

ANCE | UMBRIA



I NUOVI CAM E IL PREZZARIO REGIONALE

VENERDÌ 11 LUGLIO

Auditorium Confindustria Umbria
Via Palermo 80/A - PERUGIA

**CAM Strade: aspetti più rilevanti per Progettisti e Imprese
I nuovi conglomerati bituminosi e il riutilizzo di materiali
riciclati provenienti da impianti di trattamento**

Prof. Ing. Maurizio Bocci

Ordinario di Strade, Ferrovie e Aeroporti - Fuori Ruolo

maurizio.bocci@hotmail.com

I NUOVI CAM E IL PREZZIARIO REGIONALE
Auditorium Confindustria Umbria
Perugia, 11 luglio 2025

DM 05.08.2024

G.U. n. 197 del 23 agosto 2024

**CRITERI AMBIENTALI MINIMI PER L’AFFIDAMENTO
DEL SERVIZIO DI PROGETTAZIONE, ED ESECUZIONE
DEI LAVORI DI COSTRUZIONE, MANUTENZIONE E
ADEGUAMENTO DELLE INFRASTRUTTURE
STRADALI**

CAM Strade

Art. 3 - Il presente decreto entra in vigore dopo **centoventi**
giorni dalla pubblicazione nella *Gazzetta Ufficiale* della
Repubblica italiana (21 dicembre 2024).

AMBITO DI APPLICAZIONE

Le disposizioni del presente provvedimento **si applicano a tutti i contratti di appalto aventi per oggetto la prestazione di servizi di progettazione di infrastrutture, ossia includendo interventi di costruzione, manutenzione e adeguamento, e l'esecuzione di lavori**, come definiti all'art. 2, comma 1, lettere b) e d), dell'allegato I.1 del Codice dei Contratti pubblici.

...

Il progettista, nella relazione CAM di cui al criterio "2.2.1- Relazione CAM", fornisce la motivazione della non applicabilità o l'applicazione parziale di uno o più criteri ambientali contenuti in questo documento.

INDICAZIONI GENERALI PER LA STAZIONE APPALTANTE

Analisi del contesto, e dei fabbisogni

...

Definita l'opera più adatta a soddisfare le esigenze della stazione appaltante, si può procedere con l'elaborazione, internamente o esternamente all'amministrazione, degli elaborati progettuali che devono comprendere le tecniche di costruzione e di lavorazione dei materiali di cui ai presenti CAM tali da ridurre gli impatti ambientali e i rischi per la salute e la sicurezza dei lavoratori.

In particolare, il **progetto dell'intervento prevede il ricorso a materiali naturali vergini come scelta residuale, giustificata da caratteristiche specifiche dell'opera, riservata a quelle applicazioni per le quali sia dimostrata l'impossibilità tecnica di utilizzare materiali derivanti da operazioni di recupero o riciclo e sottoprodotti**. Le scelte progettuali, inoltre, dovrebbero essere fatte anche alla luce dei cambiamenti climatici in atto, quindi anche in previsione di un intensificarsi della forza e della frequenza degli eventi atmosferici critici.

INDICAZIONI GENERALI PER LA STAZIONE APPALTANTE

Competenze dei progettisti e della direzione lavori

La stazione appaltante deve assicurarsi che la progettazione e la direzione lavori degli interventi venga affidata a soggetti competenti ed esperti, con preparazione multidisciplinare, abilitati all'esercizio delle professioni, ai sensi di legge.

* * *

La verifica di tali competenze può essere dimostrata attraverso l'esame della formazione specialistica e dell'esperienza professionale maturata indicata nel curriculum vitae.

