per lo più in misto granulare non legato (stabilizzato), e aggiunta di cemento, acqua ed emulsione bituminosa; lo spessore dello strato è di circa 20 cm.

Il riciclaggio a freddo in situ è realizzato mediante l'utilizzo di attrezzature mobili che consentono di miscelare direttamente sulla sede stradale la fondazione esistente (misto granulare non legato), con possibile inglobamento nello strato una quota parte del conglomerato bituminoso che compone lo strato di base, eventuali aggregati lapidei di integrazione, e aggiunta di emulsione di bitume modificato, acqua, cemento.

Dopo l'asportazione di parte del vecchio conglomerato bituminoso mediante fresatura a freddo si procederà all'esecuzione del riciclaggio in situ del misto granulare di fondazione. Il Direttore Lavori potrà ordinare di mantenere parte del conglomerato bituminoso esistente, in tal caso un piccolo spessore dello strato di base sarà coinvolto nel processo di riciclaggio.

L'operazione di miscelazione dovrà avvenire in due fasi: in una prima fase si frenerà lo strato di fondazione di materiale misto granulare (e un eventuale strato di conglomerato bituminoso su indicazioni della D.L.) per uno spessore complessivo di circa 20 cm, si eseguirà il livellamento delle eventuali irregolarità e, qualora richiesto, un'aggiunta, del materiale di correzione (per un massimo del 30%, per riequilibrare la granulometria dello strato. Successivamente durante la seconda fase di riciclaggio avviene la miscelazione del legante a base di emulsione bituminosa e cemento con eventuale aggiunta di acqua per raggiungere l'umidità ottimale della miscela.

Completata l'operazione di miscelazione dello strato con emulsione bituminosa, cemento ed acqua per raggiungere l'umidità ottimale di addensamento, si provvederà al regolare ripristino dei piani livellando il materiale con idonea attrezzatura secondo le quote e le disposizioni della Direzione Lavori. Il materiale dovrà presentare in ogni suo punto uniformità granulometrica e giusto dosaggio di cemento ed emulsione bituminosa.

Le operazioni di costipamento dello strato avverranno in modo preferibilmente statico e continuativo, dovranno essere eseguite immediatamente dopo le operazioni di miscelazione e risagomatura.

Successivamente alla formazione dello strato dovrà essere spruzzata, sulla superficie, in ragione di almeno $1,0 \text{ kg/m}^2$, una mano di emulsione bituminosa cationica sovrastabilizzata con contenuto di bitume $\geq 60\%$ così come specificato nella tabella: *"CARATTERISTICHE DELL'EMULSIONE BITUMINOSA MODIFICATA - (MISCELA PER IL MISTO GRANULARE LEGATO IN SITU CON CEMENTO ED EMULSIONE)"* delle presenti Prescrizioni tecniche.

2.5.7.2 MATERIALI COSTITUENTI

2.5.7.2.1 AGGREGATI DI INTEGRAZIONE

Il nuovo strato di fondazione sarà costituito dal misto granulare esistente (ed eventualmente da uno spessore limitato di conglomerato bituminoso fresato dello strato di base). Qualora la composizione granulometrica non rientrasse nei limiti di accettazione indicati nel fuso prescritto (caratteristiche della miscela) la DL potrà disporre per l'aggiunta di ulteriori aggregati naturali o di riciclo.

Gli eventuali aggregati di integrazione saranno costituiti da elementi ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali (rocce e/o aggregati naturali), e, qualora autorizzati, materiali artificiali, (scorie di acciaierie, sabbie rigenerate da RSU) o di riciclo derivanti dalle operazioni di recupero provenienti dalle attività di costruzione e demolizione (es. granulato di conglomerato bituminoso). Gli aggregati di integrazione, sia naturali che riciclati, dovranno essere qualificati in conformità al Regolamento prodotti da costruzione CPR 305/11. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043 secondo il sistema di attestazione previsto. Nel caso di

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

utilizzo di granulato di conglomerato bituminoso derivante da scarifica per fresatura esso dovrà rispondere a quanto previsto dal DM 28 marzo 2018 n. 69 ed esser certificato secondo la UNI EN 13242.

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

L'aggregato di integrazione potrà essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella tabella sottostante:

CARATTERISTICHE DELL'AGGREGATO DI INTEGRAZIONE					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13043)
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	LA	%	≤25	LA ₂₅
Percentuale di superfici frantumate	UNI EN 933-5	C	%	100	C _{100/0}
Dimensione massima	UNI EN 933-1	D _{max}	mm	40	-
Passante al setaccio 0,063	UNI EN 933-1	f	%	< 10	f ₁₀
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	SE	%	>50	-
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	F	%	<1	F ₁

Il possesso dei requisiti elencati sarà verificato dalla Direzione Lavori in base ai valori riportati sugli attestati di conformità CE degli aggregati. Gli attestati dovranno essere consegnati alla Direzione Lavori almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori.

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

2.5.7.2.2 LEGANTE

Il legante sarà costituito da emulsione bituminosa sovrastabilizzata di bitume modificato e dal bitume presente nel materiale fresato integrato.

I requisiti di accettazione dell'emulsione bituminosa, qualora non specificato diversamente, dovranno essere conformi alle seguenti prescrizioni:

- Regolamento prodotti da costruzione CPR 305/11;
- Allegato ZA della Norma armonizzata UNI EN 13808 " Bitumi e leganti bituminosi. Quadro delle specifiche per le emulsioni bituminose cationiche".

Il prelievo dei campioni da sottoporre ad analisi deve essere effettuato in conformità alla norma UNI EN 58 "Bitumi e leganti bituminosi. Metodi di campionamento".

L'emulsione bituminosa modificata da utilizzare dovrà essere a lenta rottura, di tipo cationico (designazione secondo UNI EN: 13808: C 60 BP 10) ed avere le caratteristiche conformi ai requisiti descritti nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELL'EMULSIONE BITUMINOSA MODIFICATA (MISCELA PER IL MISTO GRANULARE LEGATO IN SITU CON CEMENTO ED EMULSIONE)			
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE
Polarità	UNI EN 1430		Positiva
Contenuto d'acqua	UNI EN 1428	%	40 ± 1
Contenuto di bitume	UNI EN 1428	%	60 ± 1
Contenuto di legante (bitume e flussante)	UNI EN 1431	%	> 59
Contenuto di flussante	UNI EN 1431	%	≤ 1
Omogeneità	UNI EN 1429	%	≤ 0,2
Sedimentazione a 7 gg	UNI EN 12847	%	≤ 10
pH (grado di acidità)	UNI EN 12850	%	2 - 4
Stabilità alla miscelazione con cemento	UNI EN 12848		< 2
CARATTERISTICHE DEL RESIDUO BITUMINOSO (recuperato per evaporazione UNI EN 13074)			
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	dmm	da 50 a 100
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	40 - 56
Punto di rottura Fraass	UNI EN 12593	°C	< -15
Ritorno elastico a 25 °C	UNI EN 13398	%	> 50

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

Ai fini dell'accettazione, almeno 15 giorni prima dell'inizio delle lavorazioni, l'impresa è tenuta a predisporre la qualificazione dell'emulsione tramite certificazione attestante i requisiti prescritti.

2.5.7.2.3 CEMENTO

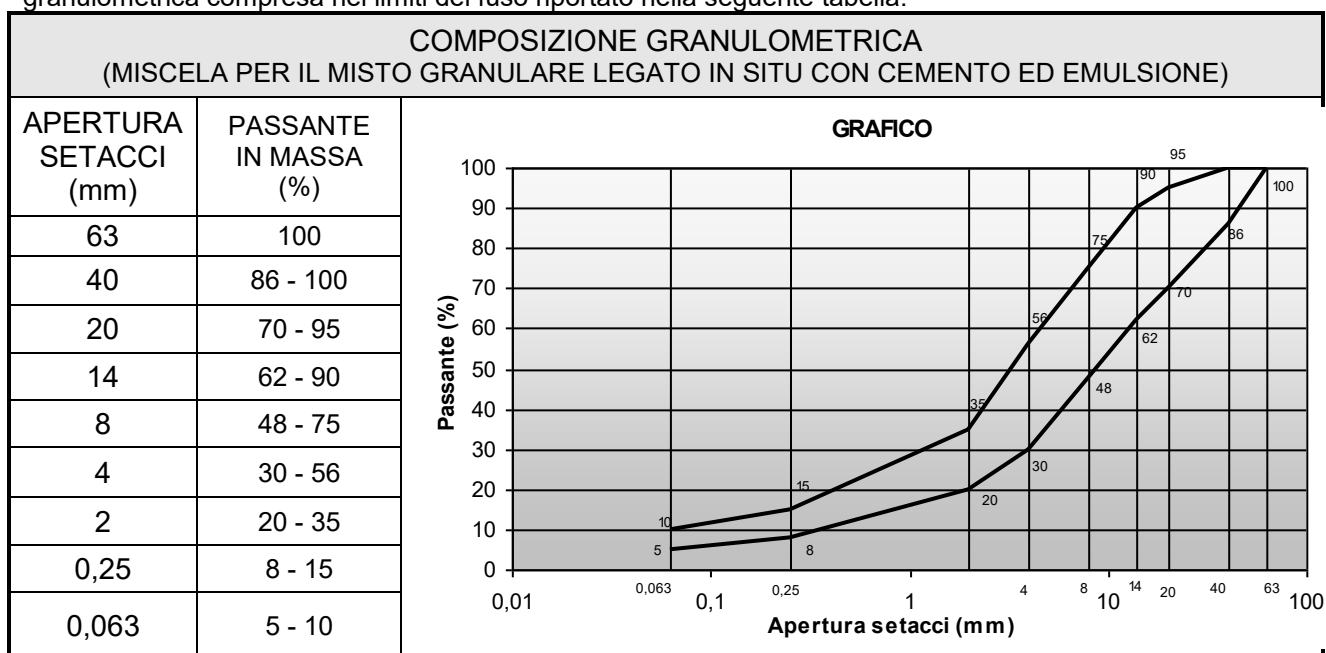
Il cemento utilizzato deve essere conforme al Regolamento prodotti da costruzione CPR 305/11 secondo il sistema di attestazione in vigore. Il Produttore potrà utilizzare cemento con classe di resistenza N32,5 di tipo Portland o d'alto forno o pozzolanico.

2.5.7.2.4 ACQUA

L'acqua utilizzata deve essere esente da impurità dannose quali oli, acidi, alcali, materie organiche od altre sostanze nocive e comunque conforme alla norma UNI EN 1008.

2.5.7.3 CARATTERISTICHE DELLA MISCELA

La miscela del sottofondo riciclato e degli aggregati lapidei di integrazione per il confezionamento del misto cementato-bitumato legato con emulsione bituminosa modificata dovrà avere la composizione granulometrica compresa nei limiti del fuso riportato nella seguente tabella:



La curva granulometrica dovrà essere quanto più possibile continua.

Le percentuali ottimali di cemento, acqua, ed emulsione bituminosa e dell'eventuale integrazione di inerti sono stabilite mediante uno specifico studio in laboratorio.

Per una corretta valutazione delle caratteristiche del materiale esistente nel tronco stradale interessato dal trattamento devono esser eseguiti prelievi di materiali (preferibilmente ogni 500m).

Sui campioni prelevati, di materiale sciolto, dovranno essere eseguite le analisi granulometriche (UNI EN 933-1) (ed eventualmente Indice di Plasticità (UNI CEN ISO/TS17892-12)) per stabilire la necessità di integrazione degli aggregati lapidei ed eventuale trattamento a calce. Sui campioni di conglomerato bituminoso, che potranno essere riciclati, dovrà essere eseguita una estrazione (UNI EN 12697-1) e la successiva granulometria della miscela di aggregati estratta (UNI EN 12697-2).

Prima di definire la giusta combinazione di leganti, deve essere determinato il contenuto ottimale di acqua sulla miscela granulare con il 2% in peso di cemento, secondo le indicazioni riportate nella sottostante.

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

Contenuto di cemento (%)	2,0					
Acqua (%)	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0
Provini (n°)	3	3	3	3	3	3

I provini con diverso contenuto di acqua devono essere compattati con pressa giratoria (UNI EN 12697-31) nelle seguenti condizioni di prova:

- Tipo di fustella: NON drenata
- Angolo di rotazione: $1.25^\circ \pm 0.02^\circ$
- Velocità di rotazione: 30 rotazioni al minuto
- Pressione verticale: 600 kPa
- Dimensioni provino: 150 mm
- n° giri: 100
- Peso campione: 2800 g (comprensivi di cemento e acqua)

Nel caso in cui gli elementi più grossolani impediscano la produzione di provini geometricamente regolari deve essere eliminato il trattenuto al setaccio da 20 mm.

Ogni provino deve essere pesato prima e dopo la compattazione al fine di determinare la percentuale di (eventuale) acqua espulsa. I provini così ottenuti devono essere essiccati fino a peso costante in stufa a 40°C e sottoposti a prova per la valutazione della massa volumica (UNI EN 12697-6/procedura D). Il contenuto ottimo di acqua è quello che permette di raggiungere il valore più elevato di massa volumica della miscela (secca) e un quantitativo di acqua espulsa durante la compattazione minore dello 0,5%.

Secondo la stessa procedura di compattazione e con il contenuto di acqua ottimo, devono essere confezionati provini con differenti quantità (percentuali riferite al peso degli inerti) di cemento e di emulsione bituminosa, come indicato nella tabella sottostante:

Acqua (%)	Contenuto ottimo								
Contenuto di cemento (%)	1,5			2,0			2,5		
Contenuto di emulsione bituminosa (%)	2,5	3,0	3,5	2,5	3,0	3,5	2,5	3,0	3,5
Provini (n°)	4	4	4	4	4	4	4	4	4

Nel contenuto ottimo di acqua della miscela bisogna considerare anche l'acqua apportata dall'emulsione.

I provini così confezionati devono subire una maturazione a 40 °C per 72 ore e successivamente devono essere sottoposti a prova di resistenza a trazione indiretta (UNI EN 12697-23), dopo un condizionamento per 4 ore in camera climatica a 25 °C. Tali provini devono fornire resistenza a trazione diametrale ITS > 0,35 MPa.

Sui provini confezionati con le miscele che soddisfano i requisiti di resistenza a trazione indiretta, maturati per 72 ore a 40 °C, si devono determinare :

- modulo di rigidezza in configurazione di trazione indiretta (spostamento orizzontale imposto $5 \pm 0.2 \mu\text{m}$) secondo la Norma UNI EN 12697/26;
- perdita di resistenza dopo imbibizione a 25 °C per 1 ora sottovuoto a 50 mm di mercurio.
- perdita di resistenza dopo saturazione in acqua (per il tempo necessario al raggiungimento del peso costante) e 15 cicli gelo – disgelo (-20°C/+20°C).

La miscela ottima di progetto è quella che fornisce il modulo di rigidezza a 20 °C più piccolo tra quelli che risultano maggiori di 3000 MPa e resistenza a trazione indiretta dopo imbibizione maggiore del 70% di quella ottenuta su provini non immersi in acqua, resistenza a trazione indiretta e resistenza a compressione dopo cicli gelo – disgelo maggiore del 50% di quella ottenuta su provini non trattati.

Sulla miscela ottima si deve determinare la densità geometrica a 100 giri di pressa giratoria che costituisce il riferimento per il controllo della densità in sito.

L'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori, almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori e per ogni cantiere di produzione, la composizione delle miscele che intende adottare; ogni composizione proposta deve essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati.

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

Una volta accettata dalla Direzione Lavori la composizione granulometrica di progetto, non saranno ammesse variazioni delle singole percentuali dei trattenuti di +/- 10 per gli aggregati riciclati, di +/- 5 per gli aggregati di integrazione. Per la percentuale di emulsione bituminosa (determinata per differenza tra la quantità di legante complessivo e la quantità di bitume contenuta nel fresato) non deve essere tollerato uno scostamento da quella di progetto di +/- 0,25.

Tali valori dovranno essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate al momento della stesa, come pure dall'esame delle carote prelevate in sito.

2.5.7.4 POSA IN OPERA

La stabilizzazione con cemento ed emulsione bituminosa, deve essere realizzata mediante idonei macchinari, approvati dalla D.L., ("treno di riciclaggio") costituiti da fresa, autobotte per il legante bituminoso, autobotte per l'acqua, livellatrice ed almeno due rulli e macchina stabilizzatrice (pulvimixer tale da frantumare i grumi di conglomerato bituminoso fresato e miscelare omogeneamente cemento, emulsione bituminosa).

L'appaltatore, per l'esecuzione dei lavori e per l'intera durata degli stessi, dovrà mettere a disposizione almeno n°2 (due) riciclatrici che dovranno avere le seguenti caratteristiche minime:

- **Potenza del motore ≥ 300 KW**
- **Larghezza di fresatura ≥ 2.000 mm**
- **Normativa antinquinamento \geq EU Stage 2**

I macchinari utilizzati per il lavoro dovranno essere dotati di sistemi di dosaggio controllato dei materiali che saranno aggiunti, nonché garantire, la perfetta omogeneità dello strato ed una ottimale distribuzione del cemento, dell'emulsione bituminosa e dell'acqua.

Il materiale, dopo il passaggio della riciclatrice, dovrà presentarsi omogeneo (senza grumi o vespai) con emulsione bituminosa ben disperso. Le strisciate devono essere sovrapposte per almeno 15 cm.

L'Impresa deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele conformi alle caratteristiche determinate nello studio preliminare predisposto.

Subito dopo la miscelazione si deve procedere al livellamento della miscela ed alla compattazione mediante l'impiego di un rullo vibrante di peso > 18 ton con controllo di frequenza e di ampiezza di vibrazione e di un rullo gommato di carico statico > 25 ton.

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.

Il trattamento di stabilizzazione deve essere sospeso con temperatura dell'aria inferiore ai 10°C e comunque quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.

Ultimato il costipamento, compatibilmente con le attività di cantiere, lo strato deve essere fatto maturare per qualche giorno, favorendo l'evaporazione dell'acqua, prima di essere coperto. Quando invece è prevista pioggia lo strato deve essere immediatamente protetto. In entrambi i casi viene utilizzata emulsione a lenta rottura, eventualmente anche la stessa usata nella formazione della miscela, con un dosaggio di circa 1,5 kg/m², e successivo spargimento di graniglia o sabbia.

Strati eventualmente compromessi devono dalle condizioni metereologiche, o da altre cause, devono essere rimossi e sostituiti a totale cura e spese dell'Impresa.

2.5.7.5 CONTROLLI SULLA QUALITA' DEGLI STRATI STABILIZZATI

Il controllo della qualità degli strati stabilizzati con cemento ed emulsione bituminosa deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione e con prove in situ.

La frequenza dei controlli sarà di norma ogni 5000 m² di superficie realizzata (trattata). La Direzione Lavori potrà variare in più o in meno il numero di controlli in relazione all'andamento dei lavori e/o a specifiche problematiche di cantiere.

Sui materiali costituenti devono essere verificate le caratteristiche di accettabilità. La granulometria della miscela di aggregati dovrà essere verificata su campioni prelevati prima dell'aggiunta dei leganti, all'impianto di produzione oppure in sito, dopo un passaggio della macchina riciclatrice (pulvimixer).

Sulla miscela con i leganti vengono determinate: la percentuale di bitume (per differenza tra la quantità di legante complessivo e la quantità di bitume contenuta nel fresato) e la percentuale d'acqua. Su provini confezionati con pressa giratoria vengono eseguite prove di resistenza a trazione indiretta e modulo di rigidezza in configurazione di trazione indiretta.

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

Dopo 90 giorni dal trattamento vengono eseguite prove per la determinazione del modulo elastico dinamico mediante defletto metro a massa battente (Falling Weight Deflectometer – FWD). Sulle carote prelevate vengono determinati il peso di volume e lo spessore. Potranno inoltre, a discrezione della Direzione Lavori, essere determinati lo spessore, il peso di volume la resistenza a trazione indiretta ITS (UNI EN 12697-23) (UNI EN 13286-42:2006) e il modulo di rigidezza (UNI EN 12697-26 Annesso C).

A compattazione ultimata la densità secca in sito (γ_{situ}), nel 95% dei punti controllati (con volumometro o prelievo di carote), non deve essere inferiore al 97% del valore di riferimento ($\gamma_{\text{laboratorio}}$) misurato in laboratorio sulla miscela di progetto costipata con pressa giratoria a 100 giri e dichiarato prima dell'inizio dei lavori. Quando possibile il valore di riferimento può essere costituito dall'addensamento ottenuto in laboratorio sulla miscela effettivamente utilizzata in quel punto, costipata con 100 giri di pressa giratoria. Le misure della massa volumica su provini asciutti sono effettuate secondo la norma (UNI EN 12697-6/procedura D).

Nella prova di trazione indiretta (UNI EN 12697-23) eseguita su carote prelevate dopo 90 giorni dalla realizzazione o su provini confezionati in cantiere con la pressa giratoria (100 giri), maturati in camera climatica per 72 ore a 40 °C e successivamente, condizionati per 4 ore a 25 °C, la Resistenza a Trazione Indiretta ITS non deve essere inferiore a 0,35 MPa.

Il modulo di rigidezza alla temperatura di 20°C determinato in configurazione di trazione indiretta (UNI EN 12697-26) con deformazione imposta di $5 \pm 0.2 \mu\text{m}$ su carote prelevate dopo 90 giorni dalla realizzazione e su provini confezionati in cantiere con la pressa giratoria a densità di progetto (100 giri), maturati in camera climatica per 72 ore a 40°C o dopo 28 giorni di maturazione a 20°C, nel 95% dei campioni, non deve essere inferiore a 3000 MPa. Sugli stessi provini e con gli stessi diametri di misura, il modulo di rigidezza alla temperatura a 40°C deve essere < del 75% del valore ottenuto a 20°C.

Il modulo elastico, rilevato dopo 90 giorni dal trattamento con Falling Weight Deflectometer, e riferito alla temperatura di 20°C, al 15° percentile non deve essere inferiore a 3,0 GPa.

A integrazione dei controlli precedenti possono essere eseguite prove con piastra dinamica leggera (dynamic plate-load test). Il modulo dinamico E_{vd} dopo la compattazione non deve essere inferiore a 70 MPa nel 90% dei punti analizzati. Le misure di modulo dinamico sono riportate alla temperatura di riferimento 25°C)

applicando correzioni di un punto percentuale ogni grado centigrado di scostamento, incrementando il valore del modulo nel caso di misure effettuate a temperature maggiori di 25°C, diminuendolo nel caso di misure effettuate a temperature minori di 25°C. L'attrezzatura impiegata deve essere equipaggiata con una massa battente da 10 kg che genera una forza d'impatto di 7,07 kN con una durata dell'impulso di 18 ms su una piastra di diametro di 300 mm. La procedura di prova prevede l'applicazione di tre colpi successivi di cui vengono acquisite le deformazioni e, nota la tensione di carico applicata, la macchina restituisce automaticamente il risultato (modulo dinamico) definito come la media delle tre misurazioni. I tre colpi di prova devono essere preceduti da altri tre colpi in modo tale da ottenere un buon contatto tra il piatto di carico ed il suolo. La piastra di carico deve essere sistemata su un piano adeguatamente liscio con l'eventuale disposizione di sabbia mono - granulare per livellare la superficie. Nei casi in cui non si realizzi un buon contattato tra piastra e pavimentazione, oppure l'inclinazione del piano sia eccessiva (maggiore del 6%), si possono verificare degli spostamenti laterali che inficiano i risultati.

Si prevede che lo strato riciclato in sito subirà un rigonfiamento medio, sullo spessore, del 15%.

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

2.5.8 CONTROLLI PERIODICI SULLA FONDAZIONE

Il Direttore dei Lavori oppure il Collaudatore in corso d'opera, secondo le rispettive competenze, controllerà che le opere vengano eseguite nel rispetto di quanto previsto dal presente capitolato.

Durante l'esecuzione dei lavori saranno effettuate sistematiche ispezioni e prove sui materiali impiegati, sui campioni delle miscele sciolte e costipate, per controllarne la rispondenza alla miscela ottimale validata ed alle caratteristiche richieste.

I controlli relativi alle caratteristiche di accettazione dei materiali saranno effettuati prima dell'inizio dei lavori e/o in corso d'opera.

I risultati delle ispezioni, delle prove e della documentazione mediante certificati o rapporti di prova dovranno essere riportate su registro tenuto dal Direttore dei Lavori.

L'Impresa dovrà assicurare che i requisiti dei materiali costituenti, delle miscele e delle opere eseguite siano rigorosamente rispettati.

La Direzione Lavori procederà con l'esecuzione dei controlli periodici, a carico della Stazione Appaltante, secondo le modalità descritte nei Piani dei controlli minimi di seguito specificati. La Direzione Lavori ha la facoltà di effettuare ulteriori accertamenti sui requisiti dei materiali e delle lavorazioni.

Le modalità di esecuzione dei controlli periodici da effettuare sui materiali costituenti impiegati a seconda dei tipi di prodotto, sono riportati nella tabella seguente:

CONTROLLI PERIODICI SUI MATERIALI COSTITUENTI			
MATERIALE	UBICAZIONE PRELIEVO	REQUISITI DA CONTROLLARE	FREQUENZA
Aggregato (naturale, riciclato)	Impianto di produzione, cantiere di posa	<ul style="list-style-type: none">• caratteristiche fisiche;• caratteristiche geometriche;• caratteristiche chimiche.	A richiesta della Direzione Lavori o in caso di prolungate interruzioni nella fornitura di aggregati
Bitume	Cisterna di stoccaggio, cantiere di posa	<ul style="list-style-type: none">• Rapporto di espansione;• Tempo di semitrasformazione.	Giornaliero
Emulsione bituminosa	Cisterna di stoccaggio cantiere di posa	<ul style="list-style-type: none">• Caratteristiche del bitume residuo	A richiesta della Direzione Lavori o settimanale
I controlli sui materiali costituenti sono effettuati in base alle specifiche adottate.			

La verifica di accettazione sulla miscela sarà effettuata per accertare che i requisiti della composizione ottimale, validata ed accettata dalla Direzione Lavori, vengano rigorosamente rispettati mediante l'esecuzione di controlli periodici a frequenze stabilite e distinte in base al metodo prescelto per la caratterizzazione della miscela.

Tali valori dovranno essere verificati mediante prove sulla miscela prelevata all'impianto o al cantiere di stesa; la campionatura dovrà essere effettuata in conformità alla norma UNI EN 12697-27 ed i metodi di preparazione dei campioni dovranno essere conformi alle prescrizioni richieste.

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

Le modalità di esecuzione dei controlli periodici, da effettuare per la verifica di conformità ai requisiti definiti per le caratteristiche di ogni miscela, sono riportati nella tabella seguente:

CONTROLLI PERIODICI SULLA MISCELA		
REQUISITO	METODO DI PROVA	FREQUENZA
Composizione granulometrica	UNI EN 933-1 UNI EN 12697-2	Ogni 2000 m ²
Contenuto di legante (bitume o emulsione bituminosa)	UNI EN 12697-1 e 39	

Le modalità di esecuzione dei controlli periodici, da effettuare per la verifica di conformità ai requisiti definiti per le caratteristiche dello strato, sono riportati nella tabella seguente:

CONTROLLI PERIODICI SULLO STRATO		
REQUISITO	METODO DI PROVA	FREQUENZA
Grado di addensamento miscele legate	UNI EN 12697-6	Ogni 2000 m ² o per fascia di stesa (ogni 500 m per corsia).
Resistenza a trazione indiretta	UNI EN 12697-23	
Modulo di rigidezza	UNI EN 12697-26 (C)	
Resistenza a compressione	UNI EN 13286-41	
Moduli di deformazione	CNR 146	
Spessore dello strato	UNI EN 12697-29	

In corso d'opera ed in ogni fase delle singole lavorazioni, la Direzione Lavori effettuerà, a sua discrezione, tutte le verifiche, prove e controlli, atti ad accertare la rispondenza qualitativa e quantitativa dei lavori alle prescrizioni contrattuali.

2.6 LAVORAZIONI PRELIMINARI ALLA POSA IN OPERA DEI CONGLOMERATI BITUMINOSI

Prima della posa in opera dei conglomerati bituminosi l'Impresa dovrà effettuare tutte le lavorazioni previste dal progetto esecutivo.

Gli interventi da realizzare sono relativi alla posa di prodotti per la protezione e per il rafforzamento della pavimentazione ed all'esecuzione di membrane con funzione di ancoraggio e/o impermeabilizzazione fra gli strati.

2.6.1 GEOTESSILE

Qualora previsto nel progetto, l'Impresa dovrà provvedere ad inserire un geotessile non tessuto all'interfaccia tra lo strato di base e la fondazione in misto granulare, con funzione di separazione (anticontaminante), drenante e di ripartizione dei carichi.

Le caratteristiche del prodotto utilizzato devono essere conformi ai requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICA DEL GEOTESSILE			
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE
Resistenza alla trazione sia in senso longitudinale sia trasversale.	UNI EN ISO 10319	kN/m	≥ 18
Resistenza al punzonamento statico (CBR).	UNI EN ISO 12236	kN	$\geq 3,0$
Apertura efficace dei pori d_{90} .	UNI EN ISO 12956	μm	≤ 100
Spessore massimo sotto 2 kPa.	UNI 8279/2	mm	$\leq 2,7$

Il geotessile sarà del tipo non tessuto costituito al 100% con fibre di polipropilene o poliestere, coesionate mediante agugliatura meccanica con esclusione di collanti o altri componenti chimici; inoltre dovrà presentare una superficie rugosa, dovrà apparire uniforme, essere resistente agli agenti chimici, essere imputrescibile ed atossico.

La posa del geotessile sarà effettuata sul piano dello stabilizzato, previa rullatura dello stesso e spruzzatura di emulsione bituminosa cationica, al 55%, in ragione di 1 kg/m^2 di residuo secco bituminoso.

La larghezza del geotessile deve essere tale da inserirsi perfettamente nel cassonetto, senza formare bordi o risalti. Al fine di permettere un'ottimale disposizione del geotessile nel cassonetto è tollerata una larghezza massima di 2 cm inferiore a quella del cassonetto cui dovrà essere posato.

E' necessario che i sormonti, sia nella testata sia in senso longitudinale, garantiscano una sovrapposizione di almeno 20 cm e che gli stessi vengano cosparsi di emulsione per garantire aderenza e continuità. Inoltre nei tratti in curva è necessario apportare idonei tagli, con opportune sovrapposizioni al fine di assicurarne la continuità. Durante la messa in opera il telo deve essere teso sufficientemente per non creare deformazioni (grinze, pieghe, ecc.).

2.6.2 GEOGRIGLIA

Qualora previsto in progetto, l'Impresa dovrà provvedere ad inserire una geogriglia tra gli strati portanti della pavimentazione, con funzione di rinforzo e di barriera alla propagazione verso la superficie di lesioni preesistenti nei vecchi conglomerati bituminosi.

Le caratteristiche del prodotto utilizzato devono essere conformi ai requisiti riportati nella seguente tabella:

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

CARATTERISTICHE DELLA GEOGRIGLIA			
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE
Resistenza alla trazione sia in senso longitudinale sia trasversale. (Allungamenti <4%)	UNI EN ISO 10319	kN/m	≥ 100

La rete con apertura della maglia 10-20 mm dovrà essere costituita da filamenti di fibra di vetro o carbonio con resistenza a temperature minime di 700 °C e dovrà inoltre essere ricoperta con uno strato di polimeri elastomerici che ne permettano l'adesività.

Le sovrapposizioni tra le diverse strisciate dovranno essere di 10-20 cm.

2.6.3 MEMBRANA BITUMINOSA AUTOTERMOADESIVA

Qualora previsto in progetto, l'Impresa dovrà provvedere ad inserire una membrana bituminosa autotermodadesiva tra gli strati portanti della pavimentazione, con funzione di rinforzo, di barriera alla propagazione verso la superficie di lesioni preesistenti nei vecchi conglomerati bituminosi (fessure di riflessione) e di impermeabilizzazione.

Le caratteristiche del prodotto utilizzato devono essere conformi ai requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELLA GEOGRIGLIA			
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE
spessore	EN 1849-1	mm	2,0 ÷ 2,5
Resistenza alla trazione sia in senso longitudinale sia trasversale. (Allungamenti <4%)	UNI EN ISO 12311-1	kN/m	≥ 40

La membrana bituminosa sarà composta da una geomembrana costituita, in massima parte, da un bitume modificato accoppiata ad una geogriglia di rinforzo in fibra di vetro.

La posa potrà avvenire al di sotto dello strato di binder sulla superficie fresata oppure secondo le indicazioni progettuali. La superficie fresata sulla quale andrà posata la membrana non dovrà essere troppo rugosa (è necessario che gli utensili impiegati siano sempre taglienti ed in perfetta efficienza e che la velocità di avanzamento delle fresatrici non sia mai spinta oltre il limite che possa compromettere la regolare esecuzione della lavorazione). La superficie fresata deve essere accuratamente pulita. La spazzolatura per togliere la polvere va fatta in assenza di acqua. La posa va preceduta dalla spruzzatura di una mano di emulsione bituminosa acida al 55% in ragione di 0,5 kg/m² di residuo secco.

La posa deve avvenire in condizioni ambientali favorevoli, con la superficie di posa asciutta e con temperatura superiori ai 10°C

Le sovrapposizioni longitudinali delle diverse strisciate dovranno essere di almeno 5 cm mentre le sovrapposizioni trasversali (di testa) fra due fogli consecutivi dovranno essere di almeno 10 cm e dovrà essere effettuata in modo che il lembo superiore sia disposto lungo il senso di marcia della vibrofinitrice.

2.6.4 MEMBRANA BITUMINOSA ESEGUITA IN SITO

Qualora previsto in progetto, l'Impresa dovrà provvedere ad inserire una membrana bituminosa, eseguita in sito, con funzione di rinforzo, di barriera alla propagazione verso la superficie di lesioni preesistenti nei vecchi conglomerati bituminosi (fessure di riflessione) e di impermeabilizzazione.

La membrana bituminosa sarà realizzata con l'interclusione di un geocomposito per il rinforzo e l'impermeabilizzazione della pavimentazione.

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

Le caratteristiche del prodotto utilizzato devono essere conformi ai requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DEL GEOCOMPOSITO			
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE
massa totale	EN ISO 9864	g/m ²	tra 350 e 400
Resistenza alla trazione sia in senso longitudinale sia trasversale.	EN ISO 10319	kN/m	≥ 50
Resistenza alla trazione sia in senso longitudinale sia trasversale. (Allungamenti <2%)	EN ISO 10319	kN/m	≥ 45
Allungamento a rottura	EN ISO 10319	%	3
Punto di fusione	EN ISO 9864	°C	>180

La membrana bituminosa sarà composta da una geocomposito costituito da un non tessuto a filamento continuo agugliato meccanicamente ed accoppiato a filamenti di vetro di rinforzo e da bitume modificato.

La superficie prima della posa della membrana dovrà essere perfettamente pulita.

Successivamente la pulizia andrà steso, mediante spargimento con autocisterna termica provvista di autonomo impianto di riscaldamento e barra di spruzzatura automatica, bitume modificato con elastomeri oppure emulsione bituminosa al 70% con bitume modificato. La quantità di bitume modificato (o del residuo secco nel caso di emulsione bituminosa) dovrà essere pari a 1,10 kg/m² (emulsione al 70% circa 1,6 kg/m²). In ogni caso il bitume (residuo bituminoso nel caso di emulsione) dovrà avere le caratteristiche riportate nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE BITUME MODIFICATO (o nel caso di emulsione al 70% caratteristiche del Legante recuperato per evaporazione (UNI EN 13074))			
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	dmm	da 50 a 100
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	>60
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN 12593	°C	< -15
Ritorno elastico a 25°C	UNI EN 12593	%	>75
Coesione – Force ductility test a 10 °C	UNI EN 13589 UNI EN 13703	J/cm ²	2

Immediatamente dopo la stesa del bitume (oppure, nel caso di utilizzo di emulsione bituminosa al 70% dopo che l'emulsione abbia effettuato la "rottura" cioè l'acqua sia evaporata) andrà posato il geocomposito evitando qualsiasi tipo di piega. In ogni caso si raccomanda che la posa del geocomposito venga effettuata da personale qualificato attraverso l'utilizzo di opportuna apparecchiatura.

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

2.6.5 MANO D'ATTACCO con bitume normale

Per mano d'attacco si intende quell'applicazione di emulsione bituminosa eseguita prima o durante la stesa del conglomerato con lo scopo di migliorare e garantire l'adesione ed il perfetto ancoraggio tra gli strati della pavimentazione. La mano d'attacco deve sempre essere effettuata anche nel caso in cui gli strati della pavimentazione vengono posati senza interruzioni.

I requisiti di accettazione dell'emulsione bituminosa, qualora non specificato diversamente, dovranno essere conformi alle seguenti prescrizioni:

- Regolamento prodotti da costruzione CPR 305/11;
- Allegato ZA della Norma armonizzata UNI EN 13808 " Bitumi e leganti bituminosi. Quadro delle specifiche per le emulsioni bituminose cationiche".

Il prelievo dei campioni da sottoporre ad analisi deve essere effettuato in conformità alla norma UNI EN 58 "Bitumi e leganti bituminosi. Metodi di campionamento".

Salvo diverse disposizioni del Progettista, dovrà essere utilizzata emulsione bituminosa cationica (acida) a rapida rottura con il 55% di bitume residuo designata, in conformità alla norma UNI EN 13808, secondo la seguente dicitura: C 55 B 3 (emulsione cationica a rapida rottura con il 55% di bitume residuo).

Le caratteristiche dell'emulsione bituminosa per la realizzazione della mano d'attacco devono essere conformi ai requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELL'EMULSIONE BITUMINOSA			
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE
Polarità	UNI EN 1430	-	Cationica
Contenuto di legante+flussante	UNI EN 1431	%	>55+/-2
Contenuto d'acqua	UNI EN 1428	%	45+/-2
Contenuto di flussante	UNI EN 1431	%	<3
Indice di rottura	UNI EN13075-1	-	da 70 a 130
Sedimentazione a 7 giorni	UNI EN 12847	%	<10
Legante recuperato per evaporazione UNI EN 13074			
Penetrazione a 25°C (sul residuo bituminoso)	UNI EN 1426	dmm	da 70 a 220
Punto di rammollimento (sul residuo bituminoso)	UNI EN 1427	°C	da 40 a 45

Prima della stesa della mano d'attacco l'Impresa dovrà rimuovere tutte le impurità presenti.

La quantità di emulsione bituminosa normalmente da impiegare per la realizzazione della mano d'attacco deve essere:

- di 0,35 kg/m² di bitume residuo nel caso di ricariche (stesa sopra conglomerato esistente);
- di 0,40 kg/m² di bitume residuo nel caso di stesa su pavimentazione precedentemente fresata.

Prima della stesa della mano d'attacco l'Impresa dovrà rimuovere tutte le impurità presenti.

La superficie trattata dovrà risultare perfettamente coperta da uno strato omogeneo di prodotto, compresi i bordi verticali del cavo eventualmente fresato.

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

2.6.6 MANO D'ATTACCO costituita da emulsione elastomerica con bitume modificato Hard

Per mano d'attacco si intende quell'applicazione di emulsione bituminosa eseguita prima o durante la stesa del conglomerato con lo scopo di migliorare e garantire l'adesione ed il perfetto ancoraggio tra gli strati della pavimentazione. La mano d'attacco deve sempre essere effettuata anche nel caso in cui gli strati della pavimentazione vengono posati senza interruzioni.

I requisiti di accettazione dell'emulsione bituminosa, qualora non specificato diversamente, dovranno essere conformi alle seguenti prescrizioni:

- Regolamento prodotti da costruzione CPR 305/11;
- Allegato ZA della Norma armonizzata UNI EN 13808 " Bitumi e leganti bituminosi. Quadro delle specifiche per le emulsioni bituminose cationiche".

Il prelievo dei campioni da sottoporre ad analisi deve essere effettuato in conformità alla norma UNI EN 58 "Bitumi e leganti bituminosi. Metodi di campionamento".

La mano d'attacco deve essere realizzata con emulsione di bitume modificato con polimeri, spruzzata con apposita spanditrice. Prima della stesa della mano d'attacco l'Impresa dovrà rimuovere tutte le impurità presenti.

La mano d'attacco, per consentire il transito dei mezzi di stesa, deve essere coperta con latte di calce.

La quantità di emulsione bituminosa normalmente da impiegare per la realizzazione della mano d'attacco deve essere:

- di 0,35 kg/m² di bitume residuo nel caso di ricariche (stesa sopra conglomerato esistente);
- di 0,40 kg/m² di bitume residuo nel caso di stesa su pavimentazione precedentemente fresata.

La superficie trattata dovrà risultare perfettamente coperta da uno strato omogeneo di prodotto, compresi i bordi verticali del cavo eventualmente fresato.

L'emulsione per mano d'attacco deve essere un'emulsione cationica a rottura rapida con il 69% di bitume residuo modificato con polimeri (designazione secondo UNI EN 13808: C 69 BP 3).

Le caratteristiche dell'emulsione bituminosa per la realizzazione della mano d'attacco devono essere conformi ai requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELL'EMULSIONE BITUMINOSA DI BITUME MODIFICATO CON POLIMERI – C 69 BP 3			
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE
Contenuto d'acqua	UNI EN 1428	%	30+/-1
Contenuto di legante bituminoso	UNI EN 1431	%	67-71
Contenuto di flussante	UNI EN 1431	%	0
Sedimentazione a 7 giorni	UNI EN 12847	%	< 10
Indice di rottura	UNI EN13075-1	-	da 70 a 155
Legante recuperato per evaporazione UNI EN 13074			
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	dmm	da 50 a 70
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	>65
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN 12593	°C	< -15
Ritorno elastico a 25°C	UNI EN 12593	%	>75

La superficie trattata dovrà risultare perfettamente coperta da uno strato omogeneo di prodotto, compresi i bordi verticali del cavo eventualmente fresato.

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

L'ancoraggio tra gli strati di conglomerato bituminoso (tra strato di base e binder oppure tra strato binder e usura) viene determinato, sulle carote estratte (diametro 150mm circa), mediante la prova di taglio diretto eseguita con l'apparato Leutner (SN 6070461).

Per valori di resistenza al taglio inferiori a 15 kN viene applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco degli strati sovrastanti all'ancoraggio pari a:

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

Dove t è la media degli scostamenti dei valori ottenuti dalle carote rispetto al valore limite di 15kN. Valori di resistenza al taglio inferiori a 5 kN comporteranno al rimozione degli strati sovrastanti all'ancoraggio e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

Nei casi in cui all'interfaccia degli strati sia stato inserito un elemento di rinforzo (rete, geocomposito, geomembrane ecc.) il valore minimo di resistenza al taglio accettabile senza detrazioni è ridotto a 12kN

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

2.6.7 MEMBRANA IMPERMEABILIZZANTE

Per membrana impermeabilizzante si intende quello strato di legante bituminoso modificato che svolge contemporaneamente le funzioni di ancoraggio dello strato superiore, mano d'attacco, e di impermeabilizzazione dello strato inferiore. È prevista sotto gli strati di usura Drenante - Fonassorbente Speciale (PA), usura porosa per pavimentazioni semirigide (PA) e usura Antisdrucciolo (SMA).

A seconda del legante utilizzato può essere costituita da uno strato di bitume modificato o di emulsione da bitume modificato.

Nel primo caso dovrà essere impiegato bitume ad alta viscosità, del tipo 50/70 modificato (tipo HARD), così come specificato nella tabella *"CARATTERISTICHE DEL BITUME MODIFICATO HARD"* riportata nelle presenti Prescrizioni tecniche.

Il bitume modificato verrà distribuito sulla sede stradale asciutta, preventivamente pulita e depolverizzata, mediante serbatoio semovente munito di barra spruzzatrice e di pompa dosatrice. Per stendere il legante l'Impresa dovrà utilizzare macchine spruzzatrici dotate di unità autonoma di riscaldamento.

Il legante, riscaldato alla temperatura di circa 180°C, dovrà essere spruzzato in modo da ricoprire con spessore omogeneo la superficie stradale in quantità di 1,0 kg/m²; la tolleranza ammessa è di $\pm 0,1$ kg/m². Dosaggi differenti dovranno essere autorizzati dalla Direzione Lavori.

Nel secondo caso dovrà essere impiegata emulsione bituminosa proveniente bitume ad alta viscosità, del tipo 50/70 modificato (tipo HARD), conforme ai requisiti specificati nella seguente tabella:

CARATTERISTICA DELL'EMULSIONE BITUMINOSA MODIFICATA			
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE
Contenuto di legante+flussante	UNI EN 1431	%	>67 (± 2)
Contenuto d'acqua	UNI EN 1428	%	<30 (± 2)
Contenuto di flussante	UNI EN 1431	%	<3
Indice di rottura	UNI EN13075-1	-	da 70 a 130
Sedimentazione a 7 giorni	UNI EN 12847	%	<10
Determinazione del potere pH	UNI EN 12850	-	<6
Penetrazione a 25°C (sul residuo bituminoso)	UNI EN 1426	dmm	da 40 a 70
Punto di rammollimento (sul residuo bituminoso)	UNI EN 1427	°C	> 65
Punto di rottura Fraass	UNI EN 12593	°C	≤ -18

La quantità di emulsione bituminosa modificata spruzzata a caldo dovrà essere calibrata in modo da ricoprire con spessore omogeneo la superficie stradale, stesa in ragione di 1,5 kg/m² corrispondente a circa 1 kg/m² di residuo secco bituminoso; la tolleranza ammessa è di $\pm 0,1$ kg/m² di residuo secco.

Al fine evitare l'incollaggio degli pneumatici (o dei cingoli) alla mano d'attacco o alla membrana impermeabilizzante e quindi l'asportazione della stessa dovrà essere eseguita l'applicazione di latte di calce. L'applicazione del latte di calce dovrà avvenire dopo la "rottura" dell'emulsione bituminosa. L'appaltatore dovrà applicare un latte di calce diluito sulla mano d'attacco o sulla membrana impermeabilizzante in ragione di 250÷500 g/m² di latte di calce. Il latte di calce avrà una diluizione: compresa tra 60 g e 100g di sostanza secca di calce idrata/litro.

L'appaltatore utilizzerà i mezzi necessari per evitare qualsiasi precipitazione della calce.

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

L'ancoraggio tra gli strati di conglomerato bituminoso (tra strato binder e usura (Drenante oppure SMA)) viene determinato, sulle carote estratte (diametro 150mm circa), mediante la prova di taglio diretto eseguita con l'apparato Leutner (SN 6070461).

Per valori di resistenza al taglio inferiori a 15 kN viene applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco degli strati sovrastanti all'ancoraggio pari a:

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

Dove t è la media degli scostamenti dei valori ottenuti dalle carote rispetto al valore limite di 15kN. Valori di resistenza al taglio inferiori a 5 kN comporteranno al rimozione degli strati sovrastanti all'ancoraggio e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

Nei casi in cui all'interfaccia degli strati sia stato inserito un elemento di rinforzo (rete, geocomposito, geomembrane ecc.) il valore minimo di resistenza al taglio accettabile senza detrazioni è ridotto a 12kN

2.7 CONGLOMERATI BITUMINOSI PRODOTTI A CALDO

Nella tabella seguente sono riportati i tipi di conglomerato bituminoso prodotti a caldo in impianto e specificati nelle presenti Prescrizioni tecniche:

TIPOLOGIE DEI CONGLOMERATI BITUMINOSI PRODOTTI A CALDO				
SIGLA	DIMENSIONE NOMINALE AGGREGATI	STRATO D'IMPIEGO	TIPO DI LEGANTE	NORMA ARMONIZZATA
CB	31,5	base	Bitume modificato 50/70 (modifica hard)	UNI EN 13108-1
CB	20	base	Bitume modificato 10/40 (modifica alto modulo)	UNI EN 13108-1
CB	16	Collegamento (binder)	Bitume modificato 50/70 (modifica hard)	UNI EN 13108-1
CB	20	Collegamento (binder)	Bitume modificato 10/40 (modifica alto modulo)	UNI EN 13108-1
CB	12,5	usura	Bitume modificato 50/70 (modifica hard)	UNI EN 13108-1
PA	16	usura Drenante- Fonoassorbente Speciale	Bitume modificato 50/70 (modifica hard)	UNI EN 13108-7
PA	16	usura porosa per pavimentazioni semirigide (parcheggio mezzi pesanti)	Bitume modificato 50/70 (modifica hard)	UNI EN 13108-7
SMA	12,5	usura antisdrucchiolo chiuso	Bitume modificato 50/70 (modifica hard)	UNI EN 13108-5

I conglomerati bituminosi utilizzati dovranno soddisfare i requisiti stabiliti dalle Norme armonizzate della serie UNI EN 13108. Il materiale fornito dovrà essere corredato della Marcatura CE per i conglomerati bituminosi prodotti a caldo secondo il sistema di attestazione previsto dalla normativa vigente.

I conglomerati bituminosi devono possedere elevata resistenza meccanica elastoviscoplastica (capacità di sopportare le sollecitazioni trasmesse dai veicoli), ed elevata resistenza a fatica (capacità di sopportare il numero maggiore possibile di ripetizioni di carico).

L'Impresa dovrà formulare la miscela ottimale da analizzare mediante prove preliminari al fine di determinare la composizione granulometrica e la quantità effettiva di bitume da impiegare nel conglomerato bituminoso secondo le modalità di qualifica descritte di seguito.

2.7.1 PRESCRIZIONI GENERALI

L'Impresa ha l'obbligo di eseguire le prove sperimentali preliminari sull'idoneità dei materiali costituenti da utilizzare (aggregati naturali, leganti bituminosi, conglomerato bituminoso di recupero, additivi); i risultati di tali prove determineranno l'accettazione dei materiali. La Direzione Lavori potrà ordinare ulteriori prove di verifica presso un proprio laboratorio incaricato ed i relativi oneri saranno a carico della Società.

L'Impresa è tenuta a presentare, con congruo anticipo rispetto all'inizio dei lavori (almeno due settimane) e per ogni cantiere di produzione, la composizione delle miscele che intende adottare.

L'impresa dovrà provvedere alla validazione delle composizioni ottimali in uscita, presso l'impianto, al fine di dimostrare che tali miscele siano realizzabili non solo in laboratorio ma anche all'impianto di produzione. A tale scopo l'Impresa dovrà presentare alla Direzione Lavori i "mix design" delle composizioni ottimali, corredati dei risultati delle prove di validazione che costituiranno l'insieme delle Prove Iniziali di Tipo (ITT).

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

Le Prove Iniziali di Tipo dovranno essere eseguite, per ogni tipo di miscela bituminosa prevista dalle presenti Prescrizioni tecniche, nello stesso anno solare in cui viene eseguita la messa in opera e prontamente aggiornate qualora dovessero verificarsi cambiamenti dei materiali costituenti o nel processo produttivo.

I requisiti, determinati mediante le prove iniziali di qualifica secondo le modalità previste dalla norma UNI EN 13108-20, dovranno essere conformi alle caratteristiche previste per i materiali costituenti e per le miscele finite descritte nelle presenti Prescrizioni tecniche.

La Direzione Lavori si riserva di approvare i risultati ottenuti ed ha facoltà di richiedere all'Impresa ulteriori analisi sulle miscele e sui materiali presso un proprio laboratorio incaricato. L'approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Impresa, relativa al raggiungimento dei requisiti finali dei conglomerati in opera.

L'Impresa dovrà presidiare rigorosamente il proprio processo produttivo mediante l'esecuzione dei Controlli di Produzione in Fabbrica (FPC) secondo le modalità previste dalla norma UNI EN 13108-21.

I controlli in produzione comprendono sia l'accertamento periodico dei requisiti definiti per i materiali costituenti e per i prodotti sia le verifiche sul processo di produzione dei conglomerati bituminosi.

2.7.2 CARATTERISTICHE DEGLI IMPIANTI DI PRODUZIONE DEL CONGLOMERATO BITUMINOSO

Il concorrente deve mettere a disposizione per tutta la durata dei lavori uno o più impianti di produzione di conglomerato bituminoso della capacità produttiva complessiva di almeno 300 t/h.

Gli impianti di produzione del conglomerato bituminoso, mantenuti in perfette condizioni di funzionamento ed idonei per assicurare la continua conformità del prodotto alle caratteristiche definite, devono comunque avere la potenzialità produttiva necessaria per garantire la continuità di fornitura durante la stesa, evitando soste o interruzioni di approvvigionamento.

La produzione di ciascun impianto non deve comunque essere spinta oltre la sua potenzialità per assicurare il perfetto essiccamento, l'uniforme riscaldamento della miscela e la perfetta vagliatura che assicuri un'idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati lapidei utilizzati.

Ogni impianto deve assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta (non superiore a 190°C) e il mantenimento uniforme della viscosità fino al momento della miscelazione nonché il perfetto dosaggio sia del bitume sia dell'additivo.

La temperatura degli aggregati, all'atto della miscelazione, deve essere compresa tra 160°C e 180°C, e quella del legante non superiore ai 180°C, salvo diverse disposizioni della Direzione Lavori, in rapporto al tipo di bitume impiegato.

Per la verifica delle suddette temperature, gli essiccatori, i serbatoi e le tramogge degli impianti devono essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati.

La distanza tra gli impianti e i luoghi di stesa, considerando anche le caratteristiche dei mezzi di trasporto utilizzati, deve permettere di garantire, all'atto della stesa, una temperatura del conglomerato compresa tra i 150° ed i 160° C a fronte di una temperatura non superiore ai 180° C nella fase di produzione.

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

2.7.3 STRATO DI BASE

2.7.3.1 DESCRIZIONE E DESIGNAZIONE

Lo strato di base è costituito da una miscela di aggregati naturali, bitume modificato ad alta viscosità, filler ed eventuali additivi; è consentito l'utilizzo di conglomerato bituminoso di recupero (Ra) in percentuale massima del 30%. La miscela è prodotta a caldo, previo riscaldamento degli aggregati e del legante.

Il materiale viene steso in opera mediante idonea macchina vibrofinitrice assistita da meccanismi di auto livellamento e munita di rasatore per la precompattazione ed è costipato con rulli gommati e/o metallici vibranti.

Lo spessore dello strato è determinato dal Progettista.

Prima della stesa, l'Impresa dovrà procedere con la formazione della mano d'attacco in emulsione bituminosa in conformità ai requisiti definiti nel paragrafo *"MANO D'ATTACCO con bitume normale"* delle presenti Prescrizioni Tecniche.

Il conglomerato bituminoso utilizzato per lo strato di base deve essere caratterizzato in conformità ai requisiti delle miscele utilizzate per uso stradale specificati nella norma UNI EN 13108-1 e viene designato secondo la seguente dicitura:

Le miscele impiegate devono essere qualificate in conformità al Regolamento UE n.305/2011 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura deve essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13108-1

CB	31,5	base	PMB 50–70/65
-----------	-------------	-------------	---------------------

2.7.3.2 MATERIALI COSTITUENTI

2.7.3.2.1 AGGREGATI

Gli aggregati naturali costituiscono la struttura portante del conglomerato bituminoso e comprendono gli aggregati grossi, gli aggregati fini e l'aggregato filler.

I requisiti di accettazione degli aggregati naturali impiegati, qualora non specificato diversamente, dovranno essere conformi alle seguenti prescrizioni:

- UNI EN 932-3 "Procedura e terminologia per la descrizione petrografica semplificata";
- Regolamento prodotti da costruzione CPR 305/11;
- Allegato ZA della Norma armonizzata UNI EN 13043 " Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti ed altre aree soggette a traffico".

Il prelievo dei campioni da sottoporre ad analisi deve essere effettuato in conformità alla norma UNI EN 932-1 "Metodi di campionamento degli aggregati".

L'Aggregato grosso appartiene alla classe granulometrica compresa tra $d > 4$ mm e $D \leq 45$ mm; dovrà essere ottenuto da frantumazione e lavorazione di rocce dure o terreni e dovrà essere costituito granuli privi di elementi in fase di alterazione, polvere o materiali estranei. I materiali dovranno soddisfare i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELL'AGGREGATO GROSSO (MISCELA PER LO STRATO DI BASE)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13043)
Dimensione massima	UNI EN 933-1	D_{max}	mm	40	-
Requisito di granulometria	UNI EN 933-1	G_C	%		G_{C90-10}
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	LA	%	≤ 25	LA_{25}
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	F	%	< 1	F_1
Percentuale di superfici frantumate	UNI EN 933-5	C	%	≥ 70	$C_{95/1}$
Affinità ai leganti bituminosi	UNI EN 12697-11	-	%	< 5	-
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	FI	%	< 20	FI_{20}

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

L'Aggregato fine appartiene alla classe granulometrica compresa tra $d > 0,063$ mm e $D < 4$ mm con denominazione $G_F 85$; dovrà essere costituito da sabbie di frantumazione e privo di elementi in fase di alterazione, polvere o materiali estranei. I materiali dovranno soddisfare i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELL'AGGREGATO FINE (MISCELA PER LO STRATO DI BASE)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13043)
Passante al setaccio 0,063	UNI EN 933-1	f	%	< 10	f ₁₀
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	SE	%	>70	-

L'aggregato filler appartiene alla classe costituita in prevalenza da particelle passanti al setaccio 0,063 mm e dovrà provenire preferibilmente dalla frantumazione di rocce calcaree. Possono essere utilizzati anche cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di roccia asphaltica e ceneri volanti.

I materiali dovranno soddisfare i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELL'AGGREGATO FILLER (MISCELA PER LO STRATO DI BASE)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13043)
Passante al setaccio 2 mm	UNI EN 933-10	-	%	100	-
Passante al setaccio 0,125 mm	UNI EN 933-10	-	%	da 85 a 100	-
Passante al setaccio 0,063 mm	UNI EN 933-10	-	%	da 70 a 100	-
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 1789-12	-	-	N.P.	-
Porosità del filler compattato secco (Ridgen)	UNI EN 1097-4	V	%	da 28 a 45	V _{28/45}
Palla anello (filler/bitume= 1,5)	UNI EN 13179-1	$\Delta_{R\&B}$	%	> 8	$\Delta_{R\&B/16}$

2.7.3.2.2 LEGANTE

Per il confezionamento del conglomerato bituminoso per lo strato di base dovrà essere impiegato come legante bituminoso il bitume modificato ad alta viscosità ottenuto dalla fusione di bitume semisolido con polimeri elastomerici o plastomerici che ne modificano la struttura chimica e le caratteristiche fisiche e meccaniche.

I requisiti di accettazione del bitume, qualora non specificato diversamente, dovranno essere conformi alle seguenti prescrizioni:

- Regolamento prodotti da costruzione CPR 305/11;
- Allegato ZA della Norma armonizzata UNI EN 14023 " Bitumi e leganti bituminosi. Quadro delle specifiche riguardanti i bitumi modificati da polimeri".

Il prelievo dei campioni da sottoporre ad analisi deve essere effettuato in conformità alla norma UNI EN 58 "Metodi di campionamento dei leganti bituminosi".

Il bitume modificato ad alta viscosità, del tipo 50/70 modificato (tipo HARD), dovrà essere conforme alla Norma UNI EN 14023 e dovrà presentare le seguenti caratteristiche:

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

CARATTERISTICHE DEL BITUME MODIFICATO HARD (MISCELA PER LO STRATO DI BASE)			
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	dmm	da 50 a 70
Punto di rammollimento (palla anello)	UNI EN 1427	°C	≥ 65
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN 12593	°C	≤ -20
Ritorno elastico a 25 °C	UNI EN 13398	%	> 75
Stabilità allo stoccaggio (3 gg a 180°C)	UNI EN 13399	°C	< 0,5
Viscosità dinamica a 160 °C, $Y=10s^{-1}$	UNI EN 13702-2	Pa*s	da 0,30 a 0,50
RESISTENZA ALL'INVECCHIAMENTO			
Rapporto tra la penetrazione residua, dopo invecchiamento accelerato, e la penetrazione originaria, a 25°C. (RTFOT UNI EN 12607-1)	UNI EN 1426	%	≥ 60
Ritorno elastico a 25 °C (RTFOT UNI EN 12607-1)	UNI EN 13398	%	> 50
Incremento del Punto di rammollimento (RTFOT UNI EN 12607-1)	UNI EN 1427	°C	< 5
Scostamento tra la Penetrazione residua, dopo "tuben test", e la Penetrazione originaria, a 25°C. (UNI EN 13399)	UNI EN 1426	Δ dmm	< 5
Scostamento tra il punto di Rammollimento, dopo "tuben test", ed il Rammollimento originario. (UNI EN 13399)	UNI EN 1427	Δ °C	< 3

Qualora previsto in progetto, per il confezionamento del conglomerato bituminoso per lo strato di base può essere utilizzato bitume tal quale del tipo 50/70, che dovrà essere conforme al Regolamento prodotti da costruzione CPR 305/11 ed all'allegato ZA della Norma UNI EN 12591 e dovrà presentare le seguenti caratteristiche:

CARATTERISTICHE DEL BITUME NORMALE (TAL QUALE) (MISCELA PER LO STRATO DI BASE)			
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	dmm	da 50 a 70
Punto di rammollimento (palla anello)	UNI EN 1427	°C	da 46 a 54
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN 12593	°C	≤ -8
Perdita per riscaldamento a 163 °C (volatilità), massimo	UNI EN 12607-1 o UNI EN 12607-2	%	≤0,5
RESISTENZA ALL'INVECCHIAMENTO			
Rapporto tra la penetrazione residua, dopo invecchiamento accelerato, e la penetrazione originaria, a 25°C. (RTFOT UNI EN 12607-1)	UNI EN 1426	%	50
Punto di rottura Fraass del residuo della prova di volatilità, massimo	UNI EN 12593	°C	-8
Contenuto di paraffina	UNI EN 12606-1 o	%	<2,2
	UNI EN 12606-2		<4,5

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

In presenza di temperature atmosferiche o del piano di appoggio non ottimali la DL può richiedere l'impiego di bitume ad elevata lavorabilità per consentire il regolare procedimento di compattazione ed assicurare il raggiungimento delle caratteristiche volumetriche e meccaniche dello strato. Prima della fornitura l'Impresa dovrà consegnare alla DL la documentazione tecnica del prodotto che intende impiegare per l'approvazione.

2.7.3.2.3 CONGLOMERATO BITUMINOSO DI RECUPERO

Per il confezionamento della miscela, oltre agli aggregati naturali ed al bitume modificato, è consentito l'utilizzo di conglomerato bituminoso di recupero (Ra) proveniente dalla fresatura, a freddo, di pavimentazioni.

Questo materiale, denominato "fresato", potrà essere impiegato nella quantità massima del 30% in peso riferito alla miscela degli aggregati nel pieno rispetto delle caratteristiche tecniche previste dalle presenti Prescrizioni tecniche.

Le caratteristiche del conglomerato bituminoso di recupero devono essere determinate in conformità alla norma UNI EN 13108-8. In particolare il cumulo deve essere privo di materie estranee ed il materiale, prima dell'impiego, deve essere opportunamente vagliato per evitare l'inserimento di elementi delle dimensioni superiori a quelle massime della miscela finale. Devono essere accertate il tipo, la quantità e le proprietà del legante e degli aggregati costituenti.

Qualora venga utilizzato il conglomerato bituminoso di recupero, in una quantità superiore al 20% rispetto al peso della miscela, dovranno essere determinati i valori finali della penetrazione e del punto di rammolimento del legante per verificare la conformità alle caratteristiche definite. Il calcolo della penetrazione e del punto di rammolimento del legante della miscela dovrà basarsi sulle caratteristiche del legante aggiunto e del legante contenuto nel conglomerato riciclato secondo le modalità prescritte nella norma UNI EN 13108-1.

Il conglomerato bituminoso dovrà essere confezionato mediante impianti fissi, automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte, attrezzati per il riscaldamento separato del materiale riciclato al fine di contenere al minimo i danni dovuti al riscaldamento del bitume presente nel fresato.

L'umidità del conglomerato bituminoso di recupero, prima del riscaldamento, deve essere comunque inferiore al 4% in peso; nel caso di valori superiori la produzione di conglomerato bituminoso, con fresato, deve essere sospesa.

Il conglomerato bituminoso per lo strato di base confezionato con il materiale riciclato dovrà soddisfare le medesime prescrizioni del conglomerato prodotto a caldo con materiali di primo impiego.

Le caratteristiche del conglomerato bituminoso riciclato e la quantità di utilizzo dovranno essere riportate nello studio preliminare della miscela (mix design) e sottoposte alla validazione mediante esecuzione delle Prove Iniziali di Tipo (ITT).

Qualora non fossero soddisfatti i requisiti previsti, anche relativamente alle temperature di riscaldamento degli aggregati, o in seguito a verifiche di non adeguata omogeneità dei componenti dovrà essere diminuita la percentuale di materiale da riciclare.

La mancata osservazione delle prescrizioni fornite dal laboratorio comporterà il divieto di utilizzare il materiale "fresato".

2.7.3.2.4 ADDITIVI

Nel caso di impiego del conglomerato bituminoso riciclato potranno essere utilizzati speciali Attivanti Chimici Funzionali (ACF) per rigenerare le caratteristiche di viscosità ed adesività possedute dal bitume invecchiato e soddisfare le prescrizioni finali richieste per la miscela.

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

Gli Attivanti Chimici Funzionali devono avere le caratteristiche chimico-fisiche descritte nella seguente tabella:

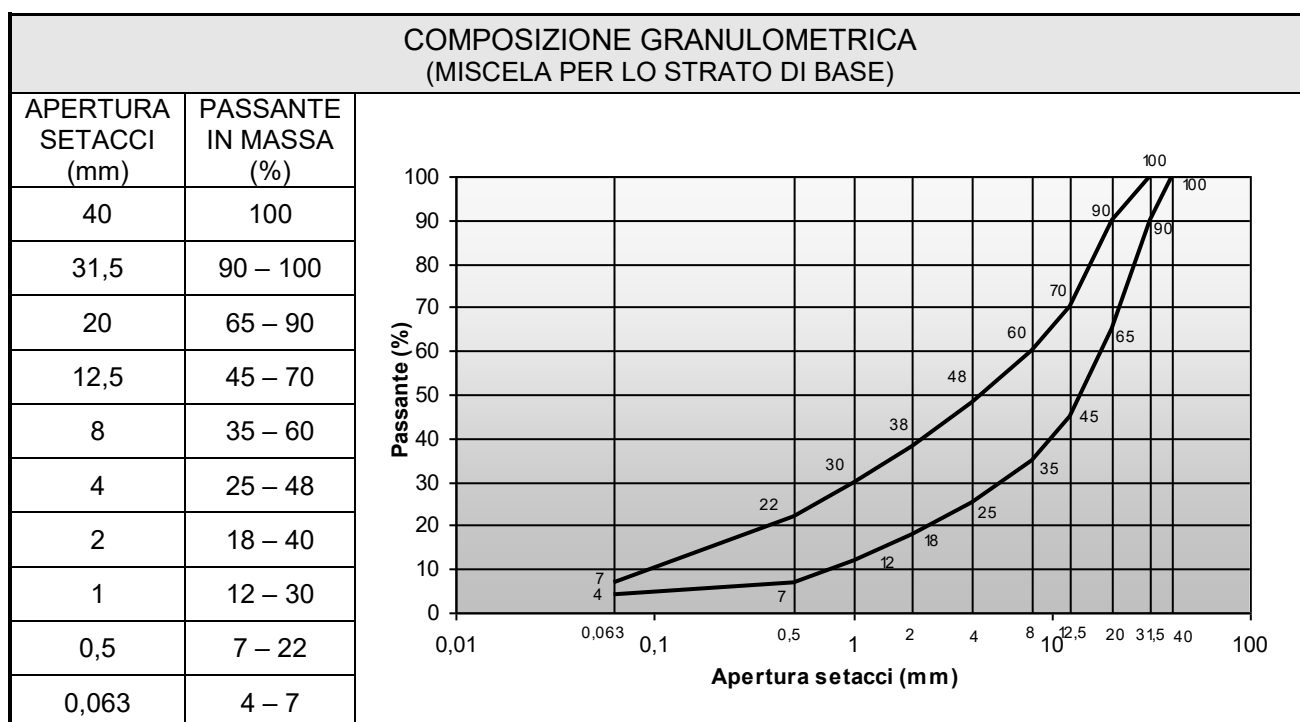
CARATTERISTICHE DEGLI ATTIVANTI DI RIGENERAZIONE (ACF)			
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE
Densità a 25 °C	ASTM D-1298	-	da 0,900 a 0,950
Punto di infiammabilità	ASTM D-92	°C	200
Viscosità dinamica a 160 °C, $\gamma=10s^{-1}$	SNV 671908/74	Pa*s	da 0,03 a 0,05
Solubilità in tricloroetilene (in peso)	ASTM D-2042	%	99,5
Numero di neutralizzazione	IP 213	mg/KOH/g	da 1,5 a 2,5
Contenuto di acqua (in volume)	ASTM D-95	%	1
Contenuto di azoto (in peso)	ASTM D-3228	%	da 0,8 a 1,0

La percentuale di impiego deve essere stabilita e validata con prove sulla miscela di conglomerato bituminoso.

Le caratteristiche e la quantità di utilizzo degli attivanti di rigenerazione dovranno essere riportate nello studio preliminare della miscela (mix design).

2.7.3.3 CARATTERISTICHE DELLA MISCELA

La miscela ottimale degli aggregati lapidei impiegati per il confezionamento del conglomerato bituminoso per lo strato di base dovrà avere una composizione granulometrica, determinata in conformità alle norme UNI EN 933-1 ed UNI EN 12697-2 utilizzando i setacci appartenenti al gruppo base + 2, compresa nei limiti del fuso riportato nella seguente tabella:



AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

La miscela ottimale dovrà avere un contenuto minimo di legante secondo quanto riportato nella seguente tabella:

CONTENUTO MINIMO DI LEGANTE (MISCELA PER LO STRATO DI BASE)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13108-1)
Contenuto di legante (riferito alla miscela)	UNI EN 12697-1 e 39	B _{min}	%	≥4,2	B _{min4,2}

Il legante contenuto nella miscela include il legante del conglomerato di recupero ed il bitume aggiunto e dovrà essere espresso in percentuale in massa rispetto alla miscela totale.

Per l'accettazione del materiale non saranno ammesse variazioni sulla composizione ottimale della miscela validata ed accettata dalla Direzione Lavori, eccedenti le tolleranze massime riportate nella tabella seguente:

TOLLERANZE AMMESSE RIFERITE ALLA COMPOSIZIONE OTTIMALE VALIDATA (MISCELA PER LO STRATO DI BASE)	
MATERIALE COSTITUENTE	TOLLERANZE AMMESSE
Aggregato grosso (trattenuto al setaccio 2mm)	± 5%
Aggregato fine (passante al setaccio 2mm e trattenuto al setaccio 0,063mm)	± 3%
Aggregato filler (passante al setaccio 0,063mm)	± 2%
Legante (riferito alla miscela)	± 0,3%

Il Produttore dovrà determinare la quantità ottimale di legante da impiegare in fase di qualifica della miscela da effettuare secondo il metodo Marshall o, in alternativa, secondo il metodo Volumetrico mediante pressa giratoria.