CRITERI PREMIANTI PER L’AFFIDAMENTO DEL SERVIZIO DI PROGETTAZIONE

Competenza tecnica del progettista

E’ attribuito un **punteggio premiante** all’operatore economico, prestatore di servizi di architettura e ingegneria che abbia competenze su uno o più dei seguenti temi, in relazione agli obiettivi del progetto:

- andamento plano-altimetrico del tracciato stradale;
- sicurezza delle infrastrutture stradali e relativi sistemi e dispositivi;
- progetto strutturale e funzionale delle pavimentazioni stradali;
- gestione e tecniche di manutenzione delle pavimentazioni stradali;
- materiali, naturali, artificiali e di riciclo, per il corpo stradale e per la pavimentazione;
- tecniche di utilizzo dei materiali riciclati, in particolare del conglomerato bituminoso di recupero; idraulica della piattaforma stradale e sistemi di smaltimento;
- sistemi di gestione ambientale;
- protocolli di sostenibilità energetico-ambientale;
- acustica ambientale;
- tecniche e tecnologie di cui ai criteri ambientali minimi del presente documento;
- progettazione paesaggistica
- aspetti naturalistici, paesaggistici, geologici, geotecnici, urbanistici.
- aspetti strutturali (se previsti).

Efficienza funzionale e durata della pavimentazione

Indicazioni alla stazione appaltante

Gli interventi di manutenzione possono essere di risanamento profondo (quando coinvolgono lo strato di base o di fondazione), di risanamento superficiale (rifacimento di binder e usura o della solo usura) o di riparazioni superficiali di emergenza.

Se l'intervento è realizzato in regime di emergenza la stazione appaltante deve provvedere, entro sei mesi dall'intervento, alla predisposizione di un progetto di manutenzione programmata sulla base delle specifiche tecniche contenute nel presente documento.

Criterio

Il progetto di pavimentazioni di nuove strade ed il progetto di risanamento profondo di pavimentazioni esistenti **deve avere come obiettivo una vita utile di venti anni**, cioè la pavimentazione deve essere in grado di sopportare il passaggio del numero di assi standard previsti per i primi venti anni di esercizio ad esclusione dello strato di usura (in quanto esso è fisiologicamente soggetto a decadimento funzionale in tempi più brevi).

In caso di risanamento superficiale, ossia di rifacimento di binder e usura o della solo usura, il progettista verifica che gli strati sottostanti, di base e fondazione, abbiano una adeguata portanza in relazione al carico di traffico in modo che l'intervento garantisca una durata teorica di almeno cinque anni.

Relazione CAM

Il progettista aggiudicatario elabora una Relazione CAM, conformemente a quanto previsto dall'art. 22, comma 4, lettera o) dell'allegato I.7 del decreto legislativo 31 marzo 2023, n. 36, prevista per il progetto esecutivo e dovrà essere redatta in forma preliminare fin dal progetto di fattibilità tecnico economica.

Tale relazione, per ogni criterio ambientale di cui al capitolo "2 Criteri per l'affidamento del servizio di progettazione di infrastrutture stradali", **descrive le scelte progettuali che garantiscono la conformità ai criteri, indica gli elaborati progettuali in cui sono rinvenibili i riferimenti ai requisiti relativi al rispetto dei criteri, dettaglia i requisiti dei materiali e dei prodotti da costruzione in conformità ai criteri e indica le tipologie di mezzi di prova** di cui al paragrafo "1.3.4 Verifica dei criteri ambientali e mezzi di prova" che l'esecutore dei lavori dovrà presentare alla direzione lavori.

Nella relazione CAM, il progettista aggiudicatario dà evidenza delle modalità di contestualizzazione delle specifiche tecniche alla tipologia di opere oggetto dell'affidamento e dei motivi di carattere tecnico o normativo che hanno portato all'eventuale applicazione parziale o mancata applicazione dei criteri ambientali minimi, come indicato nel paragrafo "1.1-Ambito di applicazione dei CAM ed esclusioni".

Sostenibilità ambientale dell'opera

Pavimentazioni chiare

Inoltre, per i **progetti di nuove strade** urbane di tipo F e F-bis è previsto l'impiego di soluzioni progettuali che conseguano un **indice di riflessione solare (Solar Reflectance Index, SRI) maggiore o uguale a 20** ...