In base al metodo prescelto, le caratteristiche richieste per il conglomerato bituminoso da impiegare nello strato di base dovranno essere conformi ai requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

CARATTERISTICHE DELLA MISCELA PER LO STRATO DI BASE (Metodo Marshall)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13108-1)
Minima stabilità	UNI EN 12697-34	S _{min}	kN	>14	-
Quoziente (minimo)	UNI EN 12697-34	Q _{min}	kN/mm	>2,5	Q _{min2,5}
Quoziente (massimo)	UNI EN 12697-34	-	kN/mm	<4,0	-
Contenuto massimo di vuoti residui	UNI EN 12697-8 UNI EN 12697-6B UNI EN 12697-5A	V _{max}	%	<6	V _{max6}
Contenuto minimo di vuoti residui	UNI EN 12697-8 UNI EN 12697-6B UNI EN 12697-5A	V _{min}	%	>3	V _{min3}
Sensibilità all'acqua	UNI EN 12697-12	ITSR	%	>75	ITSR ₇₀
<ul style="list-style-type: none"> i provini per le misure di stabilità, quoziente e percentuale dei vuoti residui riportate dovranno essere confezionati presso l'impianto di produzione e/o all'atto della stesa e la temperatura di compattazione dovrà essere pari a 150°C ± 5°C; la determinazione della stabilità viene eseguita a 60°C su 4 provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia; il contenuto dei vuoti dovrà essere determinato in conformità alla norma UNI EN 13108-20. 					

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

CARATTERISTICHE DELLA MISCELA PER LO STRATO DI BASE (Metodo volumetrico)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13108-1)
Vuoti a 10 rotazioni	UNI EN 12697-5, 6, 8	V10G _{min}	%	>10	V10G _{min9}
		V10G _{max}	%	<14	-
Vuoti a 100 rotazioni		V _{min}	%	>3	V _{min3,0}
		V _{max}	%	<6	V _{max6}
Vuoti a 180 rotazioni		V _{min}	%	>2	V _{min2,0}
Modulo di rigidezza	UNI EN 12697-26	S _{min}	MPa	> 3 000	S _{min2 800}
Resistenza alla trazione indiretta a 25 °C	UNI EN 12697-23	ITS	N/mm ²	>0,8	-
Sensibilità all'acqua	UNI EN 12697-12	ITSR	%	>75	ITSR ₇₀
- Le condizioni di prova (parametri della pressa giratoria) sono definiti nella norma di riferimento (UNI EN 12697-31) - i requisiti di resistenza e di rigidezza saranno valutati su provini compattati a 100 rotazioni.					

Su richiesta della Direzione Lavori, il Produttore dovrà determinare le caratteristiche prestazionali della miscela secondo i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELLA MISCELA PER LO STRATO DI BASE (Requisiti prestazionali)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13108-1)
Resistenza alla deformazione permanente	UNI EN 12697-25 (proc. B)	f _{cmax}	µm/m/n	<1	f _{cmax1}
In alternativa					
Resistenza alla deformazione permanente (ormaiamento)	UNI EN 12697-22 (disp. piccolo)	WTS _{AIR}	mm/10 ³ cicli	<0,50	WTS _{AIR0,50}
<ul style="list-style-type: none"> Per evitare la duplicazione di specifiche ("eccesso di specifiche") non dovranno essere determinati entrambi i requisiti. Le densità di riferimento delle miscele analizzate dovranno corrispondere a quelle della compattazione Marshall a 75 colpi per faccia o della compattazione volumetrica, con pressa giratoria, a 180 giri. 					

Al fine di impedire un eccessivo riscaldamento con perdita irreparabile delle caratteristiche viscoelastiche del legante, dovrà essere effettuato un controllo periodico della temperatura della miscela finita.

I limiti della temperatura, massimo in produzione e minimo alla stesa, devono essere conformi ai valori riportati nella seguente tabella:

LIMITI DELLA TEMPERATURA (MISCELA PER LO STRATO DI BASE)				
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE MINIMO (alla stesa)	VALORE MASSIMO (alla produzione)
Temperatura della miscela	UNI EN 12697-13	°C	≥150	≤180

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

2.7.3.4 CARATTERISTICHE DELLO STRATO

Lo strato della pavimentazione dovrà essere realizzato nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto e la superficie finale dovrà presentarsi in qualunque direzione priva di irregolarità ed ondulazioni. Le caratteristiche che lo strato dovrà avere sono relative al requisito di addensamento della miscela, alle dimensioni (spessore) dello strato ed alle proprietà di aderenza della superficie.

Le caratteristiche di addensamento della miscela in opera saranno determinate preferibilmente secondo il metodo del grado di compattazione o, in alternativa a scelta della Direzione Lavori, secondo il metodo dei vuoti residui, in conformità con i requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI BASE (Grado di compattazione per confronto delle densità)			
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE
Grado di addensamento (per ogni campione)	UNI EN 12697-6	%	> 95
Grado di addensamento (media dei campioni)	UNI EN 12697-6	%	≥ 98
Il grado di compattazione è il rapporto tra la densità della miscela compattata in opera e la densità della miscela compattata in laboratorio riferita allo stesso lotto/giorno di produzione (massimo addensamento teorico).			

ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI BASE (Vuoti residui del campione prelevato in opera)				
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE
Vuoti residui (massimo per ogni campione)	UNI EN 12697-8	V_{\max}	%	< 10
Vuoti residui (media dei campioni)	UNI EN 12697-8	V_{\max}	%	< 7
Campione prelevato mediante carotaggio in conformità alla norma UNI EN 13108-27.				

Le caratteristiche superficiali dello strato saranno determinate in conformità con i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE SUPERFICIALI DELLO STRATO DI BASE			
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE
Regolarità della superficie (regolo da mm 3000)	UNI EN 13036-7	mm	< 4

2.7.4 STRATO DI BASE AD ALTO MODULO**2.7.4.1 DESCRIZIONE E DESIGNAZIONE**

Lo strato di base è costituito da una miscela di aggregati naturali, bitume modificato, filler ed eventuali additivi. La miscela è prodotta a caldo, previo riscaldamento degli aggregati e del legante.

La caratteristica principale di questo tipo di conglomerato è l'aumento della capacità portante della struttura stradale mediante una ripartizione dei carichi che favorisce una riduzione degli sforzi e delle conseguenti deformazioni sugli strati inferiori.

Il materiale viene steso in opera mediante idonea macchina vibrofinitrice assistita da meccanismi di auto livellamento e munita di rasatore per la precompattazione ed è costipato con rulli gommati e/o metallici vibranti.

Prima della stesa, l'Impresa dovrà procedere con la formazione della mano d'attacco in emulsione bituminosa in conformità ai requisiti definiti nel paragrafo *"MANO D'ATTACCO con bitume normale"* delle presenti Prescrizioni Tecniche.

Lo spessore dello strato è determinato dal Progettista.

Il conglomerato bituminoso utilizzato per lo strato di base deve essere caratterizzato in conformità ai requisiti delle miscele utilizzate per uso stradale specificati nella norma UNI EN 13108-1 e viene designato secondo la seguente dicitura:

CB	20	base	PMB 10-40/70
-----------	-----------	-------------	---------------------

2.7.4.2 MATERIALI COSTITUENTI**2.7.4.2.1 AGGREGATI**

Gli aggregati naturali costituiscono la struttura portante del conglomerato bituminoso e comprendono gli aggregati grossi, gli aggregati fini e l'aggregato filler.

I requisiti di accettazione degli aggregati lapidei impiegati, qualora non specificato diversamente, dovranno essere conformi alle seguenti prescrizioni:

- UNI EN 932-3 "Procedura e terminologia per la descrizione petrografica semplificata";
- Regolamento prodotti da costruzione CPR 305/11;
- Allegato ZA della Norma armonizzata UNI EN 13043 "Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti ed altre aree soggette a traffico".

Il prelievo dei campioni da sottoporre ad analisi deve essere effettuato in conformità alla norma UNI EN 932-1 "Metodi di campionamento degli aggregati".

L'Aggregato grosso appartiene alla classe granulometrica compresa tra $d > 4$ mm e $D \leq 45$ mm; dovrà essere ottenuto dalla frantumazione di rocce ignee (Porfido quarzifero o Andesite); dovrà essere costituito da granuli privi di elementi in fase di alterazione, polvere o materiali estranei, gli elementi dovranno essere puliti, approssimativamente poliedrici, con spigoli vivi, a superficie ruvida. I materiali, ottenuti dovranno soddisfare i requisiti riportati nella seguente tabella:

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

CARATTERISTICHE DELL'AGGREGATO GROSSO (MISCELA PER LO STRATO DI BASE AD ALTO MODULO)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13043)
Dimensione massima	UNI EN 933-1	D_{max}	mm	31,5	-
Requisito di granulometria	UNI EN 933-1	G_C	%		G_{C90-10}
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	LA	%	≤ 25	LA_{25}
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	F	%	< 1	F_1
Percentuale di superfici frantumate	UNI EN 933-5	C	%	≥ 70	$C_{95/1}$
Affinità ai leganti bituminosi	UNI EN 12697-11	-	%	< 5	-
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	FI	%	< 20	FI_{20}

L'Aggregato fine appartiene alla classe granulometrica compresa tra $d > 0,063$ mm e $D < 4$ mm con denominazione $G_F 85$; dovrà essere costituito da sabbie di frantumazione e privo di elementi in fase di alterazione, polvere o materiali estranei.

I materiali dovranno soddisfare i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELL'AGGREGATO FINE (MISCELA PER LO STRATO DI BASE AD ALTO MODULO)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13043)
Passante al setaccio 0,063	UNI EN 933-1	f	%	< 10	f 10
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	SE	%	> 70	-

L'aggregato filler appartiene alla classe costituita in prevalenza da particelle passanti al setaccio 0,063 mm e dovrà provenire preferibilmente dalla frantumazione di rocce calcaree. Possono essere utilizzati anche cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di roccia asphaltica e ceneri volanti.

Qualunque sia la provenienza o la natura petrografica, i materiali dovranno soddisfare i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELL'AGGREGATO FILLER (MISCELA PER LO STRATO DI BASE AD ALTO MODULO)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13043)
Passante al setaccio 2mm	UNI EN 933-10	-	%	100	-
Passante al setaccio 0,125 mm	UNI EN 933-10	-	%	da 85 a 100	-
Passante al setaccio 0,063 mm	UNI EN 933-10	-	%	da 70 a 100	-
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 1789-12	-	-	N.P.	-
Porosità del filler compattato secco (Ridgen)	UNI EN 1097-4	V	%	da 28 a 45	$V_{28/45}$
Palla anello (filler/bitume= 1,5)	UNI EN 13179-1	$\Delta_{R\&B}$	%	> 8	$\Delta_{R\&B/16}$

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

2.7.4.2.2 LEGANTE

Per il confezionamento del conglomerato bituminoso per lo strato di base ad alto modulo complesso dovrà essere impiegato come legante bituminoso il bitume modificato ottenuto dalla fusione di bitume semisolido con polimeri che ne modificano la struttura chimica e le caratteristiche fisiche e meccaniche.

I requisiti di accettazione del bitume, qualora non specificato diversamente, dovranno essere conformi alle seguenti prescrizioni:

- Regolamento prodotti da costruzione CPR 305/11;
- Allegato ZA della Norma armonizzata UNI EN 14023 “ Bitumi e leganti bituminosi. Quadro delle specifiche riguardanti i bitumi modificati da polimeri”.

Il prelievo dei campioni da sottoporre ad analisi deve essere effettuato in conformità alla norma UNI EN 58-1 (Metodi di campionamento dei leganti bituminosi).

Il bitume modificato, del tipo 10/40 modificato (tipo alto modulo), dovrà essere conforme alla Norma UNI EN 14023 e dovrà presentare le seguenti caratteristiche:

CARATTERISTICHE DEL BITUME MODIFICATO ALTO MODULO (MISCELA PER LO STRATO DI BASE AD ALTO MODULO)			
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	dmm	da 10 a 40
Punto di rammollimento (palla anello)	UNI EN 1427	°C	da 70 a 90
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN 12593	°C	<-16
Ritorno elastico a 25 °C	UNI EN 13398	%	>90
Stabilità allo stoccaggio (3 gg a 180°C)	UNI EN 13399	°C	<1,5
Viscosità dinamica a 100 °C, $Y=10s^{-1}$	UNI EN 13702-2	Pa*s	da 60 a 110
Viscosità dinamica a 160 °C, $Y=10s^{-1}$	UNI EN 13702-2	Pa*s	da 0,50 a 0,80
RESISTENZA ALL'INVECCHIAMENTO			
Rapporto tra la penetrazione residua, dopo invecchiamento accelerato, e la penetrazione originaria, a 25°C. (RTFOT UNI EN 12607-1)	UNI EN 1426	%	<50
Incremento del Punto di rammollimento (RTFOT UNI EN 12607-1)	UNI EN 1427	°C	<10
Scostamento tra la Penetrazione residua, dopo “tuben test”, e la Penetrazione originaria, a 25°C. (UNI EN 13399)	UNI EN 1426	Δdmm	≤ 5
Scostamento tra il punto di Rammollimento, dopo “tuben test”, ed il Rammollimento originario. (UNI EN 13399)	UNI EN 1427	$\Delta^{\circ}C$	≤ 3

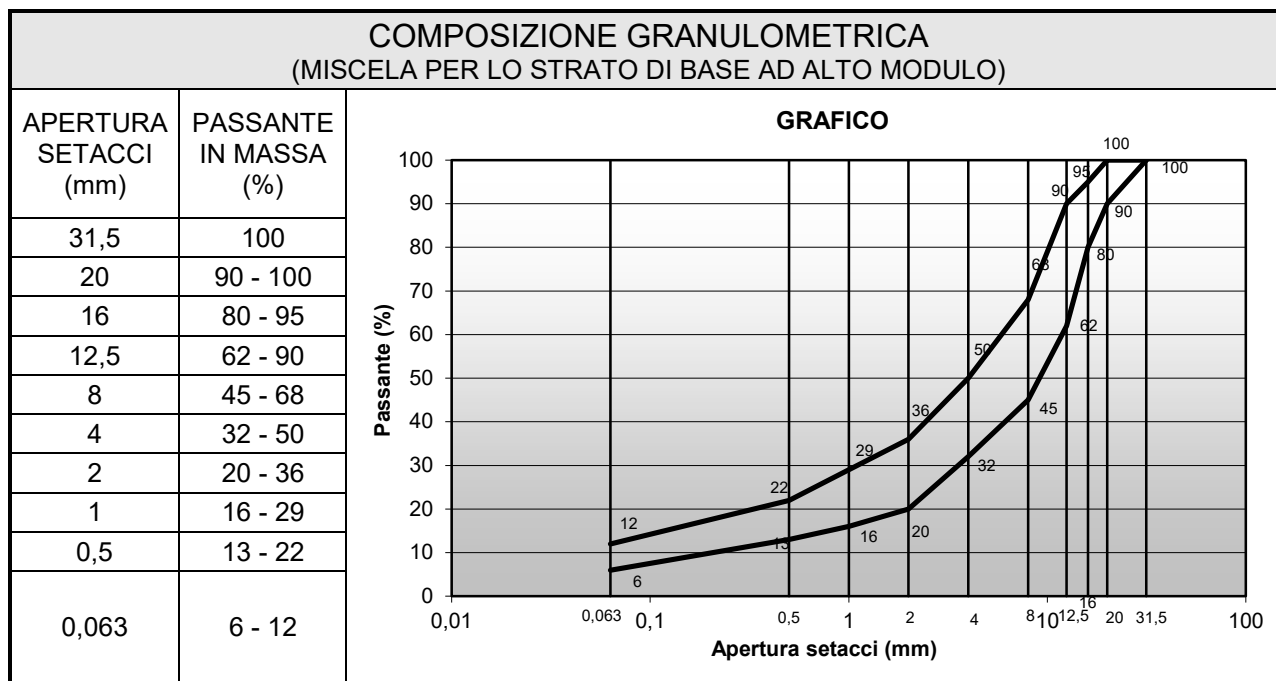
In presenza di temperature atmosferiche o del piano di appoggio non ottimali la DL può richiedere l'impiego di bitume ad elevata lavorabilità per consentire il regolare procedimento di compattazione ed assicurare il raggiungimento delle caratteristiche volumetriche e meccaniche dello strato. Prima della fornitura l'Impresa dovrà consegnare alla DL la documentazione tecnica del prodotto che intende impiegare per l'approvazione.

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

2.7.4.3 CARATTERISTICHE DELLA MISCELA

La miscela ottimale degli aggregati impiegati per il confezionamento del conglomerato bituminoso per lo strato di base ad alto modulo dovrà avere una composizione granulometrica, determinata in conformità alle norme UNI EN 933-1 e UNI EN 12697-2 utilizzando i setacci appartenenti al gruppo base + 2, compresa nei limiti del fuso riportato nella seguente tabella:



La miscela ottimale dovrà avere un contenuto minimo di legante secondo quanto riportato nella seguente tabella:

CONTENUTO MINIMO DI LEGANTE (MISCELA PER LO STRATO DI BASE AD ALTO MODULO)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13108)
Contenuto di legante (riferito alla miscela)	UNI EN 12697-1 e 39	B _{min}	%	≥5,0	B _{min} 5,0

Non saranno ammesse variazioni sulla composizione ottimale della miscela validata ed accettata dalla Direzione Lavori, eccedenti le tolleranze massime riportate nella tabella seguente:

TOLLERANZE AMMESSE RIFERITE ALLA COMPOSIZIONE OTTIMALE VALIDATA (MISCELA PER LO STRATO DI BASE AD ALTO MODULO)	
MATERIALE COSTITUENTE	TOLLERANZE AMMESSE
Aggregato grosso (trattenuto al setaccio 2mm)	± 5%
Aggregato fine (passante al setaccio 2mm e trattenuto al setaccio 0,063mm)	± 3%
Aggregato filler (passante al setaccio 0,063mm)	± 2%
Legante (riferito alla miscela)	± 0,3%

Il Produttore dovrà determinare la quantità ottimale di legante da impiegare in fase di qualifica della miscela da effettuare secondo il metodo Volumetrico mediante pressa giratoria.

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

Il conglomerato bituminoso per lo strato di base ad alto modulo dovrà essere specificato mediante parametri prestazionali.

Le caratteristiche richieste dovranno essere conformi ai requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI DELLA MISCELA PER LO STRATO DI BASE AD ALTO MODULO					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13108-1)
Vuoti a 10 rotazioni	UNI EN 12697-5, 6, 8	V10G _{min}	%	>10	V10G _{min9}
		V10G _{max}	%	<14	-
Vuoti a 100 rotazioni		V _{min}	%	>2,0	V _{min} 2,0
		V _{max}	%	<5,0	V _{max} 5,0
Vuoti a 180 rotazioni		V _{min}	%	>1,0	V _{min} 1,0
Modulo di rigidezza (campione prismatico) - a 10°C e 8 Hz	UNI EN 12697-26 All. B	S _{min}	MPa	>10000	S _{min} 5500
- a 20°C e 8 Hz	UNI EN 12697-26 All. B	S _{min}	MPa	>6500	
- a 30°C e 8 Hz	UNI EN 12697-26 All. B	S _{min}	MPa	>4000	
<i>In alternativa:</i> Modulo di rigidezza (campione cilindrico) - a 10°C	UNI EN 12697-26 All. C	S _{min}	MPa	>11000	S _{min} 7000
- a 20°C	UNI EN 12697-26 All. C	S _{min}	MPa	>7000	
- a 30°C	UNI EN 12697-26 All. C	S _{min}	MPa	>4500	
Sensibilità all'acqua	UNI EN 12697-12	ITSR	%	>90	ITSR ₉₀
Resistenza a fatica	UNI EN 12697-24 All. D	ε ₆	-	>130	ε ₆₋₁₃₀
Resistenza alla deformazione permanente (ormaiamento)	UNI EN 12697-22	WTS _{AIR}	mm/10 ³ c icli	<0,40	WTS _{AIR} 0,40
<ul style="list-style-type: none">Le condizioni di prova (parametri della pressa giratoria) sono definiti nella norma di riferimento (UNI EN 12697-31)i requisiti di resistenza e di rigidezza saranno valutati su provini compattati a 100 rotazioni.					

Al fine di impedire un eccessivo riscaldamento con perdita irreparabile delle caratteristiche viscoelastiche del legante, dovrà essere effettuato un controllo periodico della temperatura della miscela finita.

I limiti della temperatura, massimo in produzione e minimo alla stesa, devono essere conformi ai valori riportati nella seguente tabella:

LIMITI DELLA TEMPERATURA (MISCELA PER LO STRATO DI BASE AD ALTO MODULO)				
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE MINIMO (alla stesa)	VALORE MASSIMO (alla produzione)
Temperatura della miscela	UNI EN 12697-13	°C	≥150	≤180

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

2.7.4.4 CARATTERISTICHE DELLO STRATO

Lo strato della pavimentazione dovrà essere realizzato nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto e la superficie finale dovrà presentarsi in qualunque direzione priva di irregolarità ed ondulazioni. Le caratteristiche che lo strato dovrà avere sono relative al requisito di addensamento della miscela, alle dimensioni (spessore) dello strato ed alle proprietà di aderenza della superficie.

Le caratteristiche di addensamento della miscela in opera saranno determinate preferibilmente secondo il metodo del grado di compattazione o, in alternativa a scelta della Direzione Lavori, secondo il metodo dei vuoti residui, in conformità con i requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI BASE AD ALTO MODULO (Grado di compattazione per confronto delle densità)			
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE
Grado di addensamento (per ogni campione)	UNI EN 12697-6	%	> 95
Grado di addensamento (media dei campioni)	UNI EN 12697-6	%	≥ 98
Il grado di compattazione è il rapporto tra la densità della miscela compattata in opera e la densità della miscela compattata in laboratorio riferita allo stesso lotto/giorno di produzione (massimo addensamento teorico).			

ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI BASE AD ALTO MODULO (Vuoti residui del campione prelevato in opera)				
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE
Vuoti residui (massimo per ogni campione)	UNI EN 12697-8	V_{\max}	%	< 10
Vuoti residui (media dei campioni)	UNI EN 12697-8	V_{\max}	%	< 7
Campione prelevato mediante carotaggio in conformità alla norma UNI EN 13108-27.				

Le caratteristiche superficiali dello strato saranno determinate in conformità con i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE SUPERFICIALI DELLO STRATO DI BASE AD ALTO MODULO			
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE
Regolarità della superficie (regolo da mm 3000)	UNI EN 13036-7	mm	< 4

2.7.5 STRATO DI COLLEGAMENTO (BINDER)**2.7.5.1 DESCRIZIONE E DESIGNAZIONE**

Lo strato di collegamento è costituito da una miscela di aggregati naturali, bitume modificato ad alta viscosità, filler ed eventuali additivi; è consentito l'utilizzo di conglomerato bituminoso di recupero (Ra) in percentuale massima del 10%. La miscela è prodotta a caldo, previo riscaldamento degli aggregati e del legante.

Il materiale viene steso in opera mediante idonea macchina vibrofinitrice assistita da meccanismi di auto livellamento e munita di rasatore per la precompattazione ed è costipato con rulli gommati e/o metallici vibranti.

Prima della stesa, l'Impresa dovrà procedere con la formazione della mano d'attacco in emulsione bituminosa in conformità ai requisiti definiti nel paragrafo *"MANO D'ATTACCO costituita da emulsione elastomerica con bitume modificato Hard"* delle presenti Prescrizioni Tecniche.

Lo spessore dello strato è determinato dal Progettista.

Il conglomerato bituminoso utilizzato per lo strato di collegamento deve essere caratterizzato in conformità ai requisiti delle miscele utilizzate per uso stradale specificati nella norma UNI EN 13108-1 e viene designato secondo la seguente dicitura:

Le miscele impiegate devono essere qualificate in conformità al Regolamento UE n.305/2011 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura deve essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13108-1

CB	16	binder	PMB 50 – 70/65
-----------	-----------	---------------	-----------------------

Il conglomerato per lo strato di collegamento può essere utilizzato anche per l'esecuzione di risagomature del piano stradale per strati con spessore maggiore di 5 cm.

2.7.5.2 MATERIALI COSTITUENTI**2.7.5.2.1 AGGREGATI**

Gli aggregati naturali costituiscono la struttura portante del conglomerato bituminoso e comprendono gli aggregati grossi, gli aggregati fini e l'aggregato filler.

I requisiti di accettazione degli aggregati naturali impiegati, qualora non specificato diversamente, dovranno essere conformi alle seguenti prescrizioni:

- UNI EN 932-3 "Procedura e terminologia per la descrizione petrografica semplificata";
- Regolamento prodotti da costruzione CPR 305/11;
- Allegato ZA della Norma armonizzata UNI EN 13043 "Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti ed altre aree soggette a traffico".

Il prelievo dei campioni da sottoporre ad analisi deve essere effettuato in conformità alla norma UNI EN 932-1 "Metodi di campionamento degli aggregati".

L'Aggregato grosso appartiene alla classe granulometrica compresa tra $d > 4$ mm e $D \leq 45$ mm; dovrà essere ottenuto dalla frantumazione di rocce ignee (Porfido quarzifero o Andesite); dovrà essere costituito da granuli privi di elementi in fase di alterazione, polvere o materiali estranei, gli elementi dovranno essere puliti, approssimativamente poliedrici, con spigoli vivi, a superficie ruvida. I materiali, ottenuti dovranno soddisfare i requisiti riportati nella seguente tabella:

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

CARATTERISTICHE DELL'AGGREGATO GROSSO (MISCELA PER LO STRATO DI COLLEGAMENTO)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13043)
Petrografia (per la classe gran. >4 mm)	UNI EN 932-3	-	-	Rocce ignee (Porfido quarzifero o Andesite)	-
Dimensione massima	UNI EN 933-1	D _{max}	mm	20	-
Requisito di granulometria	UNI EN 933-1	G _C	%		G _C 90-10
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	LA	%	≤22	LA ₂₅
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	F	%	≤1	F ₁
Percentuale di superfici frantumate	UNI EN 933-5	C	%	100	C _{100/0}
Affinità ai leganti bituminosi	UNI EN 12697-11	-	%	<5	-
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	FI	%	≤15	FI ₁₅

L'Aggregato fine appartiene alla classe granulometrica compresa tra d>0,063 mm e D<4 mm con denominazione G_F 85; dovrà essere costituito da sabbie di frantumazione e privo di elementi in fase di alterazione, polvere o materiali estranei.

I materiali dovranno soddisfare i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELL'AGGREGATO FINE (MISCELA PER LO STRATO DI COLLEGAMENTO)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13043)
Passante al setaccio 0,063	UNI EN 933-1	f	%	< 10	f ₁₀
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	SE	%	>70	-

L'aggregato filler appartiene alla classe costituita in prevalenza da particelle passanti al setaccio 0,063 mm e dovrà provenire preferibilmente dalla frantumazione di rocce calcaree. Possono essere utilizzati anche cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di roccia asphaltica e ceneri volanti.

Qualunque sia la provenienza o la natura petrografica, i materiali dovranno soddisfare i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELL'AGGREGATO FILLER (MISCELA PER LO STRATO DI COLLEGAMENTO)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13043)
Passante al setaccio 2 mm	UNI EN 933-10	-	%	100	-
Passante al setaccio 0,125 mm	UNI EN 933-10	-	%	da 85 a 100	-
Passante al setaccio 0,063 mm	UNI EN 933-10	-	%	da 70 a 100	-
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 1789-12	-	-	N.P.	-
Porosità del filler compattato secco (Ridgen)	UNI EN 1097-4	V	%	da 28 a 45	V _{28/45}
Palla anello (filler/bitume= 1,5)	UNI EN 13179-1	Δ _{R&B}	%	> 8	Δ _{R&B8/16}

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

2.7.5.2.2 LEGANTE

Per il confezionamento del conglomerato bituminoso per lo strato di collegamento dovrà essere impiegato come legante bituminoso il bitume modificato ad alta viscosità ottenuto dalla fusione di bitume semisolido con polimeri elastomerici o plastomerici che ne modificano la struttura chimica e le caratteristiche fisiche e meccaniche.

I requisiti di accettazione del bitume, qualora non specificato diversamente, dovranno essere conformi alle seguenti prescrizioni:

- Regolamento prodotti da costruzione CPR 305/11;
- Allegato ZA della Norma armonizzata UNI EN 14023 “ Bitumi e leganti bituminosi. Quadro delle specifiche riguardanti i bitumi modificati da polimeri”.

Il prelievo dei campioni da sottoporre ad analisi deve essere effettuato in conformità alla norma UNI EN 58-1 “Metodi di campionamento dei leganti bituminosi”.

Il bitume modificato ad alta viscosità, del tipo 50/70 modificato (tipo HARD), dovrà essere conforme alla Norma UNI EN 14023 e dovrà presentare le seguenti caratteristiche:

CARATTERISTICHE DEL BITUME MODIFICATO HARD (MISCELA PER LO STRATO DI COLLEGAMENTO)			
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	dmm	da 50 a 70
Punto di rammollimento (palla anello)	UNI EN 1427	°C	≥ 65
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN 12593	°C	≤ -20
Ritorno elastico a 25 °C	UNI EN 13398	%	> 75
Stabilità allo stoccaggio (3 gg a 180°C)	UNI EN 13399	°C	< 0,5
Viscosità dinamica a 160 °C, $\gamma=10s^{-1}$	UNI EN 13702-2	Pa*s	da 0,30 a 0,50
RESISTENZA ALL'INVECCHIAMENTO			
Rapporto tra la penetrazione residua, dopo invecchiamento accelerato, e la penetrazione originaria, a 25°C. (RTFOT UNI EN 12607-1)	UNI EN 1426	%	≥ 60
Ritorno elastico a 25 °C (RTFOT UNI EN 12607-1)	UNI EN 13398	%	> 50
Incremento del punto di rammollimento (RTFOT UNI EN 12607-1)	UNI EN 1427	°C	< 5
Scostamento tra la Penetrazione residua, dopo “tuben test”, e la Penetrazione originaria, a 25°C. (UNI EN 13399)	UNI EN 1426	Δ dmm	< 5
Scostamento tra il punto di Rammollimento, dopo “tuben test”, ed il Rammollimento originario. (UNI EN 13399)	UNI EN 1427	Δ °C	< 3

In presenza di temperature atmosferiche o del piano di appoggio non ottimali la DL può richiedere l'impiego di bitume ad elevata lavorabilità per consentire il regolare procedimento di compattazione ed assicurare il raggiungimento delle caratteristiche volumetriche e meccaniche dello strato. Prima della fornitura l'Impresa dovrà consegnare alla DL la documentazione tecnica del prodotto che intende impiegare per l'approvazione.

2.7.5.2.3 CONGLOMERATO BITUMINOSO DI RECUPERO

Per il confezionamento della miscela, oltre agli aggregati naturali ed al bitume modificato, è consentito l'utilizzo di conglomerato bituminoso di recupero (Ra) proveniente dalla fresatura, a freddo, di pavimentazioni.

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

Questo materiale, denominato “fresato”, potrà essere impiegato nella quantità massima del 10% in peso riferito alla miscela degli aggregati i nel pieno rispetto delle caratteristiche tecniche previste dalle presenti Prescrizioni tecniche. I requisiti degli aggregati costituenti il materiale riciclato dovranno essere conformi alle medesime prescrizioni previste per gli aggregati di primo impiego descritti al precedente paragrafo 2.7.4.2.1

Le caratteristiche del conglomerato bituminoso di recupero devono essere determinate in conformità alla norma UNI EN 13108-8. In particolare il cumulo deve essere privo di materie estranee ed il materiale, prima dell'impiego, deve essere opportunamente vagliato per evitare l'inserimento di elementi delle dimensioni superiori a quelle massime della miscela finale. Devono essere accertate il tipo, la quantità e le proprietà del legante e degli aggregati costituenti.

Il conglomerato bituminoso dovrà essere confezionato mediante impianti fissi, automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte, attrezzati per il riscaldamento del materiale riciclato al fine di contenere al minimo i danni dovuti al riscaldamento del bitume presente nel fresato. L'umidità del conglomerato bituminoso di recupero, prima del riscaldamento, deve essere comunque inferiore al 4% in peso; nel caso di valori superiori la produzione di conglomerato bituminoso, con fresato, deve essere sospesa.

Il conglomerato bituminoso per lo strato di collegamento confezionato con il conglomerato bituminoso di recupero dovrà soddisfare le medesime prescrizioni del conglomerato prodotto a caldo con aggregati naturali.

Le caratteristiche del conglomerato bituminoso di recupero e la quantità di utilizzo dovranno essere riportate nello studio preliminare della miscela (mix design).

Qualora non fossero soddisfatti i requisiti previsti, anche relativamente alle temperature di riscaldamento degli aggregati, o in seguito a verifiche di non adeguata omogeneità dei componenti dovrà essere diminuita la percentuale di materiale di recupero da utilizzare.

La mancata osservazione delle prescrizioni fornite dal laboratorio comporterà il divieto di utilizzare il materiale “fresato”.

2.7.5.2.4 ADDITIVI

Nel caso di impiego del conglomerato bituminoso riciclato potranno essere utilizzati speciali Attivanti Chimici Funzionali (ACF) per rigenerare le caratteristiche di viscosità ed adesività possedute dal bitume invecchiato e soddisfare le prescrizioni finali richieste per la miscela.

Gli Attivanti Chimici Funzionali devono avere le caratteristiche chimico-fisiche descritte nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DEGLI ATTIVANTI DI RIGENERAZIONE (ACF)			
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE
Densità a 25 °C	ASTM D-1298	-	da 0,900 a 0,950
Punto di infiammabilità	ASTM D-92	°C	200
Viscosità dinamica a 160 °C, $\gamma=10s^{-1}$	SNV 671908/74	Pa*s	da 0,03 a 0,05
Solubilità in tricloroetilene (in peso)	ASTM D-2042	%	99,5
Numero di neutralizzazione	IP 213	mg/KOH/g	da 1,5 a 2,5
Contenuto di acqua (in volume)	ASTM D-95	%	1
Contenuto di azoto (in peso)	ASTM D-3228	%	da 0,8 a 1,0

La percentuale di impiego deve essere stabilita e validata con prove sulla miscela di conglomerato bituminoso.

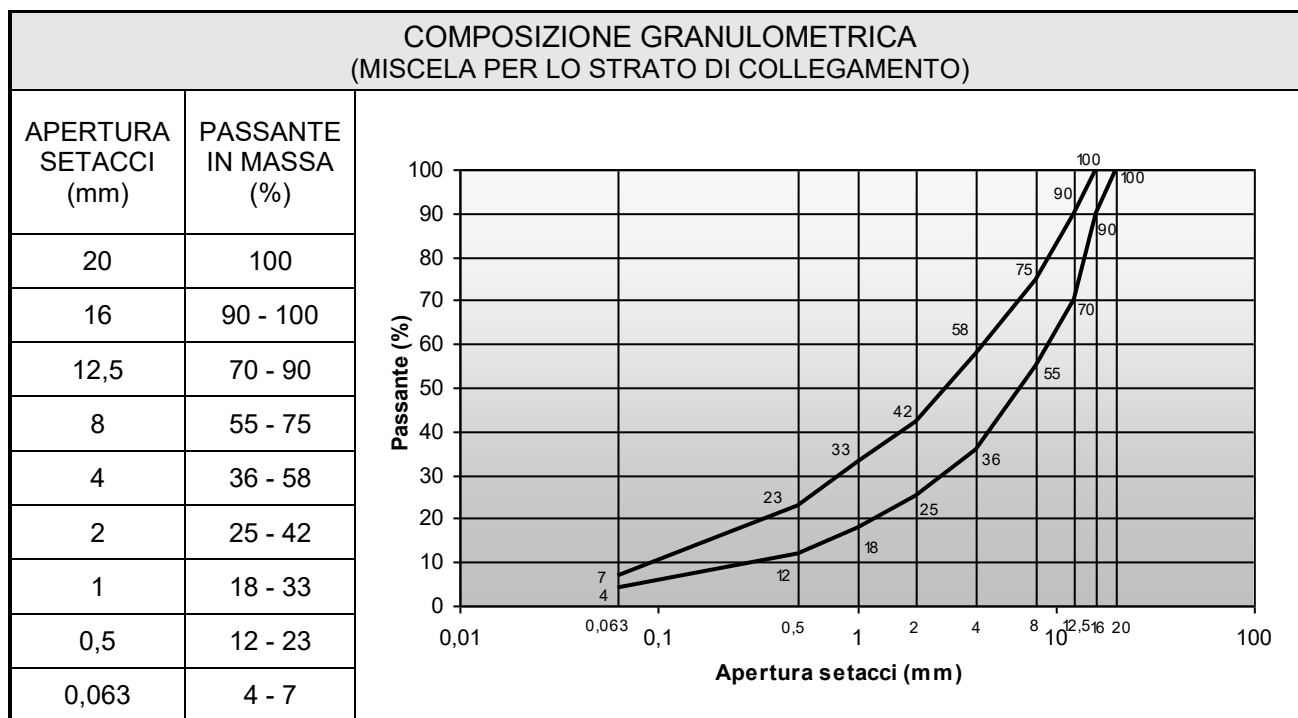
Le caratteristiche e la quantità di utilizzo degli attivanti di rigenerazione dovranno essere riportate nello studio preliminare della miscela (mix design).

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

2.7.5.3 CARATTERISTICHE DELLA MISCELA

La miscela ottimale degli aggregati lapidei impiegati per il confezionamento del conglomerato bituminoso per lo strato di collegamento dovrà avere una composizione granulometrica, determinata in conformità alle norme UNI EN 933-1 e UNI EN 12697-2 utilizzando i setacci appartenenti al gruppo base + 2, compresa nei limiti del fuso riportato nella seguente tabella:



La miscela ottimale dovrà avere un contenuto minimo di legante secondo quanto riportato nella seguente tabella:

CONTENUTO MINIMO DI LEGANTE (MISCELA PER LO STRATO DI COLLEGAMENTO)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13108)
Contenuto di legante (riferito alla miscela)	UNI EN 12697-1 e 39	B _{min}	%	≥4,4	B _{min4,4}

Il legante contenuto nella miscela include il legante del conglomerato di recupero ed il bitume aggiunto e dovrà essere espresso in percentuale in massa rispetto alla miscela totale.

Non saranno ammesse variazioni sulla composizione ottimale della miscela validata ed accettata dalla Direzione Lavori, eccedenti le tolleranze massime riportate nella tabella seguente:

TOLLERANZE AMMESSE RIFERITE ALLA COMPOSIZIONE OTTIMALE VALIDATA (MISCELA PER LO STRATO DI COLLEGAMENTO)	
MATERIALE COSTITUENTE	TOLLERANZE AMMESSE
Aggregato grosso (trattenuto al setaccio 2mm)	± 5%
Aggregato fine (passante al setaccio 2mm e trattenuto al setaccio 0,063mm)	± 3%
Aggregato filler (passante al setaccio 0,063mm)	± 2%
Legante (riferito alla miscela)	± 0,3%

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

Il Produttore dovrà determinare la quantità ottimale di legante da impiegare in fase di qualifica della miscela da effettuare secondo il metodo Marshall o, in alternativa, secondo il metodo Volumetrico mediante pressa giratoria.

In base al metodo prescelto, le caratteristiche richieste per il conglomerato bituminoso da impiegare nello strato di collegamento dovranno essere conformi ai requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

CARATTERISTICHE DELLA MISCELA PER LO STRATO DI COLLEGAMENTO (Metodo Marshall)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13108-1)
Minima stabilità	UNI EN 12697-34	S_{min}	kN	>14	-
Quoziente (minimo)	UNI EN 12697-34	Q_{min}	kN/mm	>2,5	$Q_{min2,5}$
Quoziente (massimo)	UNI EN 12697-34	-	kN/mm	<4,0	-
Contenuto massimo di vuoti residui	UNI EN 12697-8 UNI EN 12697-6B UNI EN 12697-5A	V_{max}	%	<6	V_{max6}
Contenuto minimo di vuoti residui	UNI EN 12697-8 UNI EN 12697-6B UNI EN 12697-5A	V_{min}	%	>3	V_{min3}
Sensibilità all'acqua	UNI EN 12697-12	ITSR	%	>75	ITSR ₇₀
<ul style="list-style-type: none"> - i provini per le misure di stabilità, quoziente e percentuale dei vuoti residui riportate dovranno essere confezionati presso l'impianto di produzione e/o all'atto della stesa e la temperatura di compattazione dovrà essere pari a 150°C ± 5°C; - la determinazione della stabilità viene eseguita a 60°C su 4 provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia; - il contenuto dei vuoti dovrà essere determinato in conformità alla norma UNI EN 13108-20. 					

CARATTERISTICHE DELLA MISCELA PER LO STRATO DI COLLEGAMENTO (Metodo volumetrico)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13108-1)
Vuoti a 10 rotazioni	UNI EN 12697-5, 6, 8	V10G _{min}	%	>10	V10G _{min9}
		V10G _{max}	%	<14	-
Vuoti a 100 rotazioni		V _{min}	%	>3	V _{min3,0}
		V _{max}	%	<6	V _{max6}
Vuoti a 180 rotazioni		V _{min}	%	>2	V _{min2,0}
Modulo di rigidezza	UNI EN 12697-26	S _{min}	MPa	> 3 000	S _{min2 800}
Resistenza alla trazione indiretta a 25 °C	UNI EN 12697-23	ITS	N/mm ²	>1,0	-
Sensibilità all'acqua	UNI EN 12697-12	ITSR	%	>75	ITSR ₈₀
<div>• Le condizioni di prova (parametri della pressa giratoria) sono definiti nella norma di riferimento (UNI EN 12697-31)</div> <div>• i requisiti di resistenza e di rigidezza saranno valutati su provini compattati a 100 rotazioni.</div>					

Su richiesta della Direzione Lavori, il Produttore dovrà determinare le caratteristiche prestazionali della miscela secondo i requisiti riportati nella seguente tabella:

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

CARATTERISTICHE DELLA MISCELA PER LO STRATO DI COLLEGAMENTO (Requisiti prestazionali)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13108-1)
Resistenza alla deformazione permanente	UNI EN 12697-25	f_{cmax}	$\mu m/m/n$	<1	f_{cmax1}
<i>In alternativa</i>					
Resistenza alla deformazione permanente (ormaiamento)	UNI EN 12697-22	WTS_{AIR}	$mm/10^3$ cicli	<0,50	$WTS_{AIR0,50}$
<ul style="list-style-type: none">Per evitare la duplicazione di specifiche ("eccesso di specifiche") non dovranno essere determinati entrambi i requisiti.Le densità di riferimento delle miscele analizzate dovranno corrispondere a quelle della compattazione Marshall a 75 colpi per faccia o della compattazione volumetrica, con pressa giratoria a 180 giri.					

Al fine di impedire un eccessivo riscaldamento con perdita irreparabile delle caratteristiche viscoelastiche del legante, dovrà essere effettuato un controllo periodico della temperatura della miscela finita.

I limiti della temperatura, massimo in produzione e minimo alla stesa, devono essere conformi ai valori riportati nella seguente tabella:

LIMITI DELLA TEMPERATURA (MISCELA PER LO STRATO DI COLLEGAMENTO)				
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE MINIMO (alla stesa)	VALORE MASSIMO (alla produzione)
Temperatura della miscela	UNI EN 12697-13	°C	≥ 150	≤ 180

2.7.5.4 CARATTERISTICHE DELLO STRATO

Lo strato della pavimentazione dovrà essere realizzato nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto e la superficie finale dovrà presentarsi in qualunque direzione priva di irregolarità ed ondulazioni. Le caratteristiche che lo strato dovrà avere sono relative al requisito di addensamento della miscela, alle dimensioni (spessore) dello strato ed alle proprietà di aderenza della superficie.

Le caratteristiche di addensamento della miscela in opera saranno determinate preferibilmente secondo il metodo del grado di compattazione o, in alternativa a scelta della Direzione lavori, secondo il metodo dei vuoti residui, in conformità con i requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI COLLEGAMENTO (Grado di compattazione per confronto delle densità)			
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE
Grado di addensamento (per ogni campione)	UNI EN 12697-6	%	> 95
Grado di addensamento (media dei campioni)	UNI EN 12697-6	%	≥ 98
Il grado di compattazione è il rapporto tra la densità della miscela compattata in opera e la densità della miscela compattata in laboratorio riferita allo stesso lotto/giorno di produzione (massimo addensamento teorico).			

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI COLLEGAMENTO (Vuoti residui del campione prelevato in opera)				
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE
Vuoti residui (massimo per ogni campione)	UNI EN 12697-8	V_{\max}	%	< 10
Vuoti residui (media dei campioni)	UNI EN 12697-8	V_{\max}	%	< 7
Campione prelevato mediante carotaggio in conformità alla norma UNI EN 13108-27				

Le caratteristiche superficiali dello strato saranno determinate in conformità con i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE SUPERFICIALI DELLO STRATO DI COLLEGAMENTO				
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE
Regolarità della superficie (regolo da mm 3000)	UNI EN 13036-7	-	mm	< 4
Resistenza di attrito radente*	UNI EN 13036-4	PTV	-	≥ 55
Coefficiente di aderenza trasversale*	UNI CEN/TS 15901-6 UNI CEN/TS 15901-8	CAT	-	≥ 50
Profondità della macrotessitura*	UNI EN 13036-1	MTP	mm	$\geq 0,3$
*Requisito da determinare in caso di diretto contatto con il traffico veicolare.				

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

2.7.6 STRATO DI COLLEGAMENTO AD ALTO MODULO

2.7.6.1 DESCRIZIONE E DESIGNAZIONE

Lo strato di collegamento è costituito da una miscela di aggregati naturali, bitume modificato, filler ed eventuali additivi. La miscela è prodotta a caldo, previo riscaldamento degli aggregati e del legante.

La caratteristica principale di questo tipo di conglomerato è l'aumento della capacità portante della struttura stradale mediante una ripartizione dei carichi che favorisce una riduzione degli sforzi e delle conseguenti deformazioni sugli strati inferiori.

Il materiale viene steso in opera mediante idonea macchina vibrofinitrice assistita da meccanismi di auto livellamento e munita di rasatore per la precompattazione ed è costipato con rulli gommati e/o metallici vibranti.

Prima della stesa, l'Impresa dovrà procedere con la formazione della mano d'attacco in emulsione bituminosa in conformità ai requisiti definiti nel paragrafo *"MANO D'ATTACCO costituita da emulsione elastomerica con bitume modificato Hard"* delle presenti Prescrizioni Tecniche.

Lo spessore dello strato è determinato dal Progettista.

Il conglomerato bituminoso utilizzato per lo strato di collegamento deve essere caratterizzato in conformità ai requisiti delle miscele utilizzate per uso stradale specificati nella norma UNI EN 13108-1 e viene designato secondo la seguente dicitura:

CB	20	binder	PMB 10-40/70
-----------	-----------	---------------	---------------------

2.7.6.2 MATERIALI COSTITUENTI

2.7.6.2.1 AGGREGATI

Gli aggregati naturali costituiscono la struttura portante del conglomerato bituminoso e comprendono gli aggregati grossi, gli aggregati fini e l'aggregato filler.

I requisiti di accettazione degli aggregati lapidei impiegati, qualora non specificato diversamente, dovranno essere conformi alle seguenti prescrizioni:

- UNI EN 932-3 "Procedura e terminologia per la descrizione petrografica semplificata";
- Regolamento prodotti da costruzione CPR 305/11;
- Allegato ZA della Norma armonizzata UNI EN 13043 "Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti ed altre aree soggette a traffico".

Il prelievo dei campioni da sottoporre ad analisi deve essere effettuato in conformità alla norma UNI EN 932-1 "Metodi di campionamento degli aggregati".

L'Aggregato grosso appartiene alla classe granulometrica compresa tra $d > 4$ mm e $D \leq 45$ mm; dovrà essere ottenuto dalla frantumazione di rocce naturali (preferibilmente del Porfido quarzifero o Andesite); dovrà essere costituito da granuli privi di elementi in fase di alterazione, polvere o materiali estranei, gli elementi dovranno essere puliti, approssimativamente poliedrici, con spigoli vivi, a superficie ruvida. I materiali, ottenuti dovranno soddisfare i requisiti riportati nella seguente tabella:

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

CARATTERISTICHE DELL'AGGREGATO GROSSO (MISCELA PER LO STRATO DI COLLEGAMENTO AD ALTO MODULO)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13043)
Petrografia (per la classe granulometrica >4 mm)	UNI EN 932-3	-	-	Rocce naturali (preferibilmente Porfido quarzifero o Andesite)	-
Dimensione massima	UNI EN 933-1	D_{max}	mm	31,5	-
Requisito di granulometria	UNI EN 933-1	G_C	%		$G_C 90-10$
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	LA	%	≤22	LA ₂₅
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	F	%	≤1	F ₁
Percentuale di superfici frantumate	UNI EN 933-5	C	%	100	C _{100/0}
Affinità ai leganti bituminosi	UNI EN 12697-11	-	%	<5	-
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	FI	%	≤15	FI ₁₅

L'Aggregato fine appartiene alla classe granulometrica compresa tra $d > 0,063$ mm e $D < 4$ mm con denominazione $G_F 85$; dovrà essere costituito da sabbie di frantumazione e privo di elementi in fase di alterazione, polvere o materiali estranei.

I materiali dovranno soddisfare i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELL'AGGREGATO FINE (MISCELA PER LO STRATO DI COLLEGAMENTO AD ALTO MODULO)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13043)
Passante al setaccio 0,063	UNI EN 933-1	f	%	< 10	f ₁₀
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	SE	%	>70	-

L'aggregato filler appartiene alla classe costituita in prevalenza da particelle passanti al setaccio 0,063 mm e dovrà provenire preferibilmente dalla frantumazione di rocce calcaree. Possono essere utilizzati anche cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di roccia asfaltica e ceneri volanti.

Qualunque sia la provenienza o la natura petrografica, i materiali dovranno soddisfare i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELL'AGGREGATO FILLER (MISCELA PER LO STRATO DI COLLEGAMENTO AD ALTO MODULO)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13043)
Passante al setaccio 2 mm	UNI EN 933-10	-	%	100	-
Passante al setaccio 0,125 mm	UNI EN 933-10	-	%	da 85 a 100	-
Passante al setaccio 0,063 mm	UNI EN 933-10	-	%	da 70 a 100	-
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 1789-12	-	-	N.P.	-
Porosità del filler compattato secco (Ridgen)	UNI EN 1097-4	V	%	da 28 a 45	V _{28/45}
Palla anello (filler/bitume=1,5)	UNI EN 13179-1	$\Delta_{R\&B}$	%	> 8	$\Delta_{R\&B/16}$

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

2.7.6.2.2 LEGANTE

Per il confezionamento del conglomerato bituminoso per lo strato di collegamento ad alto modulo complesso dovrà essere impiegato come legante bituminoso il bitume modificato ottenuto dalla fusione di bitume semisolido con polimeri che ne modificano la struttura chimica e le caratteristiche fisiche e meccaniche.

I requisiti di accettazione del bitume, qualora non specificato diversamente, dovranno essere conformi alle seguenti prescrizioni:

- Regolamento prodotti da costruzione CPR 305/11;
- Allegato ZA della Norma armonizzata UNI EN 14023 “ Bitumi e leganti bituminosi. Quadro delle specifiche riguardanti i bitumi modificati da polimeri”.

Il prelievo dei campioni da sottoporre ad analisi deve essere effettuato in conformità alla norma UNI EN 58-1 (Metodi di campionamento dei leganti bituminosi).

Il bitume modificato, del tipo 10/40 modificato (tipo alto modulo), dovrà essere conforme alla Norma UNI EN 14023 e dovrà presentare le seguenti caratteristiche:

CARATTERISTICHE DEL BITUME MODIFICATO ALTO MODULO (MISCELA PER LO STRATO DI COLLEGAMENTO AD ALTO MODULO)			
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	dmm	da 10 a 40
Punto di rammollimento (palla anello)	UNI EN 1427	°C	da 70 a 90
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN 12593	°C	<-16
Ritorno elastico a 25 °C	UNI EN 13398	%	>90
Stabilità allo stoccaggio (3 gg a 180°C)	UNI EN 13399	°C	<1,5
Viscosità dinamica a 100 °C, $Y=10s^{-1}$	UNI EN 13702-2	Pa*s	da 60 a 110
Viscosità dinamica a 160 °C, $Y=10s^{-1}$	UNI EN 13702-2	Pa*s	da 0,50 a 0,80
RESISTENZA ALL'INVECCHIAMENTO			
Rapporto tra la penetrazione residua, dopo invecchiamento accelerato, e la penetrazione originaria, a 25°C. (RTFOT UNI EN 12607-1)	UNI EN 1426	%	<50
Incremento del Punto di rammollimento (RTFOT UNI EN 12607-1)	UNI EN 1427	°C	<10
Scostamento tra la Penetrazione residua, dopo “tuben test”, e la Penetrazione originaria, a 25°C. (UNI EN 13399)	UNI EN 1426	Δdmm	≤ 5
Scostamento tra il punto di Rammollimento, dopo “tuben test”, ed il Rammollimento originario. (UNI EN 13399)	UNI EN 1427	$\Delta^{\circ}C$	≤ 3

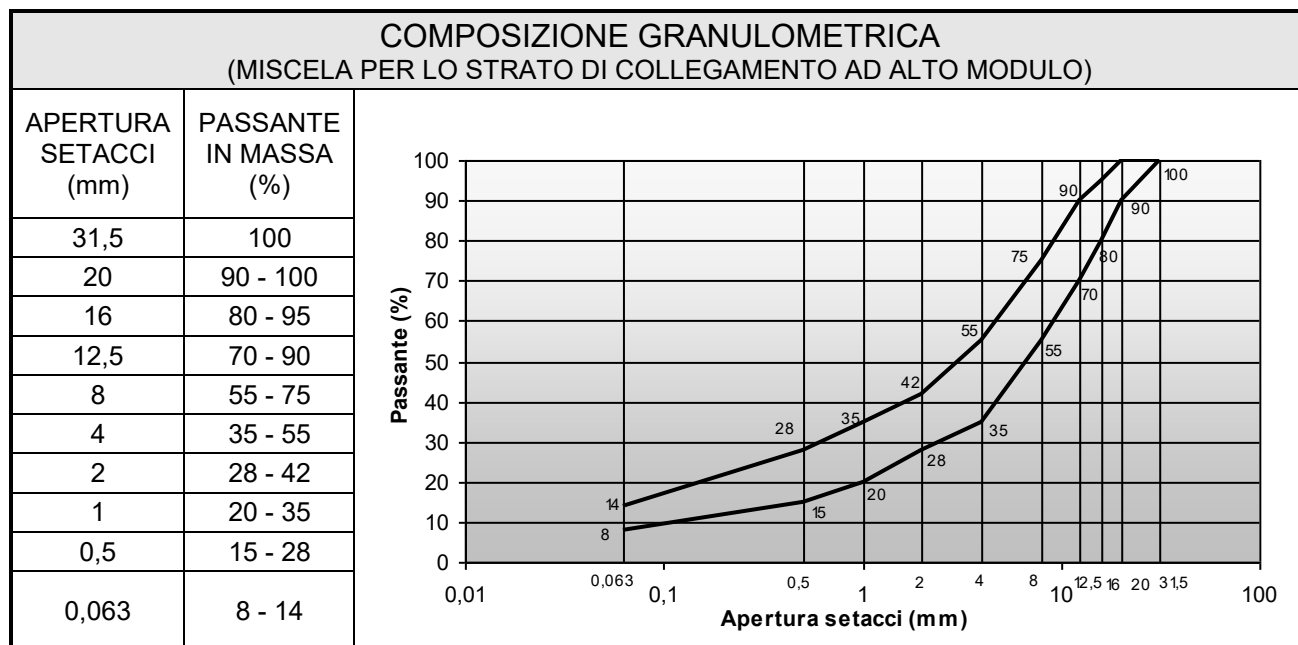
In presenza di temperature atmosferiche o del piano di appoggio non ottimali la DL può richiedere l'impiego di bitume ad elevata lavorabilità per consentire il regolare procedimento di compattazione ed assicurare il raggiungimento delle caratteristiche volumetriche e meccaniche dello strato. Prima della fornitura l'Impresa dovrà consegnare alla DL la documentazione tecnica del prodotto che intende impiegare per l'approvazione.

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

2.7.6.3 CARATTERISTICHE DELLA MISCELA

La miscela ottimale degli aggregati impiegati per il confezionamento del conglomerato bituminoso per lo strato di collegamento ad alto modulo dovrà avere una composizione granulometrica, determinata in conformità alle norme UNI EN 933-1 e UNI EN 12697-2 utilizzando i setacci appartenenti al gruppo base + 2, compresa nei limiti del fuso riportato nella seguente tabella:



La miscela ottimale dovrà avere un contenuto minimo di legante secondo quanto riportato nella seguente tabella:

CONTENUTO MINIMO DI LEGANTE (MISCELA PER LO STRATO DI COLLEGAMENTO AD ALTO MODULO)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13108)
Contenuto di legante (riferito alla miscela)	UNI EN 12697-1 e 39	B _{min}	%	≥5,2	B _{min5,2}

Non saranno ammesse variazioni sulla composizione ottimale della miscela validata ed accettata dalla Direzione Lavori, eccedenti le tolleranze massime riportate nella tabella seguente:

TOLLERANZE AMMESSE RIFERITE ALLA COMPOSIZIONE OTTIMALE VALIDATA (MISCELA PER LO STRATO DI COLLEGAMENTO AD ALTO MODULO)	
MATERIALE COSTITUENTE	TOLLERANZE AMMESSE
Aggregato grosso (trattenuto al setaccio 2mm)	± 5%
Aggregato fine (passante al setaccio 2mm e trattenuto al setaccio 0,063mm)	± 3%
Aggregato filler (passante al setaccio 0,063mm)	± 2%
Legante (riferito alla miscela)	± 0,3%

Il Produttore dovrà determinare la quantità ottimale di legante da impiegare in fase di qualifica della miscela da effettuare secondo il metodo Volumetrico mediante pressa giratoria.

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

Il conglomerato bituminoso binder ad alto modulo dovrà essere specificato mediante parametri prestazionali. Le caratteristiche richieste dovranno essere conformi ai requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI DELLA MISCELA PER LO STRATO DI COLLEGAMENTO AD ALTO MODULO					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13108-1)
Vuoti a 10 rotazioni	UNI EN 12697-5, 6, 8	V10G _{min}	%	>10	V10G _{min9}
		V10G _{max}	%	<14	-
Vuoti a 100 rotazioni		V _{min}	%	>2,0	V _{min2,0}
		V _{max}	%	<5,0	V _{max5,0}
Vuoti a 180 rotazioni		V _{min}	%	>1,0	V _{min1,0}
Modulo di rigidezza (campione prismatico) - a 10°C e 8 Hz	UNI EN 12697-26 All. B	S _{min}	MPa	>10000	S _{min5500}
- a 20°C e 8 Hz	UNI EN 12697-26 All. B	S _{min}	MPa	>6500	
- a 30°C e 8 Hz	UNI EN 12697-26 All. B	S _{min}	MPa	>4000	
<i>In alternativa:</i> Modulo di rigidezza (campione cilindrico) - a 10°C	UNI EN 12697-26 All. C	S _{min}	MPa	>11000	S _{min7000}
- a 20°C	UNI EN 12697-26 All. C	S _{min}	MPa	>7000	
- a 30°C	UNI EN 12697-26 All. C	S _{min}	MPa	>4500	
Sensibilità all'acqua	UNI EN 12697-12	ITSR	%	>90	ITSR ₉₀
Resistenza a fatica	UNI EN 12697-24 All. D	ε ₆	-	>130	ε ₆₋₁₃₀
Resistenza alla deformazione permanente (ormaiamento)	UNI EN 12697-22	WTS _{AIR}	mm/10 ³ c icli	<0,40	WTS _{AIR0,40}
<ul style="list-style-type: none">Le condizioni di prova (parametri della pressa giratoria) sono definiti nella norma di riferimento (UNI EN 12697-31)i requisiti di resistenza e di rigidezza saranno valutati su provini compattati a 100 rotazioni.					

Al fine di impedire un eccessivo riscaldamento con perdita irreparabile delle caratteristiche viscoelastiche del legante, dovrà essere effettuato un controllo periodico della temperatura della miscela finita.

I limiti della temperatura, massimo in produzione e minimo alla stesa, devono essere conformi ai valori riportati nella seguente tabella:

LIMITI DELLA TEMPERATURA (MISCELA PER LO STRATO DI COLLEGAMENTO AD ALTO MODULO)				
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE MINIMO (alla stesa)	VALORE MASSIMO (alla produzione)
Temperatura della miscela	UNI EN 12697-13	°C	≥150	≤180

2.7.6.4 CARATTERISTICHE DELLO STRATO

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

Lo strato della pavimentazione dovrà essere realizzato nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto e la superficie finale dovrà presentarsi in qualunque direzione priva di irregolarità ed ondulazioni. Le caratteristiche che lo strato dovrà avere sono relative al requisito di addensamento della miscela, alle dimensioni (spessore) dello strato ed alle proprietà di aderenza della superficie.

Le caratteristiche di addensamento della miscela in opera saranno determinate secondo il metodo del grado di compattazione in conformità con i requisiti riportati nella seguente tabella:

ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI COLLEGAMENTO AD ALTO MODULO (Grado di compattazione per confronto delle densità)			
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE
Grado di addensamento (per ogni campione)	UNI EN 12697-6	%	> 95
Grado di addensamento (media dei campioni)	UNI EN 12697-6	%	≥ 98
Il grado di compattazione è il rapporto tra la densità della miscela compattata in opera e la densità della miscela compattata in laboratorio riferita allo stesso lotto/giorno di produzione (massimo addensamento teorico).			

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

2.7.7 STRATO DI USURA- (TAPPETO D'USURA 3cm oppure 4cm)

2.7.7.1 DESCRIZIONE E DESIGNAZIONE

Lo strato di usura è costituito da una miscela di aggregati naturali, eventuali additivi e bitume modificato ad alta viscosità ed è confezionato a caldo, previo riscaldamento degli aggregati e del legante.

Il materiale viene steso in opera mediante idonea macchina vibrofinitrice assistita da meccanismi di auto livellamento e munita di rasatore per la precompattazione ed è costipato con rulli gommati e/o metallici vibranti.

Prima della stesa, l'Impresa dovrà procedere con la formazione della mano d'attacco in emulsione bituminosa in conformità ai requisiti definiti nel paragrafo *"MANO D'ATTACCO costituita da emulsione elastomerica con bitume modificato Hard"* delle presenti Prescrizioni Tecniche.

Lo spessore dello strato è determinato dal Progettista.

Il conglomerato bituminoso utilizzato per lo strato di usura deve essere caratterizzato in conformità ai requisiti delle miscele utilizzate per uso stradale specificati nella norma UNI EN 13108-1 e viene designato secondo la seguente dicitura:

Le miscele impiegate devono essere qualificate in conformità al Regolamento UE n.305/2011 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura deve essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13108-1

CB	12,5	usura	PMB 50–70/65
-----------	-------------	--------------	---------------------

2.7.7.2 MATERIALI COSTITUENTI

2.7.7.2.1 AGGREGATI

Gli aggregati naturali costituiscono la struttura portante del conglomerato bituminoso e comprendono gli aggregati grossi, gli aggregati fini e l'aggregato filler.

I requisiti di accettazione degli aggregati impiegati, qualora non specificato diversamente, dovranno essere conformi alle seguenti prescrizioni:

- UNI EN 932-3 "Procedura e terminologia per la descrizione petrografica semplificata";
- Regolamento prodotti da costruzione CPR 305/11;
- Allegato ZA della Norma armonizzata UNI EN 13043 "Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti ed altre aree soggette a traffico".

Il prelievo dei campioni da sottoporre ad analisi deve essere effettuato in conformità alla norma UNI EN 932-1 "Metodi di campionamento degli aggregati".

L'Aggregato grosso appartiene alla classe granulometrica compresa tra $d > 4$ mm e $D \leq 45$ mm; dovrà essere ottenuto dalla frantumazione di rocce ignee (Porfido quarzifero o Andesite); dovrà essere costituito da granuli privi di elementi in fase di alterazione, polvere o materiali estranei, gli elementi dovranno essere puliti, approssimativamente poliedrici, con spigoli vivi, a superficie ruvida. I materiali, ottenuti dovranno soddisfare i requisiti riportati nella seguente tabella:

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

CARATTERISTICHE DELL'AGGREGATO GROSSO (MISCELA PER LO STRATO DI USURA)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13043)
Petrografia (per la classe granulometrica >4 mm)	UNI EN 932-3	-	-	Rocce ignee (Porfido quarzifero o Andesite)	-
Dimensione massima	UNI EN 933-1	D _{max}	mm	<14	-
Requisito di granulometria	UNI EN 933-1	G _C	%		G _C 90-10
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	LA	%	≤20	LA ₂₀
Resistenza alla levigazione	UNI EN 1097-8	VL	-	≥ 45	PSV ₄₄
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	F	%	≤1	F ₁
Percentuale di superfici frantumate	UNI EN 933-5	C	%	100	C _{100/0}
Affinità ai leganti bituminosi	UNI EN 12697-11	-	%	<5	-
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	FI	%	≤15	FI ₁₅

L'Aggregato fine appartiene alla classe granulometrica compresa tra $d > 0,063$ mm e $D < 4$ mm con denominazione G_F 85; dovrà essere costituito da sabbie di frantumazione e privo di elementi in fase di alterazione, polvere o materiali estranei.

I materiali dovranno soddisfare i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELL'AGGREGATO FINE (MISCELA PER LO STRATO DI USURA)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13043)
Passante al setaccio 0,063	UNI EN 933-1	f	%	< 10	f ₁₀
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	SE	%	>70	-

L'aggregato filler appartiene alla classe costituita in prevalenza da particelle passanti al setaccio 0,063 mm e dovrà provenire preferibilmente dalla frantumazione di rocce calcaree. Possono essere utilizzati anche cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di roccia asphaltica e ceneri volanti.

I materiali dovranno soddisfare i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELL'AGGREGATO FILLER (MISCELA PER LO STRATO DI USURA)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13043)
Passante al setaccio 2 mm	UNI EN 933-10	-	%	100	-
Passante al setaccio 0,125 mm	UNI EN 933-10	-	%	da 85 a 100	-
Passante al setaccio 0,063 mm	UNI EN 933-10	-	%	da 70 a 100	-
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 1789-12	-	-	N.P.	-
Porosità del filler compattato secco (Ridgen)	UNI EN 1097-4	V	%	da 28 a 45	V _{28/45}
Palla anello (filler/bitume=1,5)	UNI EN 13179-1	Δ _{R&B}	%	> 8	Δ _{R&B/16}

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

2.7.7.2.2 LEGANTE

Per il confezionamento del conglomerato bituminoso per lo strato di usura-risagomatura dovrà essere impiegato come legante bituminoso il bitume modificato ad alta viscosità ottenuto dalla fusione di bitume semisolido con polimeri elastomerici o plastomerici che ne modificano la struttura chimica e le caratteristiche fisiche e meccaniche.

I requisiti di accettazione del bitume, qualora non specificato diversamente, dovranno essere conformi alle seguenti prescrizioni:

- Regolamento prodotti da costruzione CPR 305/11;
- Allegato ZA della Norma armonizzata UNI EN 14023 “ Bitumi e leganti bituminosi. Quadro delle specifiche riguardanti i bitumi modificati da polimeri”.

Il prelievo dei campioni da sottoporre ad analisi deve essere effettuato in conformità alla norma UNI EN 58-1 “Metodi di campionamento dei leganti bituminosi”.

Il bitume modificato ad alta viscosità, del tipo 50/70 modificato (tipo HARD), dovrà essere conforme alla Norma UNI EN 14023 e dovrà presentare le seguenti caratteristiche:

CARATTERISTICHE DEL BITUME MODIFICATO HARD (MISCELA PER LO STRATO DI USURA)			
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	dmm	da 50 a 70
Punto di rammollimento (palla anello)	UNI EN 1427	°C	≥ 65
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN 12593	°C	≤ -20
Ritorno elastico a 25 °C	UNI EN 13398	%	> 75
Stabilità allo stoccaggio (3 gg a 180°C)	UNI EN 13399	°C	< 0,5
Viscosità dinamica a 160 °C, $\gamma=10s^{-1}$	UNI EN 13702-2	Pa*s	da 0,30 a 0,50
RESISTENZA ALL'INVECCHIAMENTO			
Rapporto tra la penetrazione residua, dopo invecchiamento accelerato, e la penetrazione originaria, a 25°C. (RTFOT UNI EN 12607-1)	UNI EN 1426	%	≥ 60
Ritorno elastico a 25 °C (RTFOT UNI EN 12607-1)	UNI EN 13398	%	> 50
Incremento del Punto di rammollimento (RTFOT UNI EN 12607-1)	UNI EN 1427	°C	< 5
Scostamento tra la Penetrazione residua, dopo “tuben test”, e la Penetrazione originaria, a 25°C. (UNI EN 13399)	UNI EN 1426	Δdmm	< 5
Scostamento tra il punto di Rammollimento, dopo “tuben test”, ed il Rammollimento originario. (UNI EN 13399)	UNI EN 1427	$\Delta^{\circ}C$	< 3

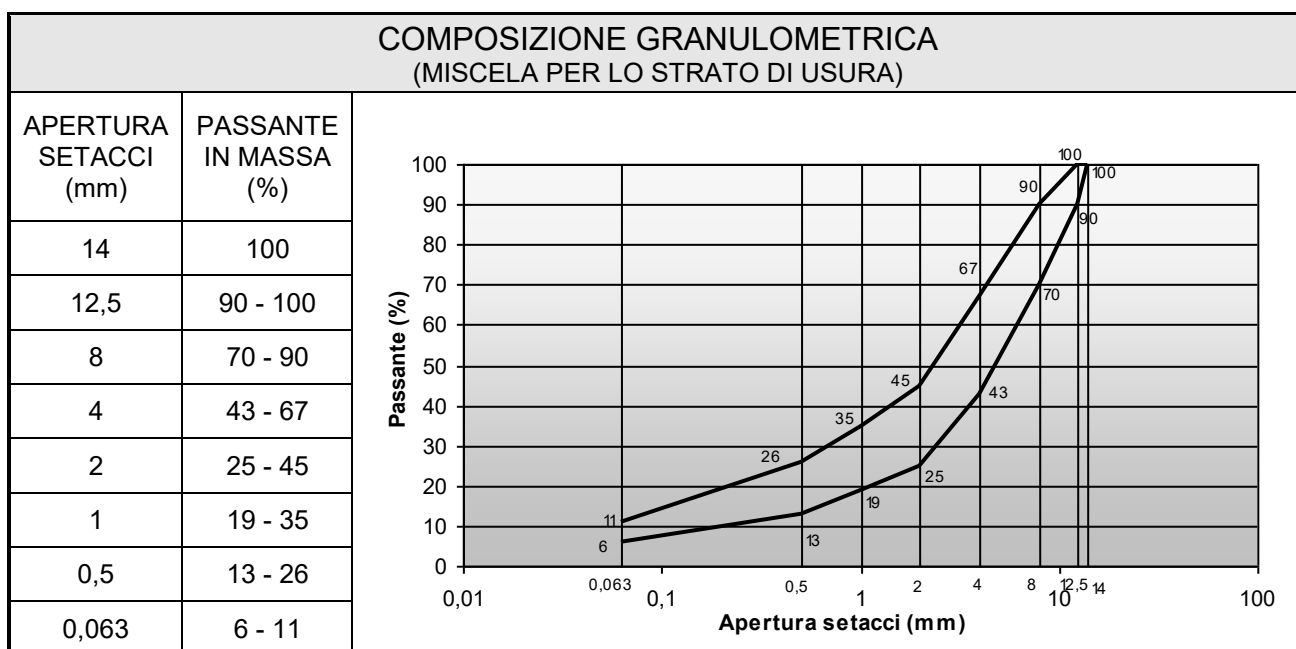
In presenza di temperature atmosferiche o del piano di appoggio non ottimali la DL può richiedere l'impiego di bitume ad elevata lavorabilità per consentire il regolare procedimento di compattazione ed assicurare il raggiungimento delle caratteristiche volumetriche e meccaniche dello strato. Prima della fornitura l'Impresa dovrà consegnare alla DL la documentazione tecnica del prodotto che intende impiegare per l'approvazione.