Per le **aree di sosta o stazionamento, parcheggi, piste ciclabili, marciapiedi, piazze e di percorsi pedonali** è previsto, invece, l'impiego di soluzioni progettuali che conseguano un indice di riflessione solare (Solar Reflectance Index, SRI) **maggiore o uguale a 29**.

Per le **pavimentazioni stradali in galleria** è richiesta una valutazione tecnico-ambientale sull'opportunità di utilizzo di materiali che abbiano un **coefficiente medio di luminanza**, definito nella norma UNI 11248 – Illuminazione stradale - Selezione delle categorie illuminotecniche **non inferiore a 0,1**.



Anno 2012

Pavimentazioni chiare

Tecniche più utilizzate

- **BITUME PIGMENTATO**
- **VERNICI** (pavimentazioni bituminose verniciate)
- **BITUMI DEASFALTENATI** (albini)
- **RESINE TRASPARENTI**
- **ALTRI PRODOTTI POLIMERICI E BICOMPONENTI**

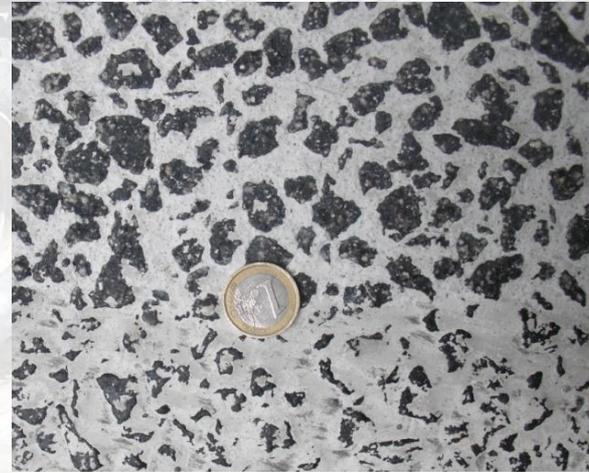
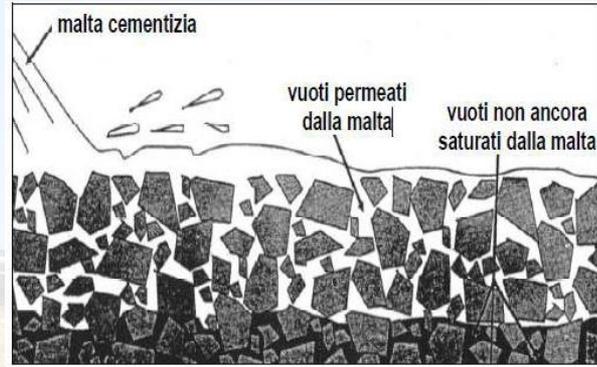


Bitume deasfaltato

Stesa nella galleria di NARANO (Provincia Bolzano)



Grouted macadam



Trattamenti superficiali con emulsione bituminosa



**emulsione
di bitume normale**



**emulsione di bitume
deasfaltato**

Temperatura di posa degli strati in conglomerato bituminoso

Indicazioni alla stazione appaltante

Tale criterio **non si applica** alle pavimentazioni chiare con indice SRI maggiore di 29, ai conglomerati bituminosi prodotti con bitumi modificati con elevate tenore di polimeri **maggiore del 6%** e alle miscele con leganti bituminosi epossidici.

Criterio

Per le **strade urbane e per le tratte di strade extraurbane poste a distanze inferiori ai 1000 m dai centri abitati**, delimitati così come previsto dall'articolo 5 del decreto del Presidente della Repubblica 16 dicembre 1992 n.495, "Regolamento di esecuzione e attuazione del codice della strada", **il progetto prevede una temperatura massima di posa delle miscele bituminose di 120°C (tecnologia dei conglomerati tiepidi).**



Temperatura di posa degli strati in conglomerato bituminoso

Nei seguenti casi la temperatura di posa **non supera i 140°C** :

- strati della pavimentazione per i quali siano richieste particolari prestazioni acustiche;
- strati della pavimentazione per i quali è previsto l'utilizzo di conglomerati bituminosi preparati con bitumi modificati oppure di conglomerati bituminosi additivati con *compound* polimerici.