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

2.7.7.3 CARATTERISTICHE DELLA MISCELA

La miscela ottimale degli aggregati impiegati per il confezionamento del conglomerato bituminoso per lo strato di usura dovrà avere una composizione granulometrica, determinata in conformità alle norme UNI EN 933-1 e UNI EN 12697-2 utilizzando i setacci appartenenti al gruppo base + 2, compresa nei limiti del fuso riportato nella seguente tabella:



La miscela ottimale dovrà avere un contenuto minimo di legante secondo quanto riportato nella seguente tabella:

CONTENUTO MINIMO DI LEGANTE (MISCELA PER LO STRATO DI USURA)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13108)
Contenuto di legante (riferito alla miscela)	UNI EN 12697-1 e 39	B _{min}	%	≥5,2	B _{min5,2}

Non saranno ammesse variazioni sulla composizione ottimale della miscela validata ed accettata dalla Direzione Lavori, eccedenti le tolleranze massime riportate nella tabella seguente:

TOLLERANZE AMMESSE RIFERITE ALLA COMPOSIZIONE OTTIMALE VALIDATA (MISCELA PER LO STRATO DI USURA)	
MATERIALE COSTITUENTE	TOLLERANZE AMMESSE
Aggregato grosso (trattenuto al setaccio 2mm)	± 5%
Aggregato fine (passante al setaccio 2mm e trattenuto al setaccio 0,063mm)	± 3%
Aggregato filler (passante al setaccio 0,063mm)	± 2%
Legante (riferito alla miscela)	± 0,3%

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

Il Produttore dovrà determinare la quantità ottimale di legante da impiegare in fase di qualifica della miscela da effettuare secondo il metodo Marshall o, in alternativa, secondo il metodo Volumetrico mediante pressa giratoria.

In base al metodo prescelto, le caratteristiche richieste per il conglomerato bituminoso da impiegare nello strato di base dovranno essere conformi ai requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

CARATTERISTICHE DELLA MISCELA PER LO STRATO DI USURA (Metodo Marshall)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13108-1)
Minima stabilità	UNI EN 12697-34	S_{min}	kN	>12,5	$S_{min12,5}$
Quoziente (minimo)	UNI EN 12697-34	Q_{min}	kN/mm	>3	Q_{min3}
Quoziente (massimo)	UNI EN 12697-34	-	kN/mm	<5	-
Contenuto massimo di vuoti residui	UNI EN 12697-8 UNI EN 12697-6B UNI EN 12697-5A	V_{max}	%	<6	V_{max6}
Contenuto minimo di vuoti residui	UNI EN 12697-8 UNI EN 12697-6B UNI EN 12697-5A	V_{min}	%	>3	V_{min3}
Sensibilità all'acqua	UNI N 12697-12	ITSR	%	>75	$ITSR_{80}$
<ul style="list-style-type: none"> i provini per le misure di stabilità, quoziente e percentuale dei vuoti residui riportate dovranno essere confezionati presso l'impianto di produzione e/o all'atto della stesa e la temperatura di compattazione dovrà essere pari a $150^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$; la determinazione della stabilità viene eseguita a 60°C su 4 provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia; il contenuto dei vuoti dovrà essere determinato in conformità alla norma UNI EN 13108-20. 					

CARATTERISTICHE DELLA MISCELA PER LO STRATO DI USURA (Metodo volumetrico)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13108-1)
Vuoti a 10 rotazioni	UNI EN 12697-5, 6, 8	V10G _{min}	%	>10	V10G _{min9}
		V10G _{max}	%	<14	-
Vuoti a 100 rotazioni		V _{min}	%	>3	V _{min3,0}
		V _{max}	%	<6	V _{max6}
Vuoti a 180 rotazioni		V _{min}	%	>2	V _{min2,0}
Modulo di rigidezza	UNI EN 12697-26	S _{min}	MPa	> 3 300	S _{min3 600}
Resistenza alla trazione indiretta a 25 °C	UNI EN 12697-23	ITS	N/mm ²	>1,0	-
Sensibilità all'acqua	UNI N 12697-12	ITSR	%	>75	ITSR ₈₀
<ul style="list-style-type: none">Le condizioni di prova (parametri della pressa giratoria) sono definiti nella norma di riferimento (UNI EN 12697-31)i requisiti di resistenza e di rigidezza saranno valutati su provini compattati a 100 rotazioni.					

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

Su richiesta della Direzione Lavori, il Produttore dovrà determinare le caratteristiche prestazionali della miscela secondo i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELLA MISCELA PER LO STRATO DI USURA (Requisiti prestazionali)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13108-1)
Resistenza alla deformazione permanente	UNI EN 12697-25	f_{cmax}	$\mu m/m/n$	<1	f_{cmax1}
<i>In alternativa</i>					
Resistenza alla deformazione permanente (ormaiamento)	UNI EN 12697-22	WTS_{AIR}	$mm10^3ci$ cli	<0,10	$WTS_{AIR0,10}$
<ul style="list-style-type: none"> Per evitare la duplicazione di specifiche ("eccesso di specifiche") non dovranno essere determinati entrambi i requisiti. Le densità di riferimento delle miscele analizzate dovranno corrispondere a quelle della compattazione Marshall a 75 colpi per faccia o della compattazione volumetrica, con pressa giratoria a 180 giri. 					

Al fine di impedire un eccessivo riscaldamento con perdita irreparabile delle caratteristiche viscoelastiche del legante, dovrà essere effettuato un controllo periodico della temperatura della miscela finita.

I limiti della temperatura, massimo in produzione e minimo alla stesa, devono essere conformi ai valori riportati nella seguente tabella:

LIMITI DELLA TEMPERATURA (MISCELA PER LO STRATO DI USURA)				
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE MINIMO (alla stesa)	VALORE MASSIMO (alla produzione)
Temperatura della miscela	UNI EN 12697-13	°C	≥150	≤180

2.7.7.4 CARATTERISTICHE DELLO STRATO

Lo strato della pavimentazione dovrà essere realizzato nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto e la superficie finale dovrà presentarsi in qualunque direzione priva di irregolarità ed ondulazioni. Le caratteristiche che lo strato dovrà avere sono relative al requisito di addensamento della miscela, alle dimensioni (spessore) dello strato ed alle proprietà di aderenza della superficie.

Le caratteristiche di addensamento della miscela in opera saranno determinate preferibilmente secondo il metodo del grado di compattazione o, in alternativa a scelta della Direzione lavori, secondo il metodo dei vuoti residui, in conformità con i requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI USURA (Grado di compattazione per confronto delle densità)			
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE
Grado di addensamento (per ogni campione)	UNI EN 12697-6	%	> 95
Grado di addensamento (media dei campioni)	UNI EN 12697-6	%	≥ 98
Il grado di compattazione è il rapporto tra la densità della miscela compattata in opera e la densità della miscela compattata in laboratorio riferita allo stesso lotto/giorno di produzione (massimo addensamento teorico).			

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI USURA (Vuoti residui del campione prelevato in opera)				
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE
Vuoti residui (massimo per ogni campione)	UNI EN 12697-8	V_{\max}	%	< 10
Vuoti residui (media dei campioni)	UNI EN 12697-8	V_{\max}	%	< 7
Campione prelevato mediante carotaggio in conformità alla norma UNI EN 13108-27				

Le caratteristiche superficiali dello strato saranno determinate in conformità con i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE SUPERFICIALI DELLO STRATO DI USURA				
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE
Regolarità della superficie (regolo da mm 3000)	UNI EN 13036-7	-	mm	< 4
Resistenza di attrito radente	UNI EN 13036-4	PTV	-	≥ 55
Coefficiente di aderenza trasversale*	UNI CEN/TS 15901-6 UNI CEN/TS 15901-8	CAT	-	≥ 50
Profondità della macrotestitura*	UNI EN 13036-1	MTP	mm	$\geq 0,3$

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

2.7.8 STRATO DI USURA DRENANTE-FONOASSORBENTE SPECIALE

2.7.8.1 DESCRIZIONE E DESIGNAZIONE

Lo strato di usura Drenante e Fonoassorbente Speciale è costituito da una miscela di aggregati naturale, eventuali additivi e bitume modificato ad alta viscosità ed è confezionato a caldo, previo riscaldamento degli aggregati e del legante.

Il conglomerato bituminoso Drenante e Fonoassorbente Speciale contiene un elevato tenore di vuoti intercomunicanti che permettono il passaggio di acqua ed aria con lo scopo di consentire la permeabilità e diminuire il rumore dei veicoli circolanti sulla superficie.

Il materiale viene steso in opera mediante idonea macchina vibrofinitrice assistita da meccanismi di auto livellamento e munita di rasatore per la precompattazione ed è costipato con rulli metallici.

Prima della stesa, l'Impresa dovrà procedere con la formazione della membrana impermeabilizzante in conformità ai requisiti definiti nel paragrafo “*MEMBRANA IMPERMEABILIZZANTE*” delle presenti Prescrizioni Tecniche.

Lo spessore dello strato è determinato dal Progettista.

Il conglomerato bituminoso utilizzato per lo strato di usura Drenante e Fonoassorbente Speciale è un materiale ad elevato tenore di vuoti e deve essere caratterizzato in conformità ai requisiti delle miscele utilizzate per uso stradale specificati nella norma UNI EN 13108-7 e viene designato secondo la seguente dicitura:

Le miscele impiegate devono essere qualificate in conformità al Regolamento UE n.305/2011 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura deve essere accompagnata dalla marcatura CE attestane la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13108-1

PA	16	PMB 50–70/65
-----------	-----------	---------------------

2.7.8.2 MATERIALI COSTITUENTI

2.7.8.2.1 AGGREGATI

Gli aggregati naturali costituiscono la struttura portante del conglomerato bituminoso e comprendono gli aggregati grossi, gli aggregati fini e l'aggregato filler.

I requisiti di accettazione degli aggregati impiegati, qualora non specificato diversamente, dovranno essere conformi alle seguenti prescrizioni:

- UNI EN 932-3 “Procedura e terminologia per la descrizione petrografica semplificata”;
- Regolamento prodotti da costruzione CPR 305/11;
- Allegato ZA della Norma armonizzata UNI EN 13043 “Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti ed altre aree soggette a traffico”.

Il prelievo dei campioni da sottoporre ad analisi deve essere effettuato in conformità alla norma UNI EN 932-1 “Metodi di campionamento degli aggregati”.

Ciascuna classe granulometrica dovrà essere costituita da elementi provenienti dalla frantumazione di rocce ignee effusive e piroclastiche, in particolare:

- per il tratto Chiusa-Modena, l'aggregato naturale da impiegarsi dovrà provenire esclusivamente dalla frantumazione di porfido quarzifero;
- per il tratto Brennero-Chiusa l'aggregato naturale da impiegarsi dovrà provenire esclusivamente dalla frantumazione di porfido quarzifero e/o andesite.

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

La Società, in casi particolari, sempre che sia garantita, in rapporto all'esistente, uniformità di colore al manto autostradale, potrà consentire l'utilizzo di elementi provenienti dalla frantumazione di rocce effusive diverse.

L'Aggregato grosso appartiene alla classe granulometrica compresa tra $d > 4$ mm e $D \leq 45$ mm; dovrà essere ottenuto dalla frantumazione di rocce ignee (Porfido quarzifero o Andesite); dovrà essere costituito da granuli privi di elementi in fase di alterazione, polvere o materiali estranei, gli elementi dovranno essere puliti, approssimativamente poliedrici, con spigoli vivi, a superficie ruvida. I materiali, ottenuti dovranno soddisfare i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELL'AGGREGATO GROSSO (MISCELA PER LO STRATO DI USURA DRENANTE-FONOASSORBENTE SPECIALE)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13043)
Petrografia (per la classe granulometrica > 4 mm)	UNI EN 932-3	-	-	Rocce ignee (Porfido quarzifero o Andesite)	-
Dimensione massima	UNI EN 933-1	D_{max}	mm	< 20	-
Requisito di granulometria	UNI EN 933-1	G_C	%	-	G_{C90-10}
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	LA	%	≤ 18	LA_{20}
Resistenza alla levigazione	UNI EN 1097-8	VL	-	≥ 45	PSV_{44}
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	F	%	≤ 1	F_1
Percentuale di superfici frantumate	UNI EN 933-5	C	%	100	$C_{100/0}$
Affinità ai leganti bituminosi	UNI EN 12697-11	-	%	< 5	-
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	FI	%	≤ 10	FI_{10}

Con riferimento alle caratteristiche degli aggregati naturali ed in considerazione dei risultati delle prove di prequalificazione e delle effettive disponibilità dei materiali nel mercato, mentre si conferma che ad una perdita di peso con la prova Los Angeles del 18% può corrispondere una resistenza alla levigazione pari a 45; vengono considerati accettabili superiori valori di prova Los Angeles qualora eventualmente vengano migliorati i valori di VL secondo la seguente tabella:

CARATTERISTICHE FISICHE DEGLI AGGREGATI GROSSI (MISCELA PER LO STRATO DI USURA DRENANTE-FONOASSORBENTE SPECIALE)	
RESISTENZA ALLA FRAMMENTAZIONE (LA)	RESISTENZA ALLA LEVIGAZIONE (VL)
$\leq 18\%$	≥ 45
$\leq 22\%$	≥ 47
Non saranno accettati materiali con Los Angeles $> 22\%$.	

L'Aggregato fine appartiene alla classe granulometrica compresa tra $d > 0,063$ mm e $D < 4$ mm con denominazione $G_F 85$; dovrà essere costituito da sabbie di frantumazione e privo di elementi in fase di alterazione, polvere o materiali estranei..

I materiali dovranno soddisfare i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELL'AGGREGATO FINE (MISCELA PER LO STRATO DI USURA DRENANTE-FONOASSORBENTE SPECIALE)
--

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13043)
Passante al setaccio 0,063	UNI EN 933-1	f	%	< 10	f ₁₀
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	SE	%	>70	-

L'aggregato filler appartiene alla classe costituita in prevalenza da particelle passanti al setaccio 0,063 mm e dovrà provenire preferibilmente dalla frantumazione di rocce calcaree. Possono essere utilizzati anche cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di roccia asphaltica e ceneri volanti.

I materiali dovranno soddisfare i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELL'AGGREGATO FILLER (MISCELA PER LO STRATO DI USURA DRENANTE-FONOASSORBENTE SPECIALE)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13043)
Passante al setaccio 2 mm	UNI EN 933-10	-	%	100	-
Passante al setaccio 0,125 mm	UNI EN 933-10	-	%	da 85 a 100	-
Passante al setaccio 0,063 mm	UNI EN 933-10	-	%	da 70 a 100	-
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 1789-12	-	-	N.P.	-
Porosità del filler compattato (Ridgen)	UNI EN 1097-4	V	%	da 28 a 45	V _{28/45}
Palla anello (filler/bitume=1,5)	UNI EN 13179-1	Δ _{R&B}	%	> 8	Δ _{R&B8/16}

Per il confezionamento del conglomerato bituminoso per lo strato d'usura Drenante Fonoassorbente Speciale il Produttore dovrà utilizzare filler di apporto, calce idrata (in parziale sostituzione del filler di apporto) e microfibre.

Il tenore di calce idrata (di tipo CL90S secondo la 459-2) da inserire dovrà essere almeno del 2% rispetto al peso degli aggregati.

Nel caso di utilizzo di filler misto potrà essere utilizzato solo la categoria KA25 come definito dalla EN13043.

Le microfibre dovranno essere inserite nel conglomerato in fase di miscelazione e dosate in ragione dello 0,3% rispetto al peso degli aggregati. Al fine di eseguire la corretta dosatura, disaggregazione e dispersione (le fibre o le loro miscele dovranno avere caratteristiche tali da disperdersi in modo capillare) nel conglomerato nonché evitare fenomeni di dispersione in aria dovranno essere utilizzati opportuni macchinari.

Le fibre potranno essere di natura minerale (vetro) o sintetica (acriliche); si potranno usare anche soluzioni miste tramite l'aggiunta di prodotti cellulosici o anche polimerici (es polietilene ecc).

Le fibre rinforzanti dovranno avere le seguenti caratteristiche:

CARATTERISTICHE DELLE FIBRE RINFORZANTI		
REQUISITO	UM	VALORE LIMITE
Lunghezza	μm	200 - 6000
Diametro	μm	8 - 20
Resistenza alla trazione	GPa	1,5 - 3
Allungamento massimo	%	1 - 3
Punto di fusione	°C	> 300

L'approvazione della fibra della Direzione Lavori avverrà sulla base dei risultati ottenuti in fase di validazione della composizione ottimale con riferimento ai valori ottenuti relativi ai requisiti delle caratteristiche meccaniche e del drenaggio del legante.

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

In ogni caso le fibre o la loro miscela dovranno essere in formato tale da impedire la dispersione in aria delle parti volatili durante la movimentazione e tutto l'arco temporale dell'impiego (es. pellets realizzati con elementi agglomeranti tipo cellulosa).

Le dimensioni delle fibre o delle loro miscele dovranno essere tali da non risultare pericolose per inalazione e in generale non pericolose per il personale operante. Tutti i prodotti dovranno essere accompagnati da scheda tecnica di sicurezza.

2.7.8.2.2 LEGANTE

Per il confezionamento del conglomerato bituminoso per lo strato di usura Drenante Fonoassorbente Speciale dovrà essere impiegato come legante bituminoso il bitume modificato ad alta viscosità ottenuto dalla fusione di bitume semisolido con polimeri elastomerici o plastomerici che ne modificano la struttura chimica e le caratteristiche fisiche e meccaniche.

I requisiti di accettazione del bitume, qualora non specificato diversamente, dovranno essere conformi alle seguenti prescrizioni:

- Regolamento prodotti da costruzione CPR 305/11;
- Allegato ZA della Norma armonizzata UNI EN 14023 " Bitumi e leganti bituminosi. Quadro delle specifiche riguardanti i bitumi modificati da polimeri".

Il prelievo dei campioni da sottoporre ad analisi deve essere effettuato in conformità alla norma UNI EN 58-1 "Metodi di campionamento dei leganti bituminosi".

Il bitume modificato a alta viscosità, del tipo 50/70 modificato (tipo HARD), dovrà essere conforme alla Norma UNI EN 14023 e dovrà presentare le seguenti caratteristiche:

CARATTERISTICHE DEL BITUME MODIFICATO HARD (MISCELA PER LO STRATO DI USURA DRENANTE-FONOASSORBENTE SPECIALE)			
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	dmm	da 50 a 70
Punto di rammollimento (palla anello)	UNI EN 1427	°C	≥ 65
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN 12593	°C	≤ -20
Ritorno elastico a 25 °C	UNI EN 13398	%	> 75
Stabilità allo stoccaggio (3 gg a 180°C)	UNI EN 13399	°C	< 0,5
Viscosità dinamica a 160 °C, $\gamma=10s^{-1}$	UNI EN 13702-2	Pa*s	da 0,30 a 0,50
RESISTENZA ALL'INVECCHIAMENTO			
Rapporto tra la penetrazione residua, dopo invecchiamento accelerato, e la penetrazione originaria, a 25°C. (RTFOT UNI EN 12607-1)	UNI EN 1426	%	≥ 60
Ritorno elastico a 25 °C (RTFOT UNI EN 12607-1)	UNI EN 13398	%	> 50
Incremento del Punto di rammollimento (RTFOT UNI EN 12607-1)	UNI EN 1427	°C	< 5
Scostamento tra la Penetrazione residua, dopo "tuben test", e la Penetrazione originaria, a 25°C. (UNI EN 13399)	UNI EN 1426	Δdmm	< 5
Scostamento tra il punto di Rammollimento, dopo "tuben test", ed il Rammollimento originario. (UNI EN 13399)	UNI EN 1427	$\Delta^{\circ}C$	< 3

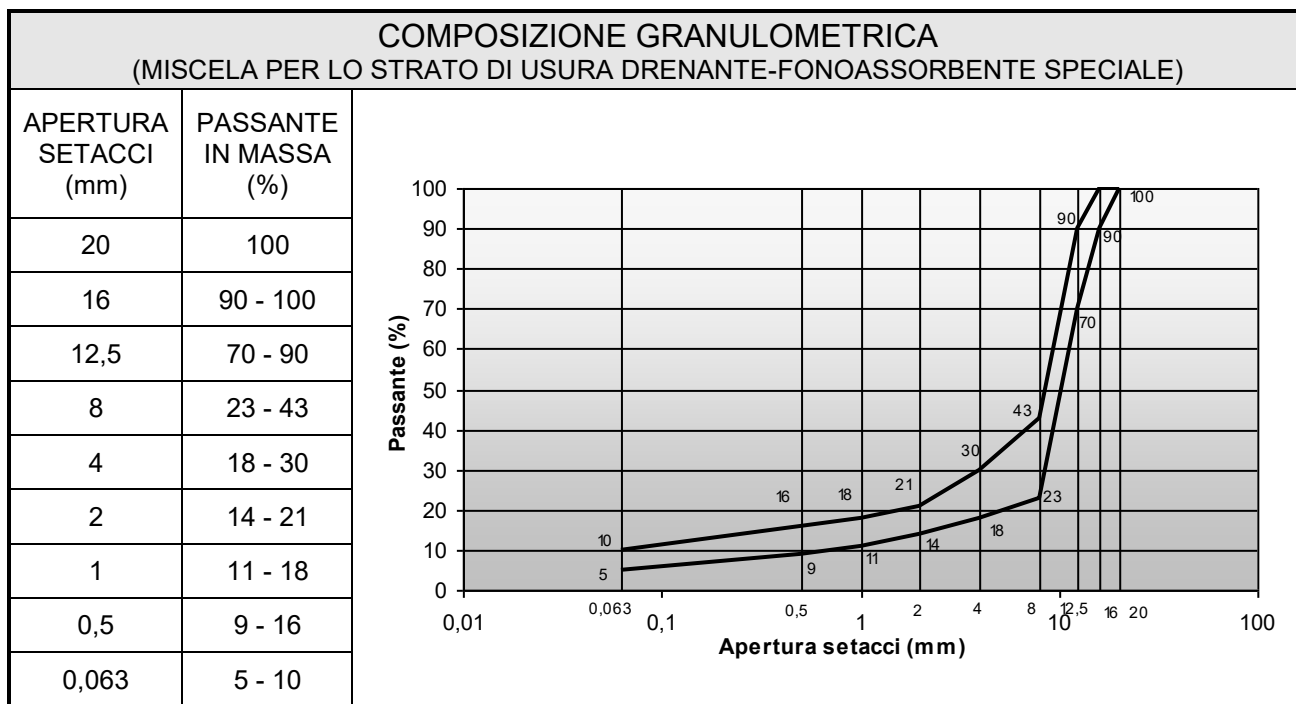
In presenza di temperature atmosferiche o del piano di appoggio non ottimali la DL può richiedere l'impiego di bitume ad elevata lavorabilità per consentire il regolare procedimento di compattazione ed assicurare il raggiungimento delle caratteristiche volumetriche e meccaniche dello strato. Prima della fornitura l'Impresa dovrà consegnare alla DL la documentazione tecnica del prodotto che intende impiegare per l'approvazione.

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

2.7.8.3 CARATTERISTICHE DELLA MISCELA

La miscela ottimale degli aggregati impiegati per il confezionamento del conglomerato bituminoso per lo strato Drenante Fonoassorbente Speciale dovrà avere una composizione granulometrica, determinata in conformità alle norme UNI EN 933-1 e UNI EN 12697-2 utilizzando i setacci appartenenti al gruppo base + 2, compresa nei limiti del fuso riportato nella seguente tabella:



La miscela ottimale dovrà avere un contenuto minimo di legante secondo quanto riportato nella seguente tabella:

CONTENUTO MINIMO DI LEGANTE (MISCELA PER LO STRATO DI USURA DRENANTE-FONOASSORBENTE SPECIALE)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13108-7)
Contenuto di legante (riferito alla miscela)	UNI EN 12697-1 e 39	B _{min}	%	≥4,4	B _{min4,4}

Il Produttore dovrà determinare la quantità ottimale di legante da impiegare in fase di qualifica della miscela.

Non saranno ammesse variazioni sulla composizione ottimale della miscela validata ed accettata dalla Direzione Lavori, eccedenti le tolleranze massime riportate nella tabella seguente:

TOLLERANZE AMMESSE RIFERITE ALLA COMPOSIZIONE OTTIMALE VALIDATA (MISCELA PER LO STRATO DI DRENANTE-FONOASSORBENTE SPECIALE)	
MATERIALE COSTITUENTE	TOLLERANZE AMMESSE

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

Aggregato grosso (trattenuto al setaccio 2mm)	± 5%
Aggregato fine (passante al setaccio 2mm e trattenuto al setaccio 0,063mm)	± 3%
Aggregato filler (passante al setaccio 0,063mm)	± 2%
Legante (riferito alla miscela)	± 0,3%

Le caratteristiche richieste per il conglomerato bituminoso da impiegare nello strato di usura drenante e fonoassorbente dovranno essere conformi ai requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELLA MISCELA PER LO STRATO DI USURA DRENANTE-FONOASSORBENTE SPECIALE					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13108-7)
Contenuto massimo di vuoti residui	UNI EN 12697-8 UNI EN 12697-6D UNI EN 12697-5A	V_{max}	%	<18	V_{max18}
Contenuto minimo di vuoti residui	UNI EN 12697-8 UNI EN 12697-6D UNI EN 12697-5A	V_{min}	%	<14	V_{min14}
Resistenza a trazione indiretta	UNI EN 12697-23	ITS	N/mm ²	>0,6	-
Sensibilità all'acqua	UNI N 12697-12	ITSR	%	>75	ITSR ₈₀
Perdita di particelle	UNI EN 12697-17	PL	%	<25	PL ₃₀
Drenaggio del legante	UNI EN 12697-18	D	%	0	D ₀
Permeabilità verticale	UNI EN 12697-19	K_v	10 ⁻³ m/s	>2,5	$K_{v2,5}$
Il metodo di preparazione del campione ed il contenuto dei vuoti dovranno essere determinati in conformità alla norma UNI EN 13108-20. Le condizioni di prova (parametri della pressa giratoria) sono definiti nella norma di riferimento (UNI EN 12697-31) Condizioni di prova mediante compattatore Marshall: provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia					

Al fine di impedire un eccessivo riscaldamento con perdita irreparabile delle caratteristiche viscoelastiche del legante, dovrà essere effettuato un controllo periodico della temperatura della miscela finita.

I limiti della temperatura, massimo in produzione e minimo alla stesa, devono essere conformi ai valori riportati nella seguente tabella:

LIMITI DELLA TEMPERATURA (MISCELA PER LO STRATO DI USURA DRENANTE-FONOASSORBENTE SPECIALE)				
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE MINIMO (alla stesa)	VALORE MASSIMO (alla produzione)
Temperatura della miscela	UNI EN 12697-13	°C	≥150	≤180

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

2.7.8.4 CARATTERISTICHE DIMENSIONALI DELLO STRATO

Lo strato della pavimentazione dovrà essere realizzato nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto e la superficie finale dovrà presentarsi in qualunque direzione priva di irregolarità ed ondulazioni. Le caratteristiche che lo strato dovrà avere sono relative al requisito di addensamento della miscela, alle dimensioni (spessore) dello strato ed alle proprietà di aderenza della superficie.

Le caratteristiche di addensamento della miscela in opera saranno determinate preferibilmente secondo il metodo del grado di compattazione o, in alternativa a scelta della Direzione lavori, secondo il metodo dei vuoti residui, in conformità con i requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI USURA DRENANTE-FONOASSORBENTE SPECIALE (Grado di compattazione per confronto delle densità)			
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE
Grado di addensamento (per ogni campione)	UNI EN 12697-6	%	> 95
Grado di addensamento (media dei campioni)	UNI EN 12697-6	%	≥ 96
Il grado di compattazione è il rapporto tra la densità della miscela compattata in opera e la densità della miscela compattata in laboratorio riferita allo stesso lotto/giorno di produzione (massimo addensamento teorico).			

ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI USURA DRENANTE-FONOASSORBENTE SPECIALE (Vuoti residui del campione prelevato in opera)				
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE
Vuoti residui (massimo per ogni campione)	UNI EN 12697-8	V _{max}	%	< 22
Vuoti residui (minimo per ogni campione)	UNI EN 12697-8	V _{min}	%	> 14
Vuoti residui (media dei campioni)	UNI EN 12697-8	-	%	da 14 a 20
Campione prelevato mediante carotaggio in conformità alla norma UNI EN 13108-27.				

Le caratteristiche di drenaggio verticale dello strato in opera dovranno essere conformi ai requisiti definiti nella seguente tabella:

DRENAGGIO VERTICALE DELLO STRATO DI USURA DRENANTE-FONOASSORBENTE SPECIALE				
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE
Capacità di permeabilità in opera (equivalente alla permeabilità superiore a 5 l/minuto)	C.M.E. – CAP. 54 N°17 « DETERMINATION DE LA DRAINABILITE' IN SITU D'ENROBES DRAINANTS » ("prova con permeametro cilindrico secondo la normativa Belga")	-	s	< 17

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

In alternativa al metodo di misura mediante cilindro Belga, la caratteristica di drenaggio verticale potrà essere determinata in conformità alla norma UNI EN 12697-40, qualora disponibili dati di correlazione.

2.7.8.5 CARATTERISTICHE DI REGOLARITA' SUPERFICIALE DELLO STRATO

Tratti superiori a 1 km

La regolarità superficiale dovrà essere valutata mediante la misura dell'indice I.R.I. (International Roughness Index) espresso in mm/m determinato in conformità alla Norma ASTM E 1926-08. Le misure di regolarità dovranno essere effettuate in un periodo di tempo compreso tra la fine della stesa e il 90° dall'apertura al traffico.

Tale indice è ricavabile dalla misura accurata del profilo longitudinale della pavimentazione utilizzando un sistema di rilevamento tipo ARAN o altro sistema, con grado di precisione superiore, approvato dalla Direzione Lavori.

L'indice IRI viene espresso come valore medio su sezioni di pavimentazione con distanza di 20 m.

L'I.R.I. sarà rilevato, per ogni intervento in carreggiata, su almeno una corsia (corsia di marcia), rilevando i dati dei profili longitudinali relativi all'ormai destra (I.R.I. destro) e sinistra (I.R.I. sinistro).

Ai fini del calcolo delle condizioni prestazionali della regolarità si terrà conto dell'Indicatore di Regolarità superficiale I_{A22} , per la determinazione del quale si utilizzeranno:

- il valore medio di I.R.I. derivante dall'elaborazione dei dati profilometrici, relativi alle ormaie destre e sinistre, rilevati sulla corsia di marcia sull'intera lunghezza di ogni singolo intervento nelle carreggiate autostradali;
- i valori, della semisomma dei valori I.R.I. destro e I.R.I. sinistro riferiti ai due allineamenti di misura, moltiplicati per 100, considerando la parte intera. (ad esempio nel caso che in una determinata sezione vengano rilevati dei valori di I.R.I. relativi al profilo della ormaia destra pari a 1,05 mm/m e un valore di I.R.I. relativo al profilo della ormaia sinistra pari a 1,00 mm/m il valore di I.R.I. da prendere a riferimento per quella sezione sarà pari a 103 $[(1,05+1,00)/2] \times 100 = 102,5$ arrotondato a 103).

Tutti i valori ottenuti saranno distribuiti nelle classi da A ad E ciascuna definita dai seguenti estremi:

- Classe A $IRI \leq 100$
- Classe B $100 < IRI \leq 130$
- Classe C $130 < IRI \leq 160$
- Classe D $160 < IRI \leq 180$
- Classe E $180 < IRI$

L'Indicatore di Regolarità superficiale I_{A22} risulta dalla seguente formula:

$$I_{A22} = (A\% + 0,75 \times B\% + 0,50 \times C\% + 0,25 \times D\% + 0,00 \times E\%) \times 100$$

Dove:

- A% è la percentuale dei valori in classe A
- B% è la percentuale dei valori in classe B
- C% è la percentuale dei valori in classe C
- D% è la percentuale dei valori in classe D
- E% è la percentuale dei valori in classe E

Ad esempio considerando un cantiere lungo 2.000 m (a cui corrispondono quindi 100 sezioni da 20m) se il valore medio di I.R.I., moltiplicato per 100, (media tra la misura relativa alla ormaia destra e la corrispondente misura relativa alla ormaia sinistra) risulta:

- in 70 sezioni è inferiore o uguale a 100;
- in 20 sezioni minore o uguale a 130 (ma maggiore di 100);
- in 10 sezioni è maggiore di 180, allora:
 - A% sarà pari a 70%;
 - B% sarà pari a 20%;
 - C% sarà pari a 0%;
 - D% sarà pari a 0%;
 - E% sarà pari a 10%.

L'Indicatore di regolarità superficiale I_{A22} sarà pari a 85

$$[(70\% + (0,75 \times 20\%) + (0,50 \times 0\%) + (0,25 \times 0\%) + (0,00 \times 10\%)] \times 100 = I_{A22} = 85$$

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

Fatto salvo l'eventuale aumento del valore dell'indicatore I_{A22} , prevista dall'offerta tecnica presentata dall'aggiudicatario in sede di gara (criterio di valutazione T5), Il valore minimo dell'Indicatore I_{A22} dovrà essere maggiore o uguale a 50.

Tratti inferiori a 1 km ma superiori o uguali a 100 metri

IRI medio, per ogni tratta omogenea, ≤ 1.6 mm/m.

All'interno della sezione inferiore al km è ammesso al massimo 1 valore (mediato su 20 m) che abbia irregolarità per onde corte o irregolarità per onde medie rispettivamente superiore a 2 mm ma inferiore a 3 mm e superiore a 4 mm ma inferiore a 6 mm.

Tratti inferiori a 100 metri

La regolarità sarà valutata mediante straight-edge (regolo di 3 metri di lunghezza) e saranno considerate insufficienti le sezioni in cui il valore misurato risulti superiore ai 3 mm.

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

2.7.8.6 CARATTERISTICHE DI ADERENZA SUPERFICIALE DELLO STRATO

Le caratteristiche di aderenza superficiale dello strato saranno determinate in conformità con i requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

CARATTERISTICHE DI ADERENZA SUPERFICIALE DELLO STRATO DI USURA DRENANTE-FONOASSORBENTE SPECIALE				
TRATTI DI LUNGHEZZA SUPERIORE A m 400				
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE
Coefficiente di aderenza trasversale (ogni 10 m di pavimentazione e mediato ogni 50m)	UNI CEN/TS 15901-6 UNI CEN/TS 15901-8	CAT	-	> 55
Coefficiente di aderenza trasversale (valore puntuale ogni 10 m di pavimentazione)	UNI CEN/TS 15901-6 UNI CEN/TS 15901-8	CAT	-	> 50
Profondità media della macrotestitura (valore medio su 50 metri di pavimentazione)	UNI EN ISO 13473-1	MPD	mm	> 0,8
MODALITA' DI RILIEVO DEI DATI:				
• Velocità di movimento dell'apparecchio pari 60 km/h;				
• temperature dell'aria e della pavimentazione superiori a 10°C e inferiore a 30°C.				