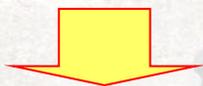
Oltre i 1000 metri dai centri abitati è consentita una temperatura di posa massima **di 150°C per conglomerati bituminosi con bitume normale, e di 165°C per conglomerati bituminosi prodotti con bitumi modificati** ad alta viscosità, di cui alla lettera b).



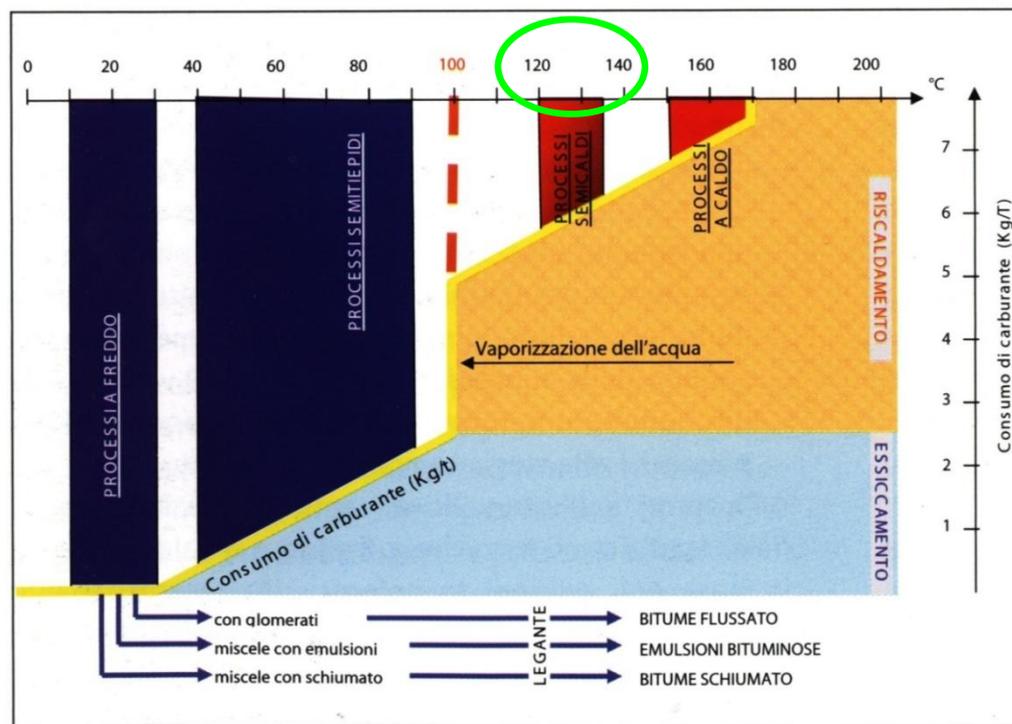
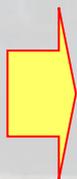
Tecnologia dei conglomerati tiepidi

Relazione tra temperatura e assorbimento di calore

Grazie alle nuove tecnologie si possono ottenere le stesse prestazioni delle miscele tradizionali ma a temperature molto inferiori



Si può procedere ad una suddivisione in funzione della temperatura di miscelazione



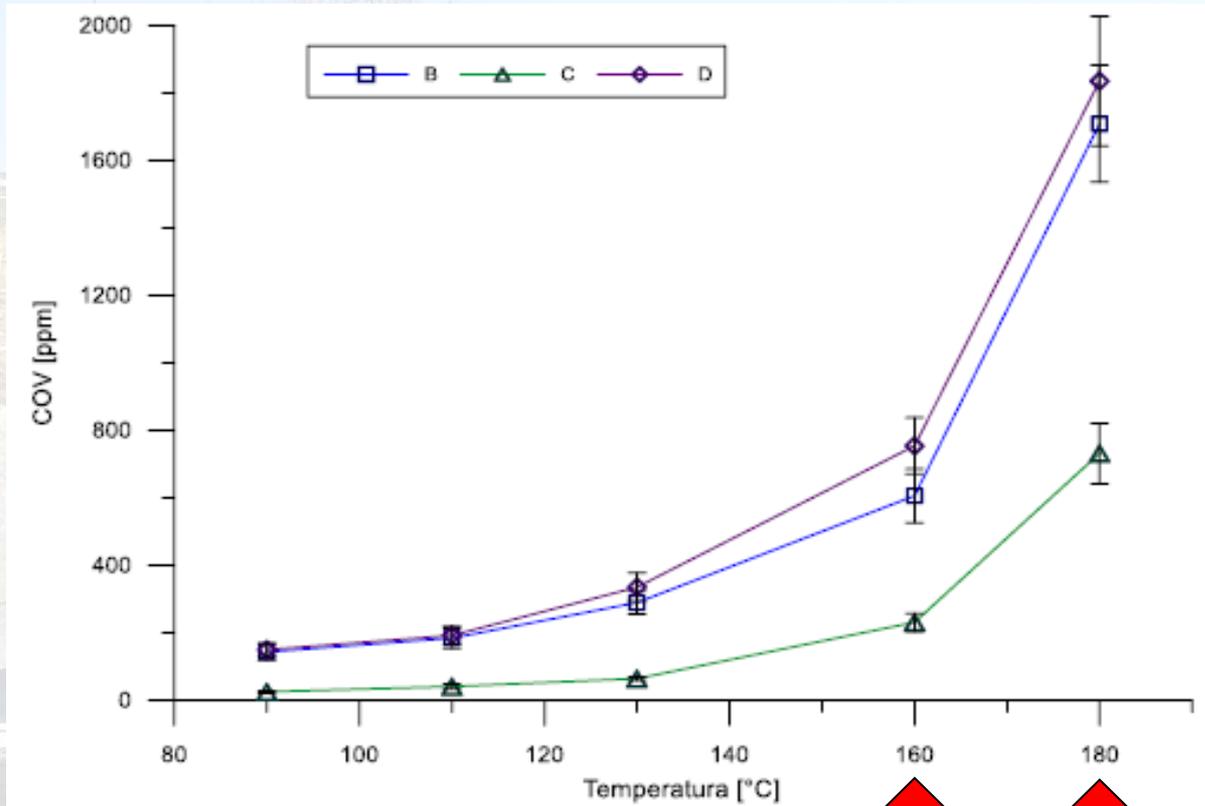
Tecnologia dei conglomerati tiepidi

Vantaggi

- diminuzione del consumo d'energia
- riduzione delle emissioni dei gas inquinanti
- diminuzione dei fumi e delle polveri durante i processi di produzione e posa in opera
- minore invecchiamento del legante
- riduzione dei tempi di attesa per l'apertura al traffico
- estensione del periodo lavorativo anche nelle stagioni meno calde
- copertura di maggiori distanze di trasporto del materiale dagli impianti di produzione



Composti organici volatili

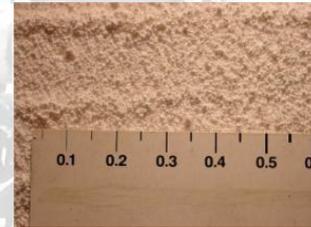


F. Autelitano, Tesi di dottorato, 2017

Tecnologia dei conglomerati tiepidi

- ✔ **I metodi che utilizzano l'additivazione con fluidificanti per il bitume:**
 - ✔ cere paraffiniche
 - ✔ additivi chimici «bagnanti»
 - ✔ bitumi appositamente formulati