CARATTERISTICHE DI ADERENZA SUPERFICIALE DELLO STRATO DI USURA DRENANTE-FONOASSORBENTE SPECIALE				
TRATTI DI LUNGHEZZA INFERIORE A m 400				
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE
Resistenza all'attrito radente	UNI EN 13036-4	PTV	-	> 65
Profondità della macrotestitura	UNI EN 13036-1	MTP	mm	> 0,8

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

2.7.10 STRATO DI USURA TIPO POROSO PER PAVIMENTAZIONI SEMIRIGIDE

2.7.10.1 DESCRIZIONE E DESIGNAZIONE

Lo strato di usura poroso per pavimentazioni semirigide è costituito da una miscela di aggregati naturale, eventuali additivi e bitume modificato ad alta viscosità ed è confezionato a caldo, previo riscaldamento degli aggregati e del legante.

Il conglomerato bituminoso poroso per pavimentazioni semirigide contiene un elevato tenore di vuoti intercomunicanti che permettono un successivo intasamento con un'apposita malta cementizia che consente a queste pavimentazioni di fornire prestazioni di assoluto livello in termini di durabilità, stabilità, resistenza alle deformazioni, resistenza all'ormaiamento e rugosità superficiale.

Il materiale viene steso in opera mediante idonea macchina vibrofinitrice assistita da meccanismi di auto livellamento e munita di rasatore per la precompattazione ed è costipato con rulli metallici.

Prima della stesa, l'Impresa dovrà procedere con la formazione della membrana impermeabilizzante in conformità ai requisiti definiti nel paragrafo “*MEMBRANA IMPERMEABILIZZANTE*” delle presenti Prescrizioni Tecniche.

Lo spessore dello strato è determinato dal Progettista.

Il conglomerato bituminoso utilizzato per lo strato di usura poroso per pavimentazioni semirigide è un materiale ad elevato tenore di vuoti e deve essere caratterizzato in conformità ai requisiti delle miscele utilizzate per uso stradale specificati nella norma UNI EN 13108-7 e viene designato secondo la seguente dicitura:

PA	16	PMB 50–70/65
-----------	-----------	---------------------

Le miscele impiegate devono essere qualificate in conformità al Regolamento UE n.305/2011 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura deve essere accompagnata dalla marcatura CE attestane la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13108-7

2.7.10.2 MATERIALI COSTITUENTI

2.7.10.2.1 AGGREGATI

Gli aggregati naturali costituiscono la struttura portante del conglomerato bituminoso e comprendono gli aggregati grossi, gli aggregati fini e l'aggregato filler.

I requisiti di accettazione degli aggregati impiegati, qualora non specificato diversamente, dovranno essere conformi alle seguenti prescrizioni:

- UNI EN 932-3 “Procedura e terminologia per la descrizione petrografica semplificata”;
- Regolamento prodotti da costruzione CPR 305/11;
- Allegato ZA della Norma armonizzata UNI EN 13043 “Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti ed altre aree soggette a traffico”.

Il prelievo dei campioni da sottoporre ad analisi deve essere effettuato in conformità alla norma UNI EN 932-1 “Metodi di campionamento degli aggregati”.

Ciascuna classe granulometrica dovrà essere costituita da elementi provenienti dalla frantumazione di rocce ignee effusive e piroclastiche quali ad esempio porfido quarzifero e/o andesite. La Direzione Lavori, sempre

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

che siano garantite la caratteristiche tecniche, potrà consentire l'utilizzo di aggregati provenienti dalla frantumazione di rocce effusive diverse.

L'Aggregato grosso appartiene alla classe granulometrica compresa tra $d > 4$ mm e $D \leq 45$ mm; dovrà essere ottenuto dalla frantumazione di rocce ignee (Porfido quarzifero o Andesite); dovrà essere costituito da granuli privi di elementi in fase di alterazione, polvere o materiali estranei, gli elementi dovranno essere puliti, approssimativamente poliedrici, con spigoli vivi, a superficie ruvida. I materiali, ottenuti dovranno soddisfare i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELL'AGGREGATO GROSSO (MISCELA PER LO STRATO DI USURA POROSO PER PAVIMENTAZIONI SEMIRIGIDE)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13043)
Petrografia (per la classe granulometrica > 4 mm)	UNI EN 932-3	-	-	Rocce ignee (Porfido quarzifero o Andesite)	-
Dimensione massima	UNI EN 933-1	D_{max}	mm	< 16	-
Requisito di granulometria	UNI EN 933-1	G_C	%	-	G_{C90-10}
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	LA	%	≤ 20	LA_{20}
Resistenza alla levigazione	UNI EN 1097-8	VL	-	≥ 45	PSV_{44}
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	F	%	≤ 1	F_1
Percentuale di superfici frantumate	UNI EN 933-5	C	%	100	$C_{100/0}$
Affinità ai leganti bituminosi	UNI EN 12697-11	-	%	< 5	-
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	FI	%	≤ 10	FI_{10}
Coefficiente di forma	UNI EN 933-3	SI	%	≤ 10	SI_{10}

Con riferimento alle caratteristiche degli aggregati naturali ed in considerazione dei risultati delle prove di prequalificazione e delle effettive disponibilità dei materiali nel mercato, mentre si conferma che ad una perdita di peso con la prova Los Angeles del 20% può corrispondere una resistenza alla levigazione pari a 45; vengono considerati accettabili superiori valori di prova Los Angeles qualora eventualmente vengano migliorati i valori di VL secondo la seguente tabella:

CARATTERISTICHE FISICHE DEGLI AGGREGATI GROSSI (MISCELA PER LO STRATO DI USURA POROSO PER PAVIMENTAZIONI SEMIRIGIDE)	
RESISTENZA ALLA FRAMMENTAZIONE (LA)	RESISTENZA ALLA LEVIGAZIONE (VL)
$\leq 20\%$	≥ 45
$\leq 22\%$	≥ 47
Non saranno accettati materiali con Los Angeles $> 22\%$.	

L'Aggregato fine appartiene alla classe granulometrica compresa tra $d > 0,063$ mm e $D < 4$ mm con denominazione $G_F 85$; dovrà essere costituito da sabbie di frantumazione e privo di elementi in fase di alterazione, polvere o materiali estranei..

I materiali dovranno soddisfare i requisiti riportati nella seguente tabella:

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

CARATTERISTICHE DELL'AGGREGATO FINE (MISCELA PER LO STRATO DI USURA POROSO PER PAVIMENTAZIONI SEMIRIGIDE)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13043)
Passante al setaccio 0,063	UNI EN 933-1	f	%	< 10	f ₁₀
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	SE	%	>70	-

L'aggregato filler appartiene alla classe costituita in prevalenza da particelle passanti al setaccio 0,063 mm e dovrà provenire preferibilmente dalla frantumazione di rocce calcaree. Possono essere utilizzati anche cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di roccia asfaltica e ceneri volanti.

I materiali dovranno soddisfare i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELL'AGGREGATO FILLER (MISCELA PER LO STRATO DI USURA POROSO PER PAVIMENTAZIONI SEMIRIGIDE)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13043)
Passante al setaccio 2 mm	UNI EN 933-10	-	%	100	-
Passante al setaccio 0,125 mm	UNI EN 933-10	-	%	da 85 a 100	-
Passante al setaccio 0,063 mm	UNI EN 933-10	-	%	da 70 a 100	-
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 1789-12	-	-	N.P.	-
Porosità del filler compattato secco (Ridgen)	UNI EN 1097-4	V	%	da 28 a 45	V _{28/45}
Palla anello (filler/bitume=1,5)	UNI EN 13179-1	Δ _{R&B}	%	> 5	Δ _{R&B8/16}

Per il confezionamento del conglomerato bituminoso per lo strato d'usura poroso per pavimentazioni semirigide il Produttore dovrà utilizzare filler di apporto, calce idrata (in parziale sostituzione del filler di apporto) e microfibre.

Il tenore di calce idrata (di tipo CL90S secondo la 459-2) da inserire dovrà essere almeno del 2% rispetto al peso degli aggregati.

Nel caso di utilizzo di filler misto potrà essere utilizzato solo la categoria KA25 come definito dalla EN13043.

Le microfibre dovranno essere inserite nel conglomerato in fase di miscelazione e dosate in ragione dello 0,3% rispetto al peso degli aggregati. Al fine di eseguire la corretta dosatura, disaggregazione e dispersione (le fibre o le loro miscele dovranno avere caratteristiche tali da disperdersi in modo capillare) nel conglomerato nonché evitare fenomeni di dispersione in aria dovranno essere utilizzati opportuni macchinari.

Le fibre potranno essere di natura minerale (vetro) o sintetica (acriliche); si potranno usare anche soluzioni miste tramite l'aggiunta di prodotti cellulosici o anche polimerici (es polietilene ecc).

Le fibre rinforzanti dovranno avere le seguenti caratteristiche:

CARATTERISTICHE DELLE FIBRE RINFORZANTI		
REQUISITO	UM	VALORE LIMITE
Lunghezza	μm	200 - 6000
Diametro	μm	8 - 20
Resistenza alla trazione	GPa	1,5 - 3
Allungamento massimo	%	1 - 3
Punto di fusione	°C	> 300

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

L'approvazione della fibra della Direzione Lavori avverrà sulla base dei risultati ottenuti in fase di validazione della composizione ottimale con riferimento ai valori ottenuti relativi ai requisiti delle caratteristiche meccaniche e del drenaggio del legante.

In ogni caso le fibre o la loro miscela dovranno essere in formato tale da impedire la dispersione in aria delle parti volatili durante la movimentazione e tutto l'arco temporale dell'impiego (es. pellets realizzati con elementi agglomeranti tipo cellulosa).

Le dimensioni delle fibre o delle loro miscele dovranno essere tali da non risultare pericolose per inalazione e in generale non pericolose per il personale operante. Tutti i prodotti dovranno essere accompagnati da scheda tecnica di sicurezza.

La miscela bituminosa non dovrà tassativamente contenere conglomerato bituminoso di recupero (Reclaimed Asphalt - RA, comunemente detto fresato)

2.7.10.2.2 LEGANTE

Per il confezionamento del conglomerato bituminoso per lo strato d'usura poroso per pavimentazioni semirigide dovrà essere impiegato come legante bituminoso il bitume modificato ad alta viscosità ottenuto dalla fusione di bitume semisolido con polimeri elastomerici o plastomerici che ne modificano la struttura chimica e le caratteristiche fisiche e meccaniche.

I requisiti di accettazione del bitume, qualora non specificato diversamente, dovranno essere conformi alle seguenti prescrizioni:

- Regolamento prodotti da costruzione CPR 305/11;
- Allegato ZA della Norma armonizzata UNI EN 14023 " Bitumi e leganti bituminosi. Quadro delle specifiche riguardanti i bitumi modificati da polimeri".

Il prelievo dei campioni da sottoporre ad analisi deve essere effettuato in conformità alla norma UNI EN 58-1 "Metodi di campionamento dei leganti bituminosi".

Il bitume modificato a alta viscosità, del tipo 50/70 modificato (tipo HARD), dovrà essere conforme alla Norma UNI EN 14023 e dovrà presentare le seguenti caratteristiche:

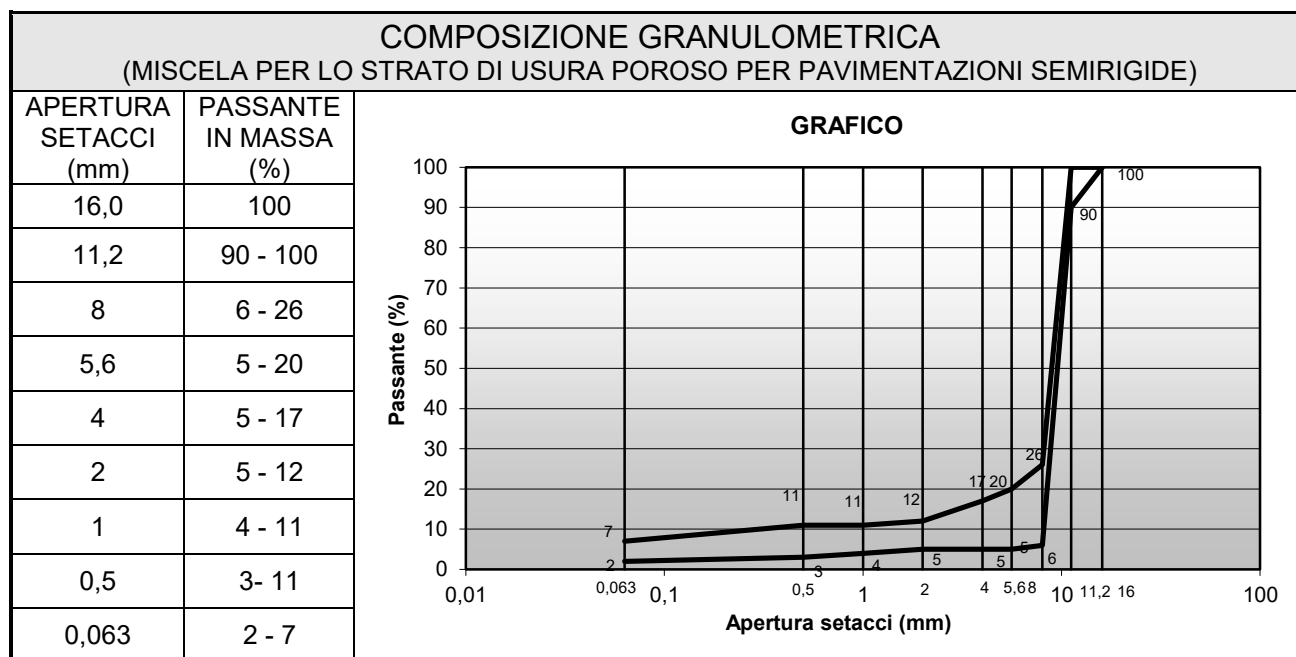
CARATTERISTICHE DEL BITUME MODIFICATO HARD (MISCELA PER LO STRATO DI USURA POROSO PER PAVIMENTAZIONI SEMIRIGIDE)			
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	dmm	da 50 a 70
Punto di rammollimento (palla anello)	UNI EN 1427	°C	≥ 65
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN 12593	°C	≤ -20
Ritorno elastico a 25 °C	UNI EN 13398	%	> 75
Stabilità allo stoccaggio (3 gg a 180°C)	UNI EN 13399	°C	< 0,5
Viscosità dinamica a 160 °C, $Y=10s^{-1}$	UNI EN 13702-2	Pa*s	da 0,30 a 0,50
RESISTENZA ALL'INVECCHIAMENTO			
Rapporto tra la penetrazione residua, dopo invecchiamento accelerato, e la penetrazione originaria, a 25°C. (RTFOT UNI EN 12607-1)	UNI EN 1426	%	≥ 60
Ritorno elastico a 25 °C (RTFOT UNI EN 12607-1)	UNI EN 13398	%	> 50
Incremento del Punto di rammollimento (RTFOT UNI EN 12607-1)	UNI EN 1427	°C	< 5
Scostamento tra la Penetrazione residua, dopo "tuben test", e la Penetrazione originaria, a 25°C. (UNI EN 13399)	UNI EN 1426	Δdmm	< 5
Scostamento tra il punto di Rammollimento, dopo "tuben test", ed il Rammollimento originario. (UNI EN 13399)	UNI EN 1427	$\Delta^{\circ}C$	< 3

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

2.7.10.3 CARATTERISTICHE DELLA MISCELA

La miscela ottimale degli aggregati impiegati per il confezionamento del conglomerato bituminoso per lo strato usura poroso per pavimentazioni semirigide dovrà avere una composizione granulometrica, determinata in conformità alle norme UNI EN 933-1 e UNI EN 12697-2, compresa nei limiti del fuso riportato nella seguente tabella:



La miscela ottimale dovrà avere un contenuto di legante, riferito alla miscela, compreso tra 3,8% e 4,5%

Il Produttore dovrà determinare la quantità ottimale di legante da impiegare in fase di qualifica della miscela.

La quantità di bitume di effettivo impiego dovrà essere determinata mediante lo studio della miscela con il metodo Marshall (metodo di prova UNI EN 12697-34). In alternativa quando possibile si può utilizzare il metodo volumetrico (metodo di prova UNI EN 12697-34)

Non saranno ammesse variazioni sulla composizione ottimale della miscela validata ed accettata dalla Direzione Lavori, eccedenti le tolleranze massime riportate nella tabella seguente:

TOLLERANZE AMMESSE RIFERITE ALLA COMPOSIZIONE OTTIMALE VALIDATA (MISCELA PER LO STRATO DI USURA POROSO PER PAVIMENTAZIONI SEMIRIGIDE)	
MATERIALE COSTITUENTE	TOLLERANZE AMMESSE
Aggregato grosso (trattenuto al setaccio 2mm)	± 5%
Aggregato fine (passante al setaccio 2mm e trattenuto al setaccio 0,063mm)	± 3%
Aggregato filler (passante al setaccio 0,063mm)	± 2%
Legante (riferito alla miscela)	± 0,3%

Le caratteristiche richieste per il conglomerato bituminoso da impiegare nello strato di usura poroso per pavimentazioni semirigide dovranno essere conformi ai requisiti riportati nella seguente tabella:

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

CARATTERISTICHE DELLA MISCELA PER LO STRATO DI USURA POROSO PER PAVIMENTAZIONI SEMIRIGIDE (<i>Metodo Marshall</i>)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13108-7)
Stabilità Marshall	UNI EN 12697-34	S_{min}	KN	>5	S_{min5}
Rigidezza Marshall		Q_{min}	KN/mm	>2,0	q_{min3}
Vuoti residui	UNI EN 12697-8	V	%	24-30	V_{min24}
Sensibilità all'acqua	UNI EN 12697-12	ITSR	%	>90	$ITSR_{90}$
Resistenza a trazione indiretta	UNI EN 12697-23	ITS	MPa	>0,4	-
Coefficiente di trazione indiretta a 25°C ⁽²⁾		CTI	MPa	>30	
Sensibilità all'acqua	UNI N 12697-12	ITSR	%	>90	$ITSR_{90}$
Condizioni di prova mediante compattatore Marshall: provini costipati con 50 colpi di maglio per faccia					
⁽²⁾ Coefficiente di trazione indiretta: $CTI = \frac{\pi}{2} \times \frac{D \times R_t}{D_c}$ Dove: <i>D</i> = dimensione in mm della sezione trasversale del provino <i>D_c</i> = deformazione a rottura <i>R_t</i> = resistenza a trazione indiretta					

CARATTERISTICHE DELLA MISCELA PER LO STRATO DI USURA POROSO PER PAVIMENTAZIONI SEMIRIGIDE (<i>Metodo volumetrico</i>)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORI RICHIEST	CATEGORIA (UNI EN 13108-7)
Vuoti a 10 rotazioni	UNI EN 12697-8	V	%	24-30	$V10G_{min24}$
Vuoti a 50 rotazioni	UNI EN 12697-8	V	%	22-30	$V_{min22} - V_{max30}$
Vuoti a 180 rotazioni	UNI EN 12697-8	V	%	≥16	
Sensibilità all'acqua	UNI N 12697-12	ITSR	%	>90	$ITSR_{90}$
Resistenza a trazione indiretta ⁽¹⁾	UNI EN 12697-23	ITS	MPa	>0,4	-
Coefficiente di trazione indiretta a 25°C ⁽¹⁾		CTI	MPa	>30	
Condizioni di prova: - Angolo di rotazione 1.25° ± 0.02; - Velocità di rotazione 30 rotazioni/minuto; - Pressione verticale 600 kPa; - Diametro del provino 100 mm ⁽¹⁾ su provini compattati a 100 rotazioni.					

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

Al fine di impedire un eccessivo riscaldamento con perdita irreparabile delle caratteristiche viscoelastiche del legante, dovrà essere effettuato un controllo periodico della temperatura della miscela finita.

I limiti della temperatura, massimo in produzione e minimo alla stesa, devono essere conformi ai valori riportati nella seguente tabella:

LIMITI DELLA TEMPERATURA (MISCELA PER LO STRATO DI USURA POROSO PER PAVIMENTAZIONI SEMIRIGIDE)				
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE MINIMO (alla stesa)	VALORE MASSIMO (alla produzione)
Temperatura della miscela	UNI EN 12697-13	°C	≥150	≤180

2.7.10.4 CARATTERISTICHE DIMENSIONALI DELLO STRATO

Lo strato della pavimentazione dovrà essere realizzato nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto e la superficie finale dovrà presentarsi in qualunque direzione priva di irregolarità ed ondulazioni. Le caratteristiche che lo strato dovrà avere sono relative al requisito di addensamento della miscela, alle dimensioni (spessore) dello strato ed alle proprietà di aderenza della superficie.

Le caratteristiche di addensamento della miscela in opera saranno determinate preferibilmente secondo il metodo del grado di compattazione o, in alternativa a scelta della Direzione lavori, secondo il metodo dei vuoti residui, in conformità con i requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI USURA MISCELA PER LO STRATO DI USURA POROSO PER PAVIMENTAZIONI SEMIRIGIDE (Grado di compattazione per confronto delle densità - Vuoti residui del campione prelevato in opera)			
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE
Grado di addensamento (per ogni campione)	UNI EN 12697-6 – metodo C UNI EN 12697-9	%	> 97
Grado di addensamento (media dei campioni)	UNI EN 12697-6 – metodo C UNI EN 12697-9	%	≥ 98
Vuoti residui (media dei campioni)	UNI EN 12697-8	%	da 24 a 30
Spessore dello strato	UNI EN 12697-36	%	± 5% dello spessore di progetto
Campioni prelevati mediante carotaggio in conformità alla norma UNI EN 13108-27. Il grado di compattazione è il rapporto tra la densità della miscela compattata in opera e la densità della miscela compattata in laboratorio riferita allo stesso lotto/giorno di produzione (massimo addensamento teorico).			

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

2.7.10.5 MALTA CEMENTIZIA INTASANTE

La malta cementizia che dovrà essere utilizzata per intasare i vuoti intergranulari dello strato d'usura poroso dovrà soddisfare le caratteristiche riportate nella tabella sottostante:

SPECIFICHE DELLA MALTA CEMENTIZIA		
PARAMETRO	NORMATIVA	VALORE RICHIESTO
Fluidità al cono Marsh (ugello da 10 mm)	UNI EN 14117	14 sec. – 17 sec.
Flessione a 7 giorni	UNI EN 196-1*	≥ 7,0 MPa
Flessione a 28 giorni	UNI EN 196-1*	≥ 9,0 MPa
Compressione a 7 giorni	UNI EN 196-1*	≥ 30,0 MPa
Compressione a 28 giorni	UNI EN 196-1*	≥ 15,0 MPa
<u>Nota: I travetti dovranno essere confezionati utilizzando esclusivamente la malta cementizia e l'acqua dosata le quantitativo ottimale per ottenere la fluidità richiesta nella presente tabella</u>		

2.7.10.6 STUDIO DELLO STRATO D'USURA SEMIRIGIDO IN LABORATORIO

L'appaltatore dovrà presentare alla D.L., con congruo anticipo dall'inizio dei lavori, uno studio di laboratorio conforme alle specifiche tecniche del presente CSA. La D.L. si riserva di richiedere l'eventuale verifica o integrazione della documentazione.

I provini, da sottoporre a prova per la verifica delle prestazioni meccaniche dovranno essere confezionati secondo le modalità riportate nella tabella sottostante:

MODALITA' DI CONFEZIONAMENTO DEI PROVINI	
NORMATIVA	UNI EN 12697-33
Stampo	Small size (30cm x 40cm)
Spessore compresso	50 mm
Gradiente di abbassamento fino al raggiungimento dello spessore di 66 mm	0,2 mm / ciclo
Gradiente di abbassamento fino al raggiungimento dello spessore di progetto	0,1 mm / ciclo
Temperatura di compattazione	160 °C ± 5°C

A distanza di 48 ore dalla preparazione le lastre devono essere intasate con la malta cementizia avente fluidità conforme alle specifiche della tabella "SPECIFICHE DELLA MALTA CEMENTIZIA". Dal momento in cui la malta cementizia, in formato solido, e l'acqua vengono miscelati e l'inizio della fase di intasamento delle lastre di conglomerato bituminoso, non dovrà trascorrere un tempo superiore ai 5 minuti.

Le lastre dovranno essere sigillate ai bordi con idoneo materiale per evitare lo svuotamento della malta cementizia durante la fase di intasamento. Per mezzo di una spatola si dovrà rifinire superficialmente lo strato rasando superficialmente la malta evitando il deposito in eccesso di prodotto. Le lastre dovranno essere poi mantenute a stagionare per 14 giorni alla temperatura di 20°C ± 2°C in camera climatizzata con umidità compresa tra 85% e 95%.

Trascorso tale periodo di tempo, dalle lastre, dovranno essere ricavate numero 6 carote aventi diametri 100 ± 10mm e numero 9 carote aventi diametri 50 ± 10mm.

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

Tutte le carote dovranno essere poi mantenute a stagionare per altri 14 giorni alla temperatura di $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ in camera climatizzata con umidità compresa tra 85% e 95%.

I provini, maturati complessivamente per 28 giorni, dovranno soddisfare le specifiche tecniche riportate nella tabella sottostante.

SPECIFICHE TECNICHE DEI PROVINI MATURATI COMPLESSIVAMENTE PER 28 GIORNI		
PARAMETRO	NORMATIVA	VALORE RICHIESTO
Modulo di rigidezza ⁽¹⁾	UNI EN 12697-26	$\geq 8.500 \text{ MPa}$
Resistenza a trazione indiretta a 20°C ⁽¹⁾	UNI EN 12697-23	$\geq 0,8 \text{ MPa}$
Compressione ⁽²⁾	UNI EN 12390-3	$\geq 7,0 \text{ MPa}$
Nota: ⁽¹⁾ Prova eseguita su carote aventi diametri $100 \pm 10\text{mm}$; ⁽²⁾ Prova eseguita su carote aventi diametri $50 \pm 10\text{mm}$;		

2.7.10.7 PRODUZIONE E POSA IN OPERA DELLA MALTA CEMENTIZIA

L'applicazione della malta cementizia sarà autorizzata da parte della D.L. solamente dopo le indagini previste in tabella "ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI USURA MISCELA PER LO STRATO DI USURA POROSO PER PAVIMENTAZIONI SEMIRIGIDE (Grado di compattazione per confronto delle densità- Vuoti residui del campione prelevato in opera)" avranno dato esito favorevole. La pavimentazione bituminosa dovrà presentarsi pulita, priva di parti incoerenti e priva di polvere.

La malta cementizia dovrà essere miscelata con acqua pulita e gli eventuali additivi.

Per la produzione dovranno essere utilizzate macchine mescolatrici in continuo quale ad esempio turbo mixer oppure a doppio stadio, ad alta velocità (con mescolatore e coclea di alimentazione) di potenza e capacità adeguate alla dimensione del cantiere. Nel caso dell'utilizzo degli impianti di produzione tipo turbo mixer, la miscelazione della parte solida con l'acqua e gli eventuali additivi è istantanea. La D.L. potrà valutare l'utilizzo di altre metodologie di preparazione della malta cementizia, ma dovrà essere garantita la perfetta miscelazione tra i componenti assicurandosi che la malta confezionata non contenga grumi. Tutte le attrezzature dovranno garantire la possibilità di regolare rapidamente ed in continuo il contenuto d'acqua dell'impasto al fine di ottenere la fluidità di progetto.

Prima di iniziare a riversare la malta cementizia sulla pavimentazione in conglomerato bituminoso poroso, dovrà essere verificata la corretta fluidità del prodotto conformemente a quanto indicato nella tabella "SPECIFICHE DELLA MALTA CEMENTIZIA".

La malta andrà versata tramite appositi tubi flessibili di uscita dal turbo mixer e distribuita utilizzando spatoloni in gomma (esempio tira acqua) oppure meccanicamente mediante adeguate apparecchiature autorizzate ed approvate dalla D.L.

La malta dovrà essere uniformemente rasata evidenziando superficialmente la struttura litica del conglomerato bituminoso. Non dovranno essere presenti locali accumuli di malta non perfettamente intasata. Se la pavimentazione da intasare si trova in pendenza, l'applicazione dovrà iniziare dalla zona più depressa salendo verso l'alto.

L'applicazione dovrà essere eseguita su una pavimentazione con temperature superiori a 8°C e inferiori a 32°C .

L'applicazione della malta dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche potrebbero compromettere negativamente la qualità della lavorazione.

Per agevolare il corretto intasamento dello strato poroso, da parte della malta, si potranno utilizzare dei rulli ferro-ferro, del peso massimo di 40 q.li, che attraverso la leggera azione vibrante e il passaggio fisico sulla malta, potranno agevolarne l'intasamento.

Dopo la stesura della malta cementizia la pavimentazione intasata dovrà essere protetta mediante teli anti evaporazione per le successive 18/24 ore.

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

2.7.10.8 CONTROLLI SULLO STRATO FINITO INTASATO

Dopo 14 giorni dall'intasamento del conglomerato bituminoso con la malta cementizia verrà verificata la qualità dell'intasamento e delle prestazioni meccaniche.

Mediante carotaggi verranno effettuati dei prelievi della pavimentazione intasata. I campioni prelevati, prima di essere sottoposti a rottura dovranno essere fatti stagionare per altri 14 giorni alla temperatura di $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ in camera climatizzata con umidità compresa tra 85% e 95%.

La resistenza a compressione eseguita su carote aventi diametri $50 \pm 10\text{mm}$ secondo la norma UNI EN 12390-3 dovrà fornire valori \geq di 6,0 MPa.

La **regolarità** sarà valutata mediante straight-edge (regolo di 3 metri di lunghezza) e saranno considerate insufficienti le sezioni in cui il valore misurato risulti superiore ai 5 mm.

Le caratteristiche di **aderenza** superficiale dello strato saranno determinate misurando la Resistenza all'attrito radente secondo la norma UNI EN 13036-4 il valore di PTV dovrà essere \geq di 55

2.7.10.9 APERTURA AL TRAFFICO/UTILIZZO

La pavimentazione, al termine della lavorazione dovrà essere lasciata maturare per almeno 24 ore prima di permettere il traffico e l'utilizzo.

2.7.12 STRATO DI USURA ANTISDRUCCIOLO CHIUSO (SMA)**2.7.12.1 DESCRIZIONE E DESIGNAZIONE**

Lo strato di usura antisdrucchiole chiuso è costituito da una miscela di aggregati naturali, eventuali additivi e bitume modificato ad alta viscosità ed è confezionato a caldo, previo riscaldamento degli aggregati e del legante.

Il materiale viene steso in opera mediante idonea macchina vibrofinitrice assistita da meccanismi di auto livellamento e munita di rasatore per la precompattazione ed è costipato con rulli gommati e/o metallici vibranti.

Prima della stesa, l'Impresa dovrà procedere con la formazione della membrana impermeabilizzante in conformità ai requisiti definiti nel paragrafo *"MEMBRANA IMPERMEABILIZZANTE"* delle presenti Prescrizioni Tecniche.

Lo spessore dello strato è determinato dal Progettista.

Il conglomerato bituminoso utilizzato per lo strato di usura antisdrucchiole deve essere caratterizzato in conformità ai requisiti delle miscele utilizzate per uso stradale specificati nella norma UNI EN 13108-5 e viene designato secondo la seguente dicitura:

SMA	12,5	PMB 50 – 70/65
------------	-------------	-----------------------

2.7.12.2 MATERIALI COSTITUENTI**2.7.12.2.1 AGGREGATI**

Gli aggregati naturali costituiscono la struttura portante del conglomerato bituminoso e comprendono gli aggregati grossi, gli aggregati fini e l'aggregato filler.

I requisiti di accettazione degli aggregati impiegati, qualora non specificato diversamente, dovranno essere conformi alle seguenti prescrizioni:

- UNI EN 932-3 "Procedura e terminologia per la descrizione petrografica semplificata";
- Regolamento prodotti da costruzione CPR 305/11;
- Allegato ZA della Norma armonizzata UNI EN 13043 "Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti ed altre aree soggette a traffico".

Il prelievo dei campioni da sottoporre ad analisi deve essere effettuato in conformità alla norma UNI EN 932-1 "Metodi di campionamento degli aggregati".

Ciascuna classe granulometrica dovrà essere costituita da elementi provenienti dalla frantumazione di rocce ignee effusive e piroclastiche, in particolare:

- per il tratto Chiusa-Modena, l'aggregato naturale da impiegarsi dovrà provenire esclusivamente dalla frantumazione di porfido quarzifero;
- per il tratto Brennero-Chiusa l'aggregato naturale da impiegarsi dovrà provenire esclusivamente dalla frantumazione di porfido quarzifero e/o andesite.

La Società, in casi particolari, sempre che sia garantita, in rapporto all'esistente, uniformità di colore al manto autostradale, potrà consentire l'utilizzo di elementi provenienti dalla frantumazione di rocce effusive diverse.

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

L'Aggregato grosso appartiene alla classe granulometrica compresa tra $d > 4$ mm e $D \leq 45$ mm; dovrà essere ottenuto dalla frantumazione di rocce ignee (Porfido quarzifero o Andesite); dovrà essere costituito da granuli privi di elementi in fase di alterazione, polvere o materiali estranei, gli elementi dovranno essere puliti, approssimativamente poliedrici, con spigoli vivi, a superficie ruvida. I materiali, ottenuti dovranno soddisfare i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELL'AGGREGATO GROSSO (MISCELA PER LO STRATO DI USURA ANTISDRUCCIOLO CHIUSO)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13043)
Petrografia (per la classe granulometrica > 4 mm)	UNI EN 932-3	-	-	Rocce ignee (Porfido quarzifero o Andesite)	-
Dimensione massima	UNI EN 933-1	D_{max}	Mm	< 14	-
Requisito di granulometria	UNI EN 933-1	G_C	%	-	G_{C90-10}
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	LA	%	≤ 18	LA_{20}
Resistenza alla levigazione	UNI EN 1097-8	VL	-	≥ 45	PSV_{44}
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	F	%	≤ 1	F_1
Percentuale di superfici frantumate	UNI EN 933-5	C	%	100	$C_{100/0}$
Affinità ai leganti bituminosi	UNI EN 12697-11	-	%	< 5	-
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	FI	%	≤ 10	FI_{10}

Con riferimento alle caratteristiche degli aggregati naturali ed in considerazione dei risultati delle prove di prequalificazione e delle effettive disponibilità dei materiali nel mercato, mentre si conferma che ad una perdita di peso con la prova Los Angeles del 18% può corrispondere una resistenza alla levigazione pari a 45; vengono considerati accettabili superiori valori di prova Los Angeles qualora eventualmente vengano migliorati i valori di VL secondo la seguente tabella:

CARATTERISTICHE FISICHE DEGLI AGGREGATI GROSSI (MISCELA PER LO STRATO DI USURA ANTISDRUCCIOLO CHIUSO)	
RESISTENZA ALLA FRAMMENTAZIONE (LA)	RESISTENZA ALLA LEVIGAZIONE (VL)
$\leq 18\%$	≥ 45
$\leq 22\%$	≥ 47
Non vengono accettati materiali con Los Angeles $> 22\%$.	

L'Aggregato fine appartiene alla classe granulometrica compresa tra $d > 0,063$ mm e $D < 4$ mm con denominazione $G_F 85$; dovrà essere costituito da sabbie di frantumazione e privo di elementi in fase di alterazione, polvere o materiali estranei.

Qualunque sia la loro provenienza o natura petrografica, i materiali dovranno soddisfare i requisiti riportati nella seguente tabella:

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

CARATTERISTICHE DELL'AGGREGATO FINE (MISCELA PER LO STRATO DI USURA ANTISDRUCCIOLO CHIUSO)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13043)
Passante al setaccio 0,063	UNI EN 933-1	f	%	< 10	f ₁₀
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	SE	%	>70	-

L'aggregato filler appartiene alla classe costituita in prevalenza da particelle passanti al setaccio 0,063 mm e dovrà provenire preferibilmente dalla frantumazione di rocce calcaree. Possono essere utilizzati anche cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di roccia asfaltica e ceneri volanti.