- ✔ **I metodi che utilizzano la formazione di schiuma di bitume:**
 - ✔ additivazione con zeoliti
 - ✔ inserimento di sabbie bagnate nel mescolatore
 - ✔ schiuma di bitume



Tecnologia dei conglomerati tiepidi

**temperatura
alla compattazione 117 °C
vuoti residui 6%**



Provincia di Bolzano - SS 242 Val Gardena - Passo Sella

Emissione acustica delle pavimentazioni

Indicazioni alla stazione appaltante

Il presente criterio si applica alle miscele per **strati di usura di tipo chiuso** (come definito dalla norma UNI EN 13108) installate sia su strade della rete primaria (**categoria A – B - D del Codice della Strada** – D.Lgs 285/92 aggiornato alla Legge n°197 del 29-12-22) che su strade di altre categorie nei tratti interessati dall'attuazione dei Piani di Contenimento ed Abbattimento del Rumore (PCAR) previsti dalla Legge Quadro 447/95 e successivi Decreti Attuativi.

La velocità di prova viene indicata dalla stazione appaltante secondo criteri di rappresentatività della misura e dovrebbe essere pari, ove possibile, al limite massimo consentito per la strada indagata o alternativamente a velocità inferiore per ragioni tecniche o necessarie a garantire la sicurezza degli operatori e degli utenti.

La stazione appaltante ha facoltà di chiedere la conformità a tale criterio anche per le strade di categoria C1 ed anche di utilizzare il corrispondente criterio premiante "3.2.7-Emissione acustica delle pavimentazioni.

La stazione appaltante ha facoltà di chiedere la conformità a tale criterio anche per le miscele di tipo poroso o semi poroso o di utilizzare il corrispondente criterio premiante "3.2.7-Emissione acustica delle pavimentazioni.

Emissione acustica delle pavimentazioni

Criterio

Il progetto prevede che, nel caso di realizzazione di nuove strade, manutenzione straordinaria o adeguamento, si utilizzino miscele per strati di usura aventi prestazioni acustiche tali da contenere il rumore da rotolamento immesso nell'ambiente circostante.

A tal fine, la miscela deve garantire, fatte salve le prestazioni meccaniche e funzionali dello strato di usura necessarie per la sicurezza, un livello di emissione acustica L_{CPX} , rilevabile con il metodo Close Proximity (CPX) secondo la norma UNI EN ISO 11819-2, inferiore ai valori limite espressi nella seguente tabella:



Velocità in km/h	40	50	60	70	80	90	110	130
L_{CPX} limite in dB(A)	88,0	91,0	93,5	96,0	97,5	99,0	101,5	103,5

Misura del rumore di rotolamento



Metodo CPX

Provincia Autonoma di Bolzano

Punto di misura 1

Punto di misura 2

Punto di misura 3



Misure con fonometri

Risultati delle misure del rumore – Provincia di Bolzano

Punto di misura 1 - km 170,712 asphalt rubber

Caratteristiche fonoassorbenti...	...con Fonometro (diurno) [dB (A)]	...con Fonometro (notturno) [dB (A)]	...con CPX 50km/h [dB (A)]	...con CPX 80km/h [dB (A)]	Resistenza di attrito [BPN]	Macrorugosità [mm]
Prima della stesa	66,6	59,5	90,2 ± 0,5 *	97,4 ± 1,0 *	65	1,67
Dopo la stesa (sett. 29)	61,1	53,1	85,6 ± 0,5 **	91,6 ± 0,7 **	57	1,49
Dopo la stesa (sett. 35)	62,4	54,1	/	/	/	/
1 anno dopo la stesa			87,5 ± 0,9**	93,6 ± 1,1 **	66	1,51

Punto di misura 2 - km 170,390 splittmastix

Caratteristiche fonoassorbenti...	...con Fonometro (diurno) [dB (A)]	...con Fonometro (notturno) [dB (A)]	...con CPX 50km/h [dB (A)]	...con CPX 80km/h [dB (A)]	Resistenza di attrito [BPN]	Macrorugosità [mm]
Prima della stesa	69,8	62,7	90,2 ± 0,5 *	97,4 ± 1,0 *	60	1,67
Dopo la stesa (sett. 29)	67,6	60,2	88,6 ± 0,5**	95,1 ± 1,0**	56	1,40
Dopo la stesa (sett. 35)	68,4	60,3	/	/	/	/
1 anno dopo la stesa			90,3 ± 0,7 **	97,0 ± 0,9 **	61	0,87

Punto di misura 3 - km 169,627 asphalt rubber

Caratteristiche fonoassorbenti...	...con Fonometro (diurno) [dB (A)]	...con Fonometro (notturno) [dB (A)]	...con CPX 50km/h [dB (A)]	...con CPX 80km/h [dB (A)]	Resistenza di attrito [BPN]	Macrorugosità [mm]
Prima della stesa	72,5	65,2	90,2 ± 0,5 *	97,4 ± 1,0 *	65	1,21
Dopo la stesa (sett. 29)	66,2	58,5	85,6 ± 0,5 **	91,6 ± 0,7 **	54	1,12
Dopo la stesa (sett. 35)	68,1	61,2	/	/	/	/
1 anno dopo la stesa			87,7 ± 0,7 **	94,0 ± 0,9 **	66	1,40

Velocità in km/h	40	50	60	70	80	90	110	130
L _{CPX} limite in dB(A)	88,0	91,0	93,5	96,0	97,5	99,0	101,5	103,5

Riutilizzo del conglomerato bituminoso di recupero

Criterio

Per gli interventi di **risanamento profondo che includono lo strato di fondazione, il progettista adotta soluzioni tecniche tali da consentire l'utilizzo di almeno il 70% in volume di materia recuperata, riciclata o di sottoprodotti**, riferito al peso del prodotto finito, secco su secco. Per gli interventi di risanamento profondo che non includono lo strato di fondazione, valgono le prescrizioni di cui al criterio "2.4.1-Circolarità dei prodotti da costruzione".

L'obiettivo del 70% di materia riciclata può essere perseguito con la stabilizzazione dello strato di fondazione e con il riutilizzo del conglomerato bituminoso di recupero nella produzione dei conglomerati bituminosi a caldo, nella realizzazione di strati di base a freddo e di strati di fondazione stabilizzati con cemento ed emulsione bituminosa o bitume schiumato.

Nelle tecniche di riciclaggio a freddo (base a freddo e strati di fondazione stabilizzati con cemento ed emulsione bituminosa o bitume schiumato) che prevedono la miscelazione in sito mediante macchine stabilizzatrici può essere impiegato direttamente il fresato proveniente dalla demolizione della pavimentazione esistente.

Qualora sia prevista la miscelazione mediante impianti mobili o impianti fissi deve essere impiegato granulato di conglomerato bituminoso eventualmente integrato con aggregati naturali o di materia recuperata, riciclata o di sottoprodotti.

SPECIFICHE TECNICHE PER I PRODOTTI DA COSTRUZIONE

Circularità dei prodotti da costruzione

Criterio

Il progetto di nuova costruzione **e di manutenzione** di strade prevede l'impiego di prodotti da costruzione con un contenuto minimo di materia recuperata, riciclata o di sottoprodotti, riferito al peso del prodotto finito (secco su secco), secondo le percentuali minime di seguito indicate, garantendo complessivamente le stesse prestazioni ottenibili con materiali di primo impiego. Nel caso di interventi su strade esistenti, la materia recuperata proviene, per quanto possibile dallo stesso corpo stradale **o dalla pavimentazione** oggetto di intervento. Le percentuali minime indicate nelle seguenti tabelle si intendono come somma dei contributi dati dalle singole frazioni utilizzate.