Qualunque sia la provenienza o la natura petrografica, i materiali dovranno soddisfare i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELL'AGGREGATO FILLER (MISCELA PER LO STRATO DI USURA ANTISDRUCCIOLO CHIUSO)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13043)
Passante al setaccio 2 mm	UNI EN 933-10	-	%	100	-
Passante al setaccio 0,125 mm	UNI EN 933-10	-	%	da 85 a 100	-
Passante al setaccio 0,063 mm	UNI EN 933-10	-	%	da 70 a 100	-
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 1789-12	-	-	N.P.	-
Porosità del filler compattato secco (Ridgen)	UNI EN 1097-4	V	%	da 28 a 45	V _{28/45}
Palla anello (filler/bitume=1,5)	UNI EN 13179-1	Δ _{R&B}	%	> 8	Δ _{R&B8/16}

Per il confezionamento del conglomerato bituminoso per lo strato d'usura antisdrucchiolo) chiuso (SMA) il Produttore dovrà utilizzare filler di apporto, calce idrata (in parziale sostituzione del filler di apporto) e microfibre.

Il tenore di calce idrata (di tipo CL90S secondo la 459-2) da inserire dovrà essere almeno del 2% rispetto al peso degli aggregati.

Nel caso di utilizzo di filler misto potrà essere utilizzato solo la categoria KA25 come definito dalla EN13043.

Le microfibre dovranno essere inserite nel conglomerato in fase di miscelazione e dosate in ragione dello 0,3% rispetto al peso degli aggregati. Al fine di eseguire la corretta dosatura, disaggregazione e dispersione (le fibre o le loro miscele dovranno avere caratteristiche tali da disperdersi in modo capillare) nel conglomerato nonché evitare fenomeni di dispersione in aria dovranno essere utilizzati opportuni macchinari.

Le fibre potranno essere di natura minerale (vetro) o sintetica (acriliche); si potranno usare anche soluzioni miste tramite l'aggiunta di prodotti cellulosici o anche polimerici (es polietilene ecc).

Le fibre rinforzanti dovranno avere le seguenti caratteristiche:

CARATTERISTICHE DELLE FIBRE RINFORZANTI		
REQUISITO	UM	VALORE LIMITE
Lunghezza	μm	200 - 6000
Diametro	μm	8 - 20
Resistenza alla trazione	GPa	1,5 - 3
Allungamento massimo	%	1 - 3
Punto di fusione	°C	> 300

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

L'approvazione della fibra della Direzione Lavori avverrà sulla base dei risultati ottenuti in fase di validazione della composizione ottimale con riferimento ai valori ottenuti relativi ai requisiti delle caratteristiche meccaniche e del drenaggio del legante.

In ogni caso le fibre o la loro miscela dovranno essere in formato tale da impedire la dispersione in aria delle parti volatili durante la movimentazione e tutto l'arco temporale dell'impiego (es. pellets realizzati con elementi agglomeranti tipo cellulosa).

Le dimensioni delle fibre o delle loro miscele dovranno essere tali da non risultare pericolose per inalazione e in generale non pericolose per il personale operante. Tutti i prodotti dovranno essere accompagnati da scheda tecnica di sicurezza.

2.7.12.2.2 LEGANTE

Per il confezionamento del conglomerato bituminoso per lo strato di usura antisdrucchiolo chiuso dovrà essere impiegato come legante bituminoso il bitume modificato ad alta viscosità ottenuto dalla fusione di bitume semisolido con polimeri elastomerici o plastomerici che ne modificano la struttura chimica e le caratteristiche fisiche e meccaniche.

I requisiti di accettazione del bitume, qualora non specificato diversamente, dovranno essere conformi alle seguenti prescrizioni:

- Regolamento prodotti da costruzione CPR 305/11;
- Allegato ZA della Norma armonizzata UNI EN 14023 " Bitumi e leganti bituminosi. Quadro delle specifiche riguardanti i bitumi modificati da polimeri".

Il prelievo dei campioni da sottoporre ad analisi deve essere effettuato in conformità alla norma UNI EN 58-1 "Metodi di campionamento dei leganti bituminosi".

Il bitume modificato ad alta viscosità, del tipo 50/70 modificato (tipo HARD), dovrà essere conforme alla Norma UNI EN 14023 e dovrà presentare le seguenti caratteristiche:

CARATTERISTICHE DEL BITUME MODIFICATO HARD (MISCELA PER LO STRATO DI USURA ANTISDRUCCIOLO CHIUSO)			
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	dmm	da 50 a 70
Punto di rammollimento (palla anello)	UNI EN 1427	°C	≥ 65
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN 12593	°C	≤ -20
Ritorno elastico a 25 °C	UNI EN 13398	%	> 75
Stabilità allo stoccaggio (3 gg a 180°C)	UNI EN 13399	°C	< 0,5
Viscosità dinamica a 160 °C, $\gamma=10s^{-1}$	UNI EN 13702-2	Pa*s	da 0,30 a 0,50
RESISTENZA ALL'INVECCHIAMENTO			
Rapporto tra la penetrazione residua, dopo invecchiamento accelerato, e la penetrazione originaria, a 25°C. (RTFOT UNI EN 12607-1)	UNI EN 1426	%	≥ 60
Ritorno elastico a 25 °C (RTFOT UNI EN 12607-1)	UNI EN 13398	%	> 50
Incremento del Punto di rammollimento (RTFOT UNI EN 12607-1)	UNI EN 1427	°C	< 5
Scostamento tra la Penetrazione residua, dopo "tuben test", e la Penetrazione originaria, a 25°C. (UNI EN 13399)	UNI EN 1426	Δdmm	< 5
Scostamento tra il punto di Rammollimento, dopo "tuben test", ed il Rammollimento originario. (UNI EN 13399)	UNI EN 1427	$\Delta^{\circ}C$	< 3

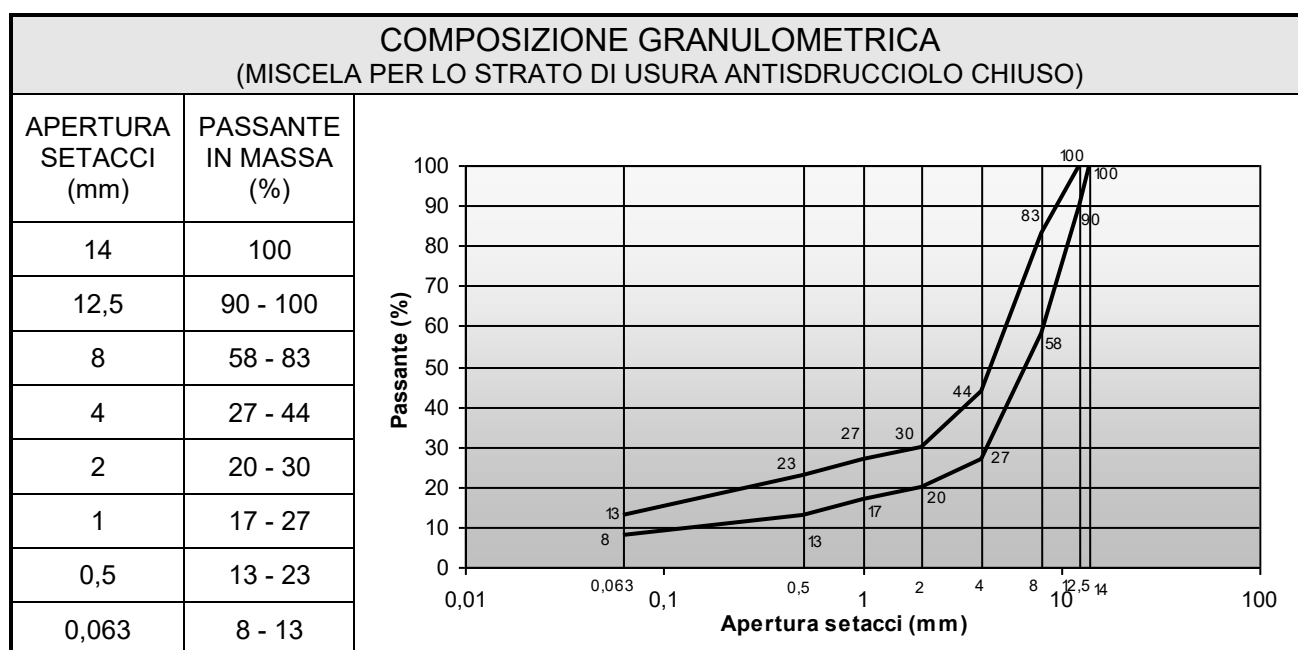
AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

In presenza di temperature atmosferiche o del piano di appoggio non ottimali la DL può richiedere l'impiego di bitume ad elevata lavorabilità per consentire il regolare procedimento di compattazione ed assicurare il raggiungimento delle caratteristiche volumetriche e meccaniche dello strato. Prima della fornitura l'Impresa dovrà consegnare alla DL la documentazione tecnica del prodotto che intende impiegare per l'approvazione.

2.7.12.3 CARATTERISTICHE DELLA MISCELA

La miscela ottimale degli aggregati impiegati per il confezionamento del conglomerato bituminoso per lo strato di usura antisdrucchio chiuso dovrà avere una composizione granulometrica, determinata in conformità alle norme UNI EN 933-1 e UNI EN 12697-2 utilizzando i setacci appartenenti al gruppo base + 2, compresa nei limiti del fuso riportato nella seguente tabella:



La miscela ottimale dovrà avere un contenuto minimo di legante secondo quanto riportato nella seguente tabella:

CONTENUTO MINIMO DI LEGANTE (MISCELA PER LO STRATO DI USURA ANTISDRUCCIOLO CHIUSO)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13108-5)
Contenuto di legante (riferito alla miscela)	UNI EN 12697-1 e 39	B _{min}	%	≥5,2	B _{min5,2}

Il Produttore dovrà determinare la quantità ottimale di legante da impiegare in fase di qualifica della miscela.

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

Non saranno ammesse variazioni sulla composizione ottimale della miscela validata ed accettata dalla Direzione Lavori, eccedenti le tolleranze massime riportate nella tabella seguente:

TOLLERANZE AMMESSE RIFERITE ALLA COMPOSIZIONE OTTIMALE VALIDATA (MISCELA PER LO STRATO DI USURA ANTISDRUCCIOLO CHIUSO)	
MATERIALE COSTITUENTE	TOLLERANZE AMMESSE
Aggregato grosso (trattenuto al setaccio 2mm)	$\pm 5\%$
Aggregato fine (passante al setaccio 2mm e trattenuto al setaccio 0,063mm)	$\pm 3\%$
Aggregato filler (passante al setaccio 0,063mm)	$\pm 2\%$
Legante (riferito alla miscela)	$\pm 0,3\%$

Il Produttore dovrà determinare la quantità ottimale di legante da impiegare in fase di qualifica della miscela da effettuare secondo il metodo Marshall o, in alternativa, secondo il metodo Volumetrico mediante pressa giratoria.

In base al metodo prescelto, le caratteristiche richieste per il conglomerato bituminoso da impiegare nello strato di base dovranno essere conformi ai requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

CARATTERISTICHE DELLA MISCELA PER LO STRATO DI USURA ANTISDRUCCIOLO CHIUSO (Metodo Marshall)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13108-5)
Minima stabilità	UNI EN 12697-34	S_{min}	kN	>10	S_{min10}
Quoziente (minimo)	UNI EN 12697-34	Q_{min}	kN/mm	>3	Q_{min3}
Quoziente (massimo)	UNI EN 12697-34	-	kN/mm	<5	-
Contenuto massimo di vuoti residui	UNI EN 12697-8 UNI EN 12697-6B UNI EN 12697-5A	V_{max}	%	<5	V_{max5}
Contenuto minimo di vuoti residui	UNI EN 12697-8 UNI EN 12697-6B UNI EN 12697-5A	V_{min}	%	>3	V_{min3}
Sensibilità all'acqua	UNI EN 12697-12	ITSR	%	>75	ITSR ₈₀
<ul style="list-style-type: none"> i provini per le misure di stabilità, quoziente e percentuale dei vuoti residui riportate dovranno essere confezionati presso l'impianto di produzione e/o all'atto della stesa e la temperatura di compattazione dovrà essere pari a $170^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$; la determinazione della stabilità viene eseguita a 60°C su 4 provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia; il contenuto dei vuoti dovrà essere determinato in conformità alla norma UNI EN 13108-20. 					

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

CARATTERISTICHE DELLA MISCELA PER LO STRATO DI USURA- ANTISDRUCCIOLO CHIUSO (Metodo volumetrico)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13108-5)
Vuoti a 10 rotazioni	UNI EN 12697-5, 6, 8	V10G _{min}	%	>10	V10G _{min9}
		V10G _{max}	%	<14	-
Vuoti a 100 rotazioni		V _{min}	%	>3	V _{min3,0}
		V _{max}	%	<5	V _{max5}
Vuoti a 180 rotazioni		V _{min}	%	>2	V _{min2,0}
Modulo di rigidezza	UNI EN 12697-26	S _{min}	MPa	> 3 000	S _{min3 600}
Sensibilità all'acqua	UNI N 12697-12	ITSR _{min}	%	>75	ITSR _{min 80}
Drenaggio del legante	UNI EN 12697-18	D	%	<0,6	D _{0,6}
<ul style="list-style-type: none">Le condizioni di prova (parametri della pressa giratoria) sono definiti nella norma di riferimento (UNI EN 12697-31)i requisiti di resistenza e di rigidezza saranno valutati su provini compattati a 100 rotazioni.					

Su richiesta della Direzione Lavori, il Produttore dovrà determinare le caratteristiche prestazionali della miscela secondo i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELLA MISCELA PER LO STRATO DI USURA- ANTISDRUCCIOLO CHIUSO (Requisiti prestazionali)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13108-5)
Resistenza alla deformazione permanente (ormaiamento)	UNI EN 12697-22	WTS _{AIR}	mm/10 ³ cicli	<0,70	WTS _{AIR0,60}
<ul style="list-style-type: none"> Per evitare la duplicazione di specifiche ("eccesso di specifiche") non dovranno essere determinati entrambi i requisiti. Le densità di riferimento delle miscele analizzate dovranno corrispondere a quelle della compattazione Marshall a 75 colpi per faccia o della compattazione volumetrica, con pressa giratoria a 180 giri. 					

Al fine di impedire un eccessivo riscaldamento con perdita irreparabile delle caratteristiche viscoelastiche del legante, dovrà essere effettuato un controllo periodico della temperatura della miscela finita.

I limiti della temperatura, massimo in produzione e minimo alla stesa, devono essere conformi ai valori riportati nella seguente tabella:

LIMITI DELLA TEMPERATURA (MISCELA PER LO STRATO DI USURA-ANTISDRUCCIOLO CHIUSO)				
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE MINIMO (alla stesa)	VALORE MASSIMO (alla produzione)
Temperatura della miscela	UNI EN 12697-13	°C	≥150	≤180

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

2.7.12.4 CARATTERISTICHE DELLO STRATO

Lo strato della pavimentazione dovrà essere realizzato nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto e la superficie finale dovrà presentarsi in qualunque direzione priva di irregolarità ed ondulazioni. Le caratteristiche che lo strato dovrà avere sono relative al requisito di addensamento della miscela, alle dimensioni (spessore) dello strato ed alle proprietà di aderenza della superficie.

Le caratteristiche di addensamento della miscela in opera saranno determinate preferibilmente secondo il metodo del grado di compattazione o, in alternativa a scelta della Direzione lavori, secondo il metodo dei vuoti residui, in conformità con i requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI USURA ANTISDRUCCIOLO CHIUSO (Grado di compattazione per confronto delle densità)			
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE
Grado di addensamento (per ogni campione)	UNI EN 12697-6	%	> 95
Grado di addensamento (media dei campioni)	UNI EN 12697-6	%	≥ 98
Il grado di compattazione è il rapporto tra la densità della miscela compattata in opera e la densità della miscela compattata in laboratorio riferita allo stesso lotto/giorno di produzione (massimo addensamento teorico).			

ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI USURA ANTISDRUCCIOLO CHIUSO (Vuoti residui del campione prelevato in opera)				
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE
Vuoti residui (massimo per ogni campione)	UNI EN 12697-8	V_{\max}	%	< 10
Vuoti residui (media dei campioni)	UNI EN 12697-8	V_{\max}	%	< 7
Campione prelevato mediante carotaggio in conformità alla norma UNI EN 13108-27				

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

2.7.12.5 CARATTERISTICHE DI REGOLARITA' SUPERFICIALE DELLO STRATO

Tratti superiori a 1 km

La regolarità superficiale dovrà essere valutata mediante la misura dell'indice I.R.I. (International Roughness Index) espresso in mm/m determinato in conformità alla Norma ASTM E 1926-08. Le misure di regolarità dovranno essere effettuate in un periodo di tempo compreso tra la fine della stesa e il 90° dall'apertura al traffico.

Tale indice è ricavabile dalla misura accurata del profilo longitudinale della pavimentazione utilizzando un sistema di rilevamento tipo ARAN o altro sistema, con grado di precisione superiore, approvato dalla Direzione Lavori.

L'indice IRI viene espresso come valore medio su sezioni di pavimentazione con distanza di 20 m.

L'I.R.I. sarà rilevato, per ogni intervento in carreggiata, su almeno una corsia (corsia di marcia), rilevando i dati dei profili longitudinali relativi all'ormai destra (I.R.I. destro) e sinistra (I.R.I. sinistro).

Ai fini del calcolo delle condizioni prestazionali della regolarità si terrà conto dell'Indicatore di Regolarità superficiale I_{A22} , per la determinazione del quale si utilizzeranno:

- il valore medio di I.R.I. derivante dall'elaborazione dei dati profilometrici, relativi alle ormaie destre e sinistre, rilevati sulla corsia di marcia sull'intera lunghezza di ogni singolo intervento nelle carreggiate autostradali;
- i valori, della semisomma dei valori I.R.I. destro e I.R.I. sinistro riferiti ai due allineamenti di misura, moltiplicati per 100, considerando la parte intera. (ad esempio nel caso che in una determinata sezione vengano rilevati dei valori di I.R.I. relativi al profilo della ormaia destra pari a 1,05 mm/m e un valore di I.R.I. relativo al profilo della ormaia sinistra pari a 1,00 mm/m il valore di I.R.I. da prendere a riferimento per quella sezione sarà pari a 103 $[(1,05+1,00)/2] \times 100 = 102,5$ arrotondato a 103).

Tutti i valori ottenuti saranno distribuiti nelle classi da A ad E ciascuna definita dai seguenti estremi:

- Classe A $IRI \leq 100$
- Classe B $100 < IRI \leq 130$
- Classe C $130 < IRI \leq 160$
- Classe D $160 < IRI \leq 180$
- Classe E $180 < IRI$

L'Indicatore di Regolarità superficiale I_{A22} risulta dalla seguente formula:

$$I_{A22} = (A\% + 0,75 \times B\% + 0,50 \times C\% + 0,25 \times D\% + 0,00 \times E\%) \times 100$$

Dove:

- A% è la percentuale dei valori in classe A
- B% è la percentuale dei valori in classe B
- C% è la percentuale dei valori in classe C
- D% è la percentuale dei valori in classe D
- E% è la percentuale dei valori in classe E

Ad esempio considerando un cantiere lungo 2.000 m (a cui corrispondono quindi 100 sezioni da 20m) se il valore medio di I.R.I., moltiplicato per 100, (media tra la misura relativa alla ormaia destra e la corrispondente misura relativa alla ormaia sinistra) risulta:

- in 70 sezioni è inferiore o uguale a 100;
- in 20 sezioni minore o uguale a 130 (ma maggiore di 100);
- in 10 sezioni è maggiore di 180, allora:
- A% sarà pari a 70%;
- B% sarà pari a 20%;
- C% sarà pari a 0%;
- D% sarà pari a 0%;
- E% sarà pari a 10%.

L'Indicatore di regolarità superficiale I_{A22} sarà pari a 85

$$[(70\% + (0,75 \times 20\%) + (0,50 \times 0\%) + (0,25 \times 0\%) + (0,00 \times 10\%)] \times 100 = I_{A22} = 85$$

Fatto salvo l'eventuale aumento del valore dell'indicatore I_{A22} , prevista dall'offerta tecnica presentata dall'aggiudicatario in sede di gara (criterio di valutazione T5), Il valore minimo dell'Indicatore I_{A22} dovrà essere maggiore o uguale a 50.

Tratti inferiori a 1 km ma superiori o uguali a 100 metri

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

IRI medio, per ogni tratta omogenea, ≤ 1.6 mm/m.

All'interno della sezione inferiore al km è ammesso al massimo 1 valore (mediato su 20 m) che abbia irregolarità per onde corte o irregolarità per onde medie rispettivamente superiore a 2 mm ma inferiore a 3 mm e superiore a 4 mm ma inferiore a 6 mm.

Tratti inferiori a 100 metri

La regolarità sarà valutata mediante straight-edge (regolo di 3 metri di lunghezza) e saranno considerate insufficienti le sezioni in cui il valore misurato risulti superiore ai 3 mm.

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

2.7.12.6 CARATTERISTICHE DI ADERENZA SUPERFICIALE DELLO STRATO

Le caratteristiche di aderenza superficiale dello strato saranno determinate in conformità con i requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

CARATTERISTICHE DI ADERENZA SUPERFICIALE DELLO STRATO DI USURA ANTISDRUCCIOLO CHIUSO				
TRATTI DI LUNGHEZZA SUPERIORE A m 400				
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE
Coefficiente di aderenza trasversale (ogni 10 m di pavimentazione e mediato ogni 50m)	UNI CEN/TS 15901-6 UNI CEN/TS 15901-8	CAT	-	> 60
Coefficiente di aderenza trasversale (valore puntuale ogni 10 m di pavimentazione)	UNI CEN/TS 15901-6 UNI CEN/TS 15901-8	CAT	-	> 50
Profondità media della macrotestitura (valore medio su 50 metri di pavimentazione)	UNI EN ISO 13473-1	MPD	mm	> 0,8
MODALITA' DI RILIEVO DEI DATI: <ul style="list-style-type: none">• Velocità di movimento dell'apparecchio pari 60 km/h;• temperature dell'aria e della pavimentazione superiori a 10°C e inferiore a 30°C.				

CARATTERISTICHE DI ADERENZA SUPERFICIALE DELLO STRATO DI USURA ANTISDRUCCIOLO CHIUSO				
TRATTI DI LUNGHEZZA INFERIORE A m 400				
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE
Resistenza all'attrito radente	UNI EN 13036-4	PTV	-	> 65
Profondità della macrotestitura	UNI EN 13036-1	MTP	mm	> 0,8

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

2.7.13 PRESCRIZIONI ULTERIORI

Poiché i conglomerati bituminosi descritti nelle presenti Prescrizioni tecniche non sono compiutamente caratterizzati con un approccio prestazionale, l'Impresa dovrà attenersi alle prescrizioni di seguito specificate per le fasi di confezionamento della miscela, di consegna e di posa in opera.

2.7.13.1 CONFEZIONAMENTO DELLA MISCELA

Il conglomerato bituminoso sarà confezionato in impianti fissi automatizzati, mantenuti in perfette condizioni di funzionamento ed idonei per assicurare la continua conformità del prodotto alle caratteristiche definite.

L'impianto di produzione dovrà avere la potenzialità produttiva necessaria per garantire la continuità di fornitura durante la stesa, evitando soste od interruzioni di approvvigionamento.

La produzione di ciascun impianto non dovrà comunque essere spinta oltre la sua potenzialità per assicurare il perfetto essiccamento, l'uniforme riscaldamento della miscela e la perfetta vagliatura che assicuri un'ideale riclassificazione delle singole classi degli aggregati lapidei utilizzati.

Il dosaggio dei componenti della miscela dovrà essere eseguito a peso mediante idonea apparecchiatura la cui efficienza dovrà essere costantemente verificata e prontamente tarata in caso di necessità; diverse modalità di dosaggio dovranno essere esplicitamente accettate dalla Direzione Lavori.

Ogni impianto dovrà assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta (non superiore a 190°C) ed il mantenimento uniforme della viscosità fino al momento della miscelazione nonché il perfetto dosaggio sia del bitume sia dell'additivo.

La zona destinata al deposito degli aggregati lapidei sarà preventivamente e convenientemente confinata per evitare il contatto con elementi estranei (particelle argillose, ristagni di acqua, ecc.) che possono compromettere la pulizia degli aggregati stessi. Inoltre, i cumuli delle diverse classi dovranno essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di alimentazione dei predosatori sarà eseguita con la massima cura onde evitare contaminazioni.

Si farà uso del numero minimo di predosatori corrispondenti alle classi di aggregato impiegate.

Il tempo di mescolazione effettivo sarà stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto e dell'effettiva temperatura raggiunta dai componenti la miscela ed in misura tale da permettere la corretta miscelazione dei materiali costituenti; gli aggregati lapidei dovranno essere completamente rivestiti dal bitume in modo uniforme.

La temperatura degli aggregati, all'atto della miscelazione, dovrà essere compresa tra 160°C e 180°C, e quella del legante non superiore ai 180°C, salvo diverse disposizioni della Direzione Lavori, in rapporto al tipo di bitume impiegato.

Per la verifica delle suddette temperature, gli essiccatori, i serbatoi e le tramogge degli impianti dovranno essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati.

2.7.13.2 CONSEGNA E POSA IN OPERA DELLA MISCELA

La miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito della fondazione dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultima ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati per fondazioni stradali.

La messa in opera del conglomerato bituminoso deve avvenire in un unico strato compattato con rullo gommato e rullo metallico o con due rulli metallici a seconda degli strati.

In alternativa, limitatamente allo strato di base, l'Impresa può procedere alla stesa in doppio strato; i due strati dovranno essere sovrapposti nel più breve tempo possibile; tra di essi dovrà essere interposta una mano di attacco di emulsione bituminosa, cationica al 55 %, in conformità alle caratteristiche descritte nel paragrafo MANO D'ATTACCO costituita da emulsione elastomerica con bitume modificato Hard delle presenti Prescrizioni tecniche, in ragione di 0,3 kg/m² di residuo secco bituminoso.

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata mediante macchine vibrofinitrici aventi piastra riscaldante, opportuni dispositivi costipanti quali coltelli battitori ("tamper") o cilindri pressori, sistema vibrante in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

L'appaltatore, per l'esecuzione dei lavori e per l'intera durata degli stessi, dovrà mettere a disposizione almeno n°4 (quattro) vibrofinitrici che dovranno avere le seguenti caratteristiche minime:

Peso ≥ 16 t

Larghezza base $\geq 2,50$ m

Capacità massima di stesa ≥ 650 t/h

Potenza del motore ≥ 120 KW

Normativa antinquinamento \geq EU Stage 2

Le vibrofinitrici dovranno lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazioni degli elementi litoidi più grossi. La velocità di avanzamento della vibrofinitrice, di norma, dovrà essere compresa tra 4 e 5 metri al minuto e comunque non superiore al limite di garanzia per la costipazione dello strato in conformità alle prescrizioni definite.

La stesa dei manti d'usura, di tipo drenate e/o splittmastix, come indicato negli allegati: "SEZIONE TIPO INTERVENTI SULLA PAVIMENTAZIONE IN CARREGGIATA", dovrà avvenire con la stesa "caldo a caldo" cioè operando con due vibrofinitrici che stendono in parallelo, su due strisciate adiacenti.

Per la posa in opera del conglomerato bituminoso per gli strati superficiali dovrà essere impiegata almeno una vibrofinitrice cingolata. La seconda vibrofinitrice, dovrà essere anch'essa cingolata o almeno a quattro assi oppure, comunque, appartenenti ai tipi approvati dalla Direzione Lavori.

Nella stesa si dovrà porre la massima cura nella formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una striscia alla precedente con l'impiego di una o più vibrofinitrici. Qualora ciò non sia possibile, il bordo della striscia già realizzata dovrà essere trattato con emulsione bituminosa per assicurare la saldatura della striscia successiva.

L'Impresa dovrà predisporre idonee opere provvisorie per impedire ai mezzi pesanti che devono accedere al cassonetto di deteriorare il bordo verticale del cavo fresato; qualora venisse danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

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

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati sarà programmata e realizzata in modo da risultare sfalsati, fra loro, per almeno 20 cm e non coincidenti con le zone di passaggio delle ruote di veicoli pesanti.

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci e comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare eccessivi raffreddamenti superficiali e conseguente formazione di grumi. L'Impresa dovrà disporre di un numero sufficiente di mezzi di trasporto atti ad assicurare una regolare e continua alimentazione del cantiere di stesa al fine di evitare arresti della vibrofinitrice che possano avere effetti negativi sulla qualità della stesa e sul regolare costipamento.

La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro; gli strati eventualmente compromessi (con densità inferiori a quelle richieste) dovranno essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a cura e spese dell'Impresa.

La stesa del conglomerato bituminoso Drenante Fonoassorbente Speciale dovrà essere effettuata preferibilmente nelle ore della giornata in cui le temperature dell'aria sono più elevate e con temperatura dell'ambiente non inferiore a $+ 5^{\circ}\text{C}$.

Limitatamente alla necessità di eseguire la posa del conglomerato bituminoso in condizioni atmosferiche non ottimali, basse temperature ambiente o del piano di appoggio, la DL potrà disporre per l'impiego di leganti bituminosi con caratteristiche di elevata lavorabilità. I requisiti volumetrici di addensamento e meccanici della miscela dovranno essere conformi ai limiti specificati per le singole lavorazioni. Tale soluzione è consentita per permettere la lavorabilità delle miscele a temperature di compattazione fino a 100°C .

La compattazione del conglomerato bituminoso dovrà iniziare appena steso dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza soluzione di continuità. L'Impresa dovrà assicurarsi che la compattazione sia condotta con la

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

metodologia più adeguata per ottenere l'uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

La compattazione sarà effettuata mediante l'utilizzo di rulli, combinati e tandem a ruote metalliche vibranti, tutti in numero adeguato (minimo due rulli per ogni vibrofinitrice impiegata) ed aventi idoneo peso, minimo 10 t, e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.

Il conglomerato bituminoso di usura Drenante Fonoassorbente Speciale dovrà essere compattato con rulli a ruote metalliche del peso fino a 8-10 t, senza fare ricorso a sistemi di vibrazione.

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

2.7.14 CONTROLLI PERIODICI SULLA PAVIMENTAZIONE

Il Direttore dei Lavori oppure il Collaudatore in corso d'opera, secondo le rispettive competenze, controllerà che le opere vengano eseguite nel rispetto di quanto previsto dal presente capitolato.

Durante la produzione del conglomerato bituminoso ed in fase di esecuzione dei lavori saranno effettuate sistematiche ispezioni e prove sui materiali impiegati, su campioni di forniture e sul conglomerato bituminoso sciolto e costipato, intese a controllarne la rispondenza alla miscela ottimale validata ed alle caratteristiche richieste.

I controlli inerenti alle caratteristiche per l'accettazione dei materiali saranno effettuati prima dell'inizio dei lavori e/o in corso d'opera.

I risultati delle ispezioni, delle prove e della documentazione mediante certificati o rapporti di prova dovranno essere riportate su registro tenuto dal Direttore dei Lavori.

L'Impresa dovrà assicurare che i requisiti dei materiali costituenti, delle miscele e delle opere eseguite siano rigorosamente rispettati.

La Direzione Lavori procederà con l'esecuzione dei controlli periodici, a carico della Società, secondo le modalità descritte nei Piani dei controlli minimi di seguito specificati. La Direzione Lavori ha la facoltà di effettuare ulteriori accertamenti sui requisiti dei materiali e delle lavorazioni.

Le modalità di esecuzione dei controlli periodici da effettuare sui materiali costituenti sono riportati nella tabella seguente:

CONTROLLI PERIODICI SUI MATERIALI COSTITUENTI			
MATERIALE	UBICAZIONE PRELIEVO	REQUISITI DA CONTROLLARE	FREQUENZA
Aggregato	Impianto di produzione	<ul style="list-style-type: none">• Composizione granulometrica• Resistenza alla frammentazione• Resistenza al gelo/disgelo• Percentuale superfici frantumate• Coefficiente di appiattimento• Assorbimento d'acqua	A richiesta della Direzione Lavori o in caso di prolungate interruzioni nella fornitura di aggregati
Legante bituminoso	Cisterna di stoccaggio	<ul style="list-style-type: none">• Penetrazione• Punto di rammollimento• Ritorno elastico• Viscosità• Punto di rottura (RTFOT)• Penetrazione e Punto di rammollimento (dopo tuben test)	Settimanale
Il prelievo dei campioni dovrà essere conforme alle specifiche norme di applicazione (aggregati UN EN 932-1; legante UNI EN 58).			

La verifica di accettazione sulla miscela sarà effettuata per accertare che i requisiti della composizione ottimale validata ed accettata dalla Direzione Lavori, vengano rigorosamente rispettati mediante l'esecuzione di controlli periodici a frequenze stabilite e distinte in base al metodo prescelto per la caratterizzazione della miscela.

Tali valori dovranno essere verificati mediante prove sul conglomerato bituminoso prelevato all'impianto o al cantiere di stesa; la campionatura dovrà essere effettuata in conformità alla norma UNI EN 12697-27 ed i metodi di preparazione dei campioni dovranno essere conformi alla norma UNI EN 13108-20.

Le modalità di esecuzione dei controlli periodici, da effettuare per la verifica di conformità ai requisiti definiti per le caratteristiche di ogni miscela, sono riportati nelle tabelle seguenti:

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

CONTROLLI PERIODICI SULLA MISCELA (Metodo Marshall)		
REQUISITO	METODO DI PROVA	FREQUENZA
Composizione granulometrica	UNI EN 933-1; UNI EN 12697-2	Giornaliera o: <ul style="list-style-type: none"> • ogni 600 t (base) • ogni 500 t (binder) • ogni 200 t (usure)
Contenuto di legante	UNI EN 12697-1 e 39	
Minima stabilità	UNI EN 12697-34	
Scorrimento	UNI EN 12697-34	
Quoziente	UNI EN 12697-34	
Contenuto di vuoti residui	UNI EN 12697-8	

CONTROLLI PERIODICI SULLA MISCELA (Metodo Volumetrico)		
REQUISITO	METODO DI PROVA	FREQUENZA
Composizione granulometrica	UNI EN 933-1; UNI EN 12697-2	Giornaliera o: <ul style="list-style-type: none"> • ogni 600 t (base) • ogni 500 t (binder) • ogni 200 t (usure)
Contenuto di legante	UNI EN 12697-1 e 39	
Vuoti a 180 rotazioni	UNI EN 12697-5, 6, 8	
Resistenza alla trazione indiretta a 25 °C	UNI EN 12697-23	
Modulo di rigidezza	UNI EN 12697-26	

CONTROLLI PERIODICI SULLA MISCELA (Requisiti prestazionali)		
REQUISITO	METODO DI PROVA	FREQUENZA
Resistenza alla deformazione permanente	UNI EN 12697-25	Ogni 2 000 t
Resistenza alla deformazione permanente (ormaiamento)	UNI EN 12697-22	

La verifica degli spessori dello strato, delle caratteristiche di addensamento della miscela in opera, della adesione tra gli strati saranno effettuati mediante carotaggio della pavimentazione eseguita. Il controllo sull'addensamento della miscela dovrà essere fatto mediante la determinazione del grado di compattazione o, in alternativa, mediante il calcolo dei vuoti residui secondo le modalità e frequenze riportate nelle seguenti tabelle:

CONTROLLI PERIODICI SULL'ADDENSAMENTO (Grado di compattazione per confronto delle densità)		
REQUISITO	METODO DI PROVA	FREQUENZA
Grado di addensamento (per ogni campione)	UNI EN 12697-6	ogni 1500 m ² o ogni 400 m per corsia
Grado di addensamento (media dei campioni)	UNI EN 12697-6	
Il grado di compattazione è il rapporto tra la densità della miscela compattata in laboratorio (massimo addensamento teorico) e la densità della miscela compattata in opera riferita allo stesso lotto/giorno di produzione.		

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

CONTROLLI PERIODICI SULL'ADDENSAMENTO (Vuoti residui del campione prelevato in opera)		
REQUISITO	METODO DI PROVA	FREQUENZA
Vuoti residui (massimo per ogni campione)	UNI EN 12697-8	ogni 1500 m ² o ogni 400 m per corsia
Vuoti residui (media dei campioni)	UNI EN 12697-8	
Campione prelevato mediante carotaggio in conformità alla norma UNI EN 12697-27		

Lo spessore dello strato, definito dal Progettista, sarà verificato secondo le frequenze riportate nella tabella seguente:

CONTROLLO PERIODICO SULLO SPESSORE		
REQUISITO	METODO DI PROVA	FREQUENZA
Spessore dello strato	UNI EN 12697-29	ogni 1500 m ² o ogni 400 m per corsia

L'adesione tra gli strati (tra base e binder e tra binder e usura), sarà verificato secondo le frequenze riportate nella tabella seguente:

CONTROLLO PERIODICO SULLA ADESIONE TRA GLI STRATI		
REQUISITO	METODO DI PROVA	FREQUENZA
Adesione tra gli strati	SN 670461 (Leutner Shear Test)	ogni 3000 m ² o ogni 800 m per corsia

Il controllo delle caratteristiche superficiali dello strato dovrà essere effettuato secondo le modalità riportate nella seguente tabella:

CONTROLLI PERIODICI SULLE CARATTERISTICHE SUPERFICIALI DELLO STRATO		
REQUISITO	METODO DI PROVA	FREQUENZA
Regolarità della superficie (regolo da mm 3000)	UNI EN 13036-7	a campione - in caso di anomalia
Resistenza di attrito radente (PTV)	UNI EN 13036-4	
Coefficiente di aderenza trasversale (CAT)	UNI CEN/TS 15901-6 UNI CEN/TS 15901-8	

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

Profondità della macrotestitura (MTP)	UNI EN 13036-1	
Permeabilità verticale	Normativa Belga o UNI EN 12697-40	ogni 1500 m ² o ogni 400 m per corsia (IN CORRISPONDENZA DI OGNI CAROTA) Per la prova completa con la normativa UNI EN 12697-40 ogni 20.000 m ²

In corso d'opera ed in ogni fase delle singole lavorazioni, la Direzione Lavori effettuerà, a sua discrezione, tutte le verifiche, prove e controlli, atti ad accertare la rispondenza qualitativa e quantitativa dei lavori alle prescrizioni contrattuali.

CAPO 3 PROVVEDIMENTI TECNICO-AMMINISTRATIVI

3.1 PENALIZZAZIONI

I risultati delle ispezioni e delle prove raccolti nei controlli in corso d'opera o finali dovranno essere conformi ai requisiti richiesti nelle presenti Prescrizioni tecniche.

Qualora ciò non avvenga, l'Impresa dovrà, a sua cura e spese, adottare i necessari provvedimenti, sostituendo i materiali in modo da ottenere il valore per tutti i requisiti.

Qualora i risultati delle successive ispezioni non dovessero essere conformi ai requisiti richiesti verranno applicati provvedimenti tecnico-contabili nei modi e nelle misure di seguito specificate.

Le verifiche e le prove che danno esito negativo, e non risultano comunque conformi alle norme e prescrizioni tecniche, saranno ripetute su tre saggi, entro la zona del primo saggio: se si riscontrerà un nuovo saggio negativo o un solo valore che superi le tolleranze ammesse, ciò comporterà un declassamento con relative detrazioni che saranno effettuate sulle quantità di riferimento successivamente rapportate al numero dei saggi negativi (superficie o fornitura divisa per il numero di saggi e moltiplicata per il numero di saggi negativi) nelle misure di seguito precisate.

3.1.1 PENALI PER COMPOSIZIONE GRANULOMETRICA E STABILITA' MARSHALL

Qualora la composizione granulometrica di una miscela si scosti dalla composizione ottimale validata con lo studio preliminare oltre le tolleranze ammesse sarà applicata la seguente detrazione:

$$D = p \times PU \times A \times f$$

dove:

D = detrazione o penale (€);

p = scostamenti dai limiti di tolleranza o dai valori limite;

PU = prezzo unitario (€/ m³, m² x cm);

A = unità della prestazione (m³ o m² x cm);

f = fattore.

REQUISITO	SCOSTAMENTO (p)	APPLICAZIONE DETRAZIONE (D)	FATTORE (f)
Granulometria: - filler - aggregato fine - aggregato grosso	$ Vp_1 - Vr - T$	superiore od inferiore alla tolleranza del Capitolato	0,01
Stabilità Marshall	$\frac{Vp_2 - Vr}{Vp_2} \cdot 100$	≥ 90 e $< 100\%$ del valore di stabilità Marshall prescritto dal Capitolato (se $p > 0$ e $\leq 10\%$)	0,01
dove: Vp_1 = valore prescritto dalle prove di accettazione (%), (kN) Vp_2 = valore prescritto dal capitolato (%), (kN) Vr = valore riscontrato in opera (%), (kN) T = tolleranza del capitolato (%)			

Nel caso in cui la curva granulometrica esca dai valori limite del fuso di capitolato e la stabilità Marshall sia inferiore al 90% della prescrizione del capitolato, la D.L. si riserva di ordinare l'allontanamento della miscela dal cantiere ed il rifacimento dello strato già posato a spese dell'Impresa.

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

3.1.2 PENALI PER CONTENUTO DI LEGANTE – GRADO DI ADDENSAMENTO – VUOTI RESIDUI – SPESSORE DELLO STRATO

Per il calcolo delle detrazioni da applicare si applicherà la seguente formula:

$$D = p^2 \times PU \times A \times f$$

dove:

D = detrazione o penale (€);

p = scostamenti dai limiti di tolleranza o dai valori limite;

PU = prezzo unitario (€/ m³, m² x cm);

A = unità della prestazione (m³ o m² x cm);

f = fattore.

REQUISITO	SCOSTAMENTO (p)	APPLICAZIONE DETRAZIONE (D)	FATTORE (f)
contenuto di bitume	$ Vp_1 - Vr - T$	superiore od inferiore alla tolleranza del capitolato	0,25
grado di costipamento ⁽¹⁾	$Vp_2 - Vr$	inferiore al valore di capitolato	0,01
vuoti residui ⁽¹⁾	$ Vp_2 - Vr $	superiore od inferiore alla tolleranza del capitolato	0,01
Spessori degli strati di base, di collegamento, di usura-risagomatura, di usura Drenante-Fonoassorbente Speciale di usura antisdrucchiolo. ⁽¹⁾	$\frac{Sp - T - Vr}{Sp} \times 100$	scostamenti per difetto della tolleranza - del 5% per strato di base; -del 10% per gli altri strati ⁽²⁾	0,01
dove: Vp_1 = valore prescritto dalle prove di accettazione Vp_2 = valore prescritto dal capitolato Vr = valore riscontrato in opera T = tolleranza del capitolato o tolleranza inserita nella tabella sovrastante Sp = spessore prescritto dal progetto			
⁽¹⁾ Qualora un valore singolo si discosti dai limiti (pur rimanendo il valore medio conforme), la detrazione calcolata sulla superficie di pavimentazione relativa alla zona di appartenenza della carota di verifica. Qualora il valore medio della stesa non rientri nei limiti prescritti nel CSA la detrazione sarà calcolata sull'intera superficie di stesa.			
⁽²⁾ Per scostamenti per difetto degli spessori degli strati rispetto al progetto superiori al 20%, la D.L. si riserva la facoltà di ordinare la rimozione ed il rifacimento dello strato a completo carico dell'Impresa.			

3.1.3 PENALI PER CARATTERISTICHE DI REGOLARITA' SUPERFICIALE

Le caratteristiche di regolarità superficiale dello strato di pavimentazione, a diretto contatto con l'azione del traffico, vengono determinate attraverso la misura del profilo longitudinale della pavimentazione con apparecchiature ad alto rendimento in grado di determinare l'Indice I.R.I.

Attraverso l'elaborazione dei dati I.R.I., rilevati sull'ormaia destra e sinistra di una corsia autostradale, viene individuato l'Indicatore di Regolarità superficiale I_{A22} , come descritto nei paragrafi relativi alle caratteristiche di regolarità dello strato.

Per ogni punto in meno rispetto al valore dell'Indicatore di Regolarità I_{A22} presentato dall'aggiudicatario in sede di gara (criterio di valutazione T_5), o dal valore minimo di Capitolato ($I_{A22} = 50$) qualora non vi fossero offerte di miglioramento del parametro qualitativo della Regolarità, verrà applicata una percentuale di detrazione, sul prezzo unitario dello strato di usura, considerando la superficie della corsia interessata dalle misure, pari al quadruplo dei punti di scostamento (esemplificando, se il valore dell'Indicatore di Regolarità,

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

ottenuto dall'elaborazione dei dati I.R.I., rilevati sull'intera lunghezza della corsia di marcia, del tratto di intervento è pari a $I_{A22 \text{ Rilevato}} = 70$ ed il valore di riferimento offerto è pari al $I_{A22 \text{ Dichiarato}} = 75$ lo scostamento è pari a 5 punti e la detrazione sarà pari al 20% sul Prezzo Unitario dello strato d'usura riferito alla superficie della corsia misurata (la superficie è determinata assumendo come dimensioni la lunghezza dell'intervento ed una larghezza pari a 4,0m). Per la detrazione verrà quindi applicata la seguente formula:

$$Det. = \left(\frac{I_{A22 \text{ Dichiarato}} - I_{A22 \text{ Rilevato}}}{100} \right) \times 4 \times PU_{usura} \times Superficie \text{ int.}$$

Dove:

Det. = Detrazione (in euro);

$I_{A22 \text{ Dichiarato}}$ = Indicatore dichiarato dall'Appaltatore in sede di gara (criterio di valutazione T_5);

$I_{A22 \text{ Rilevato}}$ = Indicatore misurato, in seguito ai rilievi; nel tratto di intervento;

PU_{usura} = Prezzo Unitario della strato di usura (Drenante oppure SMA) (in euro/m²);

Superficie int. = Superficie della pavimentazione di intervento, determinata dalla lunghezza del tratto moltiplicata per la larghezza della corsia sulla quale sono state eseguite le misure (la larghezza della corsia viene assunta convenzionalmente pari a 4 metri) (in m²).

In situazioni particolari, legate alla presenza ponti o viadotti caratterizzati dalla presenza di numerosi giunti superficiali a pettine o di gomma armata, il valore dell'Indicatore di Regolarità, ottenuto dalle misure, verrà incrementato del 5%.

Nel caso in cui il valore dell'Indicatore di Regolarità I_{A22} misurato risulti inferiore a 40 l'Impresa dovrà provvedere alla demolizione e ricostruzione dello strato superficiale interessato a proprie spese.

Il nuovo strato sarà soggetto alle stesse condizioni di controllo ed alle stesse generalità precedentemente descritte.

3.1.4 PENALI PER CARATTERISTICHE DI ADERENZA SUPERFICIALE

Qualora i valori di aderenza superficiale CAT e/o MPD fossero inferiori alle soglie stabilite, fissati in 55 per CAT e 0,8 per MPD, ove il CAT e MPD rappresentano la media ogni 50 metri dei rispettivi valori campionati ogni 10 metri, fino al raggiungimento di valori di CAT di 50 e di MPD di 0,5 è prevista una penalizzazione del 20% sul prezzo dello strato bituminoso interessato. Al di sotto di tali valori l'Impresa dovrà provvedere alla demolizione e ricostruzione dello strato superficiale interessato a proprie spese.

In ogni caso qualora le deficienze riscontrate comportino gravi alterazioni sulla qualità dei lavori la Direzione Lavori si riserva la facoltà di ordinare la rimozione e il rifacimento delle zone non a regola d'arte a totale carico dell'Impresa.

Nessun compenso spetterà all'Impresa per maggiori forniture, prestazioni o lavori che non siano quelli contrattuali e/o ordinati per iscritto dalla Direzione Lavori, se pur causati da imperizia, accidentalità o comodità di esecuzione, anche se dalle circostanze dovessero derivare vantaggi alla Stazione Appaltante. Eventuali lavori di rifacimento apportati dall'Impresa nel periodo compreso fra l'ultimazione dei lavori ed il collaudo (periodo di manutenzione, per norma, a carico dell'Impresa), non potranno superare il quinto dell'intera superficie.

In caso contrario e in tutti quei casi in cui i risultati delle successive ispezioni o prove non rispondessero ancora (dopo aver adottato i necessari accorgimenti, modificazioni e sostituzioni) ai requisiti, verranno applicate penali e verranno adottati provvedimenti tecnici e amministrativi, a carico dell'Impresa, come previsto dalle vigenti Leggi sui Lavori Pubblici.

3.2 PRESCRIZIONI PER LA MISURAZIONE E LA VALUTAZIONE DEI LAVORI

Le attività di supporto relative alle fasi di rilevamento e valutazione delle opere dovranno essere eseguite secondo l'andamento cronologico seguente.

3.2.1 LAVORI PROPEDEUTICI

Individuazione e fissaggio dei caposaldi:

- rilievo e calcolo della rete poligonale e del livellamento trigonometrico;
- tracciamento delle sezioni progressive necessarie per il rilievo generalmente ogni 50 m, in caso di particolari condizioni, la Direzione Lavori potrà ordinare un maggior numero di sezioni anche una sezione ogni 10 m.

3.2.2

3.2.3 ACCERTAMENTO DELLO STATO DELLA CARREGGIATA

- rilievo di almeno 4 punti sulle sezioni tracciate per ogni senso di marcia;
- rilievo del lato corrispondente al margine superiore del cordolo rivolto verso i margini delle carreggiate;
- rilievo dei giunti trasversali e dei travi laterali dei ponti;
- rilievo dei By-Pass dello spartitraffico centrale;
- ricalcolo dei risultati ottenuti dalle misurazioni e trasformazione dei valori calcolati in coordinate e contemporaneo tracciamento delle sezioni rilevate.

3.2.4 ELABORAZIONE DEI LIBRETTI DELLE PAVIMENTAZIONI

- calcolo di un'asse fittizio della carreggiata lungo la posizione della linea centrale di ogni senso di marcia per il calcolo e il tracciamento delle sezioni progressive secondo il paragrafo 2.2;
- calcolo della pendenza in base ai rilievi di accertamento dello stato della carreggiata in conformità con la pendenza laterale prevista dal Progetto o rideterminata dalla Direzione Lavori;
- predisposizione dei libretti della pavimentazione e contemporaneo adeguamento alle prescrizioni indicate;
- elaborazione di protocolli di stesa che indichino le quote sia della superficie superiore della carreggiata che della superficie inferiore del binder da realizzare riferiti ai punti tracciati;
- elaborazione di sezioni longitudinali in scala 1:500/25 con indicazione sia delle quote dello stato attuale della pavimentazione (lungo la segnaletica longitudinale destra, la linea centrale e la segnaletica longitudinale sinistra) che le quote della pavimentazione definitiva.

3.2.5 TRACCIAMENTO E CONTROLLI IN CORSO D'OPERA

- tracciamento dei punti di sicurezza necessari per indicare le quote dello strato di collegamento (binder) e dello strato di usura nella misura di due punti per ogni sezione progressiva e segnalazione dei punti con colore apposto sul cordolo della carreggiata o sulle pareti di contenimento in calcestruzzo o sul sicurvìa;
- calcolo delle quote dello strato di collegamento (binder) e dello strato di usura tenendo conto delle larghezze e delle quote di sicurezza, nonché dei punti di variazione delle pendenze trasversali in corrispondenza dei punti tracciati e redazione di un elaborato in cui sono riportati tutti i tracciamenti;
- indicazione della profondità di fresatura segnalando la differenza di quota sulla pavimentazione della carreggiata, in modo chiaro e leggibile all'operatore della fresa;
- rilievo topografico delle profondità di fresatura e dello strato di base;
- verifica delle quote altimetriche del piano di fresatura e redazione di un elaborato che indichi gli spessori dello strato di collegamento (binder) secondo il libretto delle pavimentazioni;
- indicazione degli spessori di fresatura e degli spessori dello strato di usura da stendere ove la scarifica interessi solo questo strato.

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

3.2.6 REDAZIONE DELLA CONTABILITÀ DI CANTIERE

Per la redazione della contabilità dei lavori dovranno essere applicate le dimensioni delle singole lavorazioni eseguite secondo le unità di misura riportate nella seguente tabella:

SIMBOLOGIA PER LA CONTABILIZZAZIONE DEI LAVORI	
LAVORAZIONE	UNITA' DI MISURA
Fresatura conglomerato bituminoso	m ² x cm
Conferimento fresato in impianto di smaltimento	tonnellata
Geotessuto	m ²
Fondazione stradale	m ²
Riciclaggio a freddo fondazione e base	m ³
Strato di base	m ³
Strato di collegamento	m ³
Strato di usura	m ² x 3cm
Strato di usura	m ² x 4cm
Mano d'attacco	m ²
Membrana impermeabilizzante	m ²
Strato di usura Drenante Fonoassorbente Speciale (PA)	m ² x 4cm
Strato di usura poroso (da intasare con miscela cementizia)	m ² x 5cm
Boiacca cementizia	m ²
Strato di usura Antisdrucchiolo (SMA)	m ² x 3cm
Strato di usura Antisdrucchiolo (SMA)	m ² x 4cm
Geogriglia	m ²
Geomembrana	m ²
Rilievi topografici carreggiata	km
Rilievi topografici pista di svincolo	km
Rilievi topografici piazzali	ha

- redazione dei disegni di contabilità sotto forma di planimetrie generali (in scala longitudinale 1:500 e in scala trasversale 1:200) che riportano i dati di contabilità rilevanti comprese le profondità di fresatura, gli spessori delle carote, la superficie di stesa della base, le fresature per la posa in opera dello strato d'usura, etc.;
- redazione dei protocolli di calcolo (determinazione delle superfici e delle cubature) e delle tabelle riassuntive;
- raccolta in triplice copia della documentazione contabile.

3.3 PRESCRIZIONI IN MATERIA AMBIENTALE

3.3.1 PREMESSA

Tutti gli oneri connessi alla gestione degli aspetti ambientali relativi al cantiere (quali a titoli indicativo acque, aria, rifiuti, rumore) – e in particolare tutti gli oneri connessi alla gestione dei rifiuti prodotti nel cantiere – nel rispetto delle condizioni di legge e delle prescrizioni usualmente richieste dalle autorità e degli ulteriori patti contrattuali, sono a carico dell'impresa e si intendono compensati nei prezzi offerti.

Per consentire la necessaria funzione di controllo e di garanzia che rimane a carico della Committenza, l'Autostrada del Brennero SpA ha facoltà di controllare che l'esecuzione dell'attività avvenga nel rispetto di leggi e regolamenti e delle condizioni contrattuali. L'impresa ha l'obbligo di fornire all'Autostrada del Brennero SpA tutti i documenti necessari a dare dimostrazione della conformità delle attività svolte alla legge e alle prescrizioni applicabili in materia ambientale, incluse quelle derivanti dal contratto.

Referente ambientale

L'Impresa esecutrice dovrà fornire il nominativo di una persona con adeguate competenze in campo ambientale (dipendente o esterno) che faccia da referente per l'Impresa nella gestione degli aspetti ambientali correlati all'esecuzione dei lavori. La competenza deve essere estesa anche a tutti i lavori svolti in subappalto.

3.3.2 ASPETTI PARTICOLARI INERENTI IL RECUPERO/RIUTILIZZO DEL CONGLOMERATO BITUMINOSO FRESATO

Premessa

In base alla normativa vigente è ammessa l'attività di recupero del fresato di conglomerato bituminoso alle condizioni stabilite dalla normativa stessa, che qui si riepilogano sommariamente allo scopo di illustrare le condizioni contrattuali riferibili a tale attività.

L'effettuazione delle attività di recupero viene eseguita da parte dell'Impresa, che pertanto è responsabile dell'effettuazione di tali attività nel rispetto di quanto previsto dalla normativa vigente.

L'Autostrada del Brennero SpA ha facoltà di controllare che l'esecuzione dell'attività avvenga nel rispetto della legge e delle condizioni contrattuali.

Talune attività di recupero possono essere sottoposte alle procedure semplificate previste dal D.M. 5/2/1998 e successive modifiche ed integrazioni.

Le attività di recupero ammesse in regime semplificato sono quelle individuate dal D.M. 5/2/1998 e s.m.i., allegato 1, suballegato 1, punto 7.6. L'impresa che produce il rifiuto dovrà accertare che il sito e/o l'impianto a cui è inviato sia autorizzato per almeno una delle seguenti attività di recupero:

- a) produzione di conglomerato bituminoso "vergine" a caldo e a freddo [R5];
- b) realizzazione di rilevati e sottofondi stradali (il recupero è subordinato all'esecuzione del test di cessione sul rifiuto tal quale secondo il metodo in allegato 3 al D.M. 5/2/1998 e successive modifiche ed integrazioni) [R5];
- c) produzione di materiale per costruzioni stradali e piazzali industriali mediante selezione preventiva (macinazione, vagliatura, separazione delle frazioni indesiderate, eventuale miscelazione con materia inerte vergine) con eluato conforme al test di cessione secondo il metodo in allegato 3 al D.M. 5/2/1998 e s.m.i.

Poiché l'attività di recupero avverrà in un luogo diverso da quello di produzione, l'Impresa dovrà accertare che i soggetti a cui il rifiuto è affidato siano autorizzati ai sensi per gli effetti dell'applicazione del D. Lgs. 152/06 e successive modifiche ed integrazioni. Il codice del rifiuto è ascrivibile nell'Elenco Europeo dei rifiuti con il CER 170302, miscele bituminose diverse da quelle di cui alla voce 17 03 01.

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

Qualora sia previsto progettualmente, il materiale bituminoso, ottenuto dalla fresatura a freddo, potrà essere utilizzato nuovamente in cantiere ai sensi e per gli effetti dell'applicazione dell'art. 184 bis del D. Lgs. 152/06 e s.m.i..

Principi generali e valutazioni in sede di offerta

Al fine di permettere all'impresa di valutare fin dal momento della redazione dell'offerta la possibilità di avviare il rifiuto alle operazioni di cui alle lettere b) e c), Autostrada del Brennero Spa mette a disposizione un'analisi-tipo di test di cessione su conglomerato bituminoso eseguito secondo i metodi previsti dal D.M. 5/2/1998 così come modificato dal D.M. 5/4/2006 n. 186. Tali analisi, non essendo riferite specificamente al sito di provenienza del materiale da recuperare, sono da considerarsi puramente indicative delle caratteristiche di un generico fresato derivante dall'autostrada. Pertanto nel caso che l'Impresa intenda avvalersi della possibilità di avviare il rifiuto a recupero anche alle operazioni di cui alle lettere b) e c), essa è tenuta ad rispettare tutte le condizioni previste dalla normativa vigente, compresa l'integrazione dei test di cessione predetti con altri eseguiti su campioni provenienti dal sito in esame. I campionamenti da farsi per tali integrazioni devono essere fatti in presenza di un rappresentante di Autostrada del Brennero SpA. A tal fine l'impresa è tenuta a comunicare con almeno 7 giorni di anticipo al Direttore dei Lavori e alla Direzione Tecnica di Autostrada del Brennero l'intenzione di effettuare i campionamenti, indicando giorno, ora e luogo per il prelievo.

In alternativa è sempre possibile avviare il rifiuto a recupero con le procedure autorizzative ordinarie previste dalla vigente legislazione in materia ambientale (Parte quarta, titolo I, capo IV "autorizzazioni ed iscrizioni" del D.Lgs. n.152/2006 e s.m.i.).

In particolare, per l'utilizzo di impianti mobili di recupero occorre aver acquisito preliminarmente l'autorizzazione dalla regione ove l'interessato ha la sede legale nonché aver sottoposto a screening l'impiego dell'impianto secondo le procedure dettate dalla normativa nazionale in materia di Valutazione d'Impatto Ambientale di cui alla parte II del D.Lgs. n.152/2006 e s.m.i.. Inoltre, come previsto dall'art. 208, comma 15, del D.Lgs. n.152/2006 e s.m.i. per lo svolgimento delle singole campagne di attività l'interessato, almeno *sessanta* giorni prima dell'installazione dell'impianto deve comunicare alla regione in cui si trova il sito prescelto le specifiche dettagliate relative alla campagna di attività, allegando l'autorizzazione di cui al comma 1 e l'iscrizione all'Albo nazionale gestori ambientali, nonché l'ulteriore documentazione richiesta.

L'acquisizione dell'autorizzazione per l'impianto di recupero è a carico dell'impresa, così come anche la comunicazione di cui all'art. 208, comma 15.

3.3.3 RELAZIONE SULLA GESTIONE DEL FRESATO E DEGLI ALTRI RIFIUTI DEL CANTIERE

L'Impresa deve consegnare alla Direzione Lavori prima dell'inizio dei lavori di ciascun cantiere la Relazione sulla gestione del fresato e degli altri rifiuti del cantiere, ossia un dettagliato documento descrittivo delle modalità da adottare per la gestione dei materiali derivanti dal cantiere e comprovante la regolarità dal punto di vista della normativa ambientale delle modalità previste dall'impresa per la gestione del fresato e degli altri rifiuti.

Per la gestione del fresato di conglomerato bituminoso la relazione dovrà comprendere per ogni cantiere i dati su:

- quantità che verranno avviate a smaltimento;
- quantità che verranno avviate a recupero, precisando:
- dove il fresato verrà conferito; dovrà essere indicato luogo e nome dell'impianto all'uopo autorizzato. Dovrà essere prodotta copia dell'autorizzazione per il trattamento dei rifiuti con particolare riferimento al codice CER 170302 nel caso che l'attività di recupero utilizzata sia quella di cui all'allegato I, suballegato I, punto 7.6, l'impresa dovrà produrre la relativa documentazione; numero e tipo di mezzi di trasporto previsti (suddivisi per volume di carico), precisando se verranno utilizzati solo mezzi propri, solo mezzi di terzi o mezzi sia propri sia di terzi.

Si ricorda che in base alla normativa:

- per il trasporto di rifiuti non pericolosi prodotti da terzi vi è il requisito dell'iscrizione all'Albo nazionale gestori ambientali;

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

- per il trasporto dei propri rifiuti non pericolosi le imprese devono essere iscritte all'Albo nazionale gestori ambientali, con le procedure semplificate di cui al comma 8 dell'art. 212 del D.Lgs. 152/2006 così come modificato dal D.Lgs. 4/2008.

Nella Relazione dovranno pure essere descritte le modalità di gestione degli eventuali altri rifiuti che si prevede di produrre nel cantiere, precisando i flussi di produzione giornalieri o settimanali stimati, il luogo di destinazione, le modalità previste per lo smaltimento, (quali frequenza di trasporto dal cantiere, destinazione, ecc.). Eventuali variazioni delle modalità di gestione previste nella Relazione devono preventivamente essere comunicate alla Direzione Lavori per iscritto.

Tutti gli oneri connessi alle attività sopra descritte necessarie a dare evidenza della conformità delle attività previste alla legge e alle prescrizioni applicabili in materia ambientale, incluse quelle derivanti dal contratto, sono a carico dell'impresa e si intendono compensati nei prezzi offerti.

3.3.4 ULTERIORI ASPETTI RELATIVI ALLA GESTIONE DEL CONGLOMERATO BITUMINOSO FRESATO

Certificazioni analitiche

Qualora l'Impresa avvii il rifiuto alla attività di recupero di cui al D.M. 5.2.1998 e s.m.i., allegato 1, punto 7.6 lettera b) e lettera c) essa dovrà consegnare alla D.L. copia dei certificati di analisi, relativi al test di cessione eseguito secondo la normativa vigente, attestante il rispetto dei limiti vigenti. Nel caso in cui il fresato sia conferito in impianti autorizzati per l'attività di messa in riserva (R13) l'impresa non è tenuta ad effettuare alcun test di cessione ai sensi del succitato Decreto Ministeriale. L'impresa dovrà tuttavia darne comunicazione prima di dare corso all'attività di conferimento.

Tutti gli oneri connessi sono da ritenersi a carico dell'Impresa e si intendono compensati nei prezzi offerti.

Trasporto

Le parti convengono che come luogo di produzione dei rifiuti si intenda il cantiere in cui ha luogo l'attività di scarifica. A tale fine nel documento che accompagna il trasporto del rifiuto, il formulario d'identificazione, dovrà recare nelle annotazioni le progressive chilometriche relative al cantiere oggetto dell'intervento.

Le parti convengono pure che non potrà essere effettuata da parte dei mezzi che trasportano il fresato proveniente dai cantieri di Autostrada del Brennero il carico di ulteriori quantità di fresato provenienti da altri cantieri.

L'Impresa appaltatrice risponde anche dell'osservanza di tale clausola contrattuale da parte di terzi da essa incaricati.

Durante il trasporto il rifiuto deve essere accompagnato dal formulario di cui all'articolo 193 del D.Lgs. n.152/2006 e s.m.i..

Autocertificazione settimanale sul conglomerato bituminoso fresato gestito

Entro cinque giorni lavorativi dalla fine di ogni settimana con produzione del conglomerato bituminoso fresato, l'impresa deve fornire alla Direzione Lavori un'autocertificazione relativa al fresato gestito comprendente una tabella di sintesi per ciascun cantiere che riporti:

- per ogni singolo trasporto iniziato nel corso della settimana:
 - data partenza
 - n° formulario
 - destinazione;
 - quantità;
- la quantità totale allontanata nel corso della settimana;
- la quantità totale allontanata in precedenza dallo stesso cantiere;
- la quantità totale allontanata dal cantiere dall'inizio dei lavori;
- il numero di trasporti effettuati nel corso della settimana.

e munita in allegato di una fotocopia di tutti i formulari di identificazione dei trasporti effettuati nel corso della settimana, eventualmente distinti per cantiere se nel corso della settimana sono stati effettuati trasporti con provenienza da diversi cantieri.

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

Entro cinque giorni lavorativi dalla scadenza del termine di cui all'articolo 188, comma 3, lettera b) (tre mesi dalla data di conferimento dei rifiuti al trasportatore) l'impresa deve fornire alla Direzione Lavori fotocopia delle quarte copie controfirmate e datate in arrivo dal destinatario, di tutti i formulari di identificazione emessi, ordinate per cantiere di provenienza e per data.

Su richiesta della Direzione Lavori o del Committente, in qualsiasi momento, nel rispetto del principio di leale collaborazione, l'impresa deve esibire e se richiesta fornire copia di tutta la documentazione inerente la regolarità dal punto di vista della legislazione ambientale dei trasporti del fresato.

L'impresa appaltatrice risponde dell'osservanza delle clausole contrattuali da parte di terzi da essa incaricati. Tutti gli oneri connessi alle attività necessarie a rendere possibile il trasporto nel rispetto delle condizioni di legge e degli ulteriori patti contrattuali, sono a carico dell'impresa e si intendono compensati nei prezzi offerti.

Iscrizione all'Albo gestori ambientali per le operazioni di trasporto

L'articolo 212, comma 5 del D.Lgs. n.152/2006 e s.m.i. prevede che l'iscrizione all'Albo nazionale gestori ambientali è requisito per lo svolgimento (tra l'altro) dell'attività di trasporto di rifiuti non pericolosi (categoria 4).

Pertanto se l'impresa si avvale di terzi per il trasporto del fresato di conglomerato bituminoso, questi devono essere in possesso di tale iscrizione.

Per il trasporto dei propri rifiuti non pericolosi l'impresa appaltatrice deve essere iscritta all'Albo nazionale gestori ambientali secondo la procedura semplificata prevista dall'articolo 212, comma 8 del D.Lgs. 152/2006 così come modificato dal D.Lgs. 4/2008.

Al fine di semplificare il controllo, all'atto dell'istanza di autorizzazione all'esecuzione di lavori in presenza di traffico da inviare alla società Autostrada del Brennero, l'impresa per ciascun mezzo o gruppo di mezzi identificati dalle rispettive targhe, deve indicare se sarà adibito anche al trasporto di fresato o meno e se si deve allegare la copia dell'iscrizione all'Albo da parte del trasportatore dalla quale si devono poter evincere le targhe dei mezzi e i codici CER per i quali tali mezzi sono autorizzati, che devono includere il codice corrispondente al fresato di conglomerato bituminoso.

Su richiesta della Direzione Lavori o del Committente, in qualsiasi momento, nel rispetto del principio di leale collaborazione, l'impresa deve esibire e se richiesta fornire copia di tutta la documentazione inerente la regolarità dal punto di vista della legislazione ambientale dei mezzi adibiti ai trasporti del fresato.

L'impresa appaltatrice risponde anche dell'osservanza di tale clausola contrattuale da parte di terzi da essa incaricati.

Tutti gli oneri connessi alle attività necessarie a rendere possibile il trasporto nel rispetto delle condizioni di legge e degli ulteriori patti contrattuali, sono a carico dell'impresa e si intendono compensati nei prezzi offerti.

3.3.5 ULTERIORI ASPETTI AMBIENTALI

Batterie esauste; pile e accumulatori

1. Batterie al piombo

E' obbligatoria la raccolta e l'avvio a recupero delle batterie al piombo esauste.

Chiunque detiene batterie al piombo esauste o rifiuti piombosi è obbligato al loro conferimento al consorzio allo scopo formato direttamente o mediante consegna a soggetti incaricati del consorzio o autorizzati, secondo la normativa vigente, a esercitare le attività di gestione di tali rifiuti; (per l'elenco completo si veda sul sito Internet del COBAT www.cobat.it, voce "vita della batteria", sottovoce "raccolta- rete raccolta"; al momento di redazione i raccoglitori sono i seguenti: BZ F.Ili Santini, Bolzano; TN Armando Rigotti Autodemolizioni, Trento; VR Savio Pietro, Villafranca; MN Bandinelli SpA, Gazzuolo; RE AGAC, Reggio Emilia; MO Morotti SpA, Sassuolo).

Chiunque, in attesa del conferimento al consorzio, detenga batterie esauste, è obbligato a stoccare le batterie stesse in apposito contenitore dotato di adeguati sistemi di contenimento degli sversamenti e conforme alle disposizioni vigenti in materia di smaltimento dei rifiuti.

Imballaggi

L'impresa è responsabile della corretta gestione ambientale degli imballaggi e dei rifiuti di imballaggio generati dal consumo dei prodotti utilizzati all'interno del cantiere; è fatto assoluto divieto di bruciare in cantiere qualsiasi tipo di imballaggio qualunque ne sia la natura.

AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

Gli imballaggi devono essere necessariamente conferiti, dopo la selezione, ad un soggetto autorizzato alla raccolta dei rifiuti di imballaggio (gestore del servizio comunale o altro soggetto autorizzato alla raccolta dalle aziende).

Ulteriori prescrizioni

E' fatto assoluto divieto di eseguire operazioni di pulizia o di manutenzione dei mezzi che possano comportare lo sversamento sul terreno o sul piano stradale di oli, gasolio, benzina, solventi o altre sostanze pericolose. In caso di sversamenti accidentali l'impresa dovrà provvedere, a effettuare a propria cura e spese tutto quanto previsto dalla normativa vigente in materia di bonifica di siti inquinati (comprese le analisi sul terreno per caratterizzare la contaminazione e per dimostrare l'avvenuta bonifica) o comunque ordinato dall'autorità competente, tenendo indenne Autostrada del Brennero SpA da qualunque pretesa a riguardo. Sarà pure onere dell'impresa appaltatrice fornire alla Autostrada del Brennero SpA la documentazione comprovante la regolarità e la completezza, rispetto alla normativa vigente e alle prescrizioni dell'autorità, delle attività intraprese per bonificare il sito oggetto di sversamento, tenendo in ogni caso indenne Autostrada del Brennero SpA da richieste dell'autorità e da pretese di terzi.

Trento, gennaio 2024

gs/

Z:\Pavimentazioni\0_PUBLIC\24_38-24_Manut_Ord_Affi-Raccordo_A1\Segalla\38-24_2.2_Prescrizioni_tecniche_rev0.docx