Corpo stradale

Bonifica del piano di posa del rilevato	≥ 70%
Corpo del rilevato	≥ 70%
Sottofondo	≥ 70%

Circularità dei prodotti da costruzione

Strati di fondazione o base in pavimentazioni flessibili e semirigide

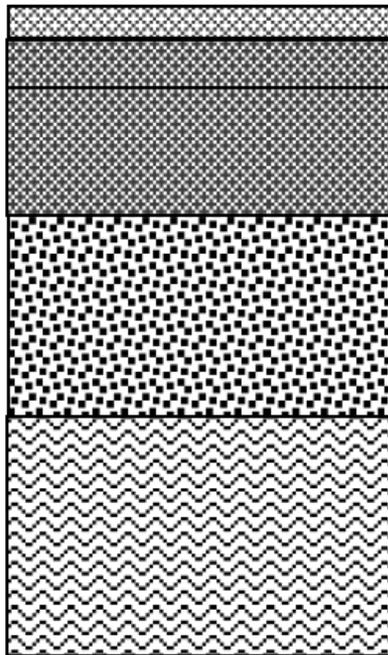
Fondazione in misto granulare non legato	≥ 50%
Fondazione in misto granulare legato (con legante idraulico o legante idrocarburico)	≥50%
Misto cementato	≥50%

I NUOVI CAM E IL PREZZIARIO REGIONALE

Auditorium Confindustria Umbria

Perugia, 11 luglio 2025

Per gli interventi di **risanamento profondo che includono lo strato di fondazione**, il progettista adotta soluzioni tecniche tali da consentire l'utilizzo di **almeno il 70% in volume di materia recuperata, riciclata o di sottoprodotti**



Tappeto drenante: 4 cm

Binder (conglomerato bituminoso con bitume modificato): 6 cm

Base (conglomerato bituminoso con bitume modificato): 15 cm

Fondazione con materiali recuperati (fresato di conglomerato bituminoso e misto cementato della pavimentazione esistente) stabilizzati con cemento ed emulsione bituminosa sovrastabilizzata: 25 cm

Sottofondazione con materiali esistenti stabilizzati a calce e cemento: 30 cm

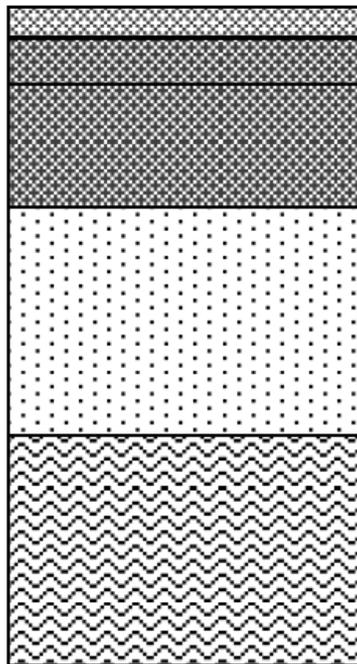
Progetto di risanamento della pavimentazione della A22 Autostrada del Brennero

I NUOVI CAM E IL PREZZIARIO REGIONALE

Auditorium Confindustria Umbria

Perugia, 11 luglio 2025

Per gli interventi di **risanamento profondo che includono lo strato di fondazione**, il progettista adotta soluzioni tecniche tali da consentire l'utilizzo di **almeno il 70% in volume di materia recuperata, riciclata o di sottoprodotti**



Tappeto drenante: 4 cm

Binder (conglomerato bituminoso con bitume modificato): 6 cm

Base (conglomerato bituminoso con bitume modificato): 16 cm

Fondazione con materiali recuperati (misto cementato e misto granulare della pavimentazione esistente) stabilizzati a cemento: 30 cm

Sottofondazione con materiali esistenti stabilizzati a calce e cemento: 30 cm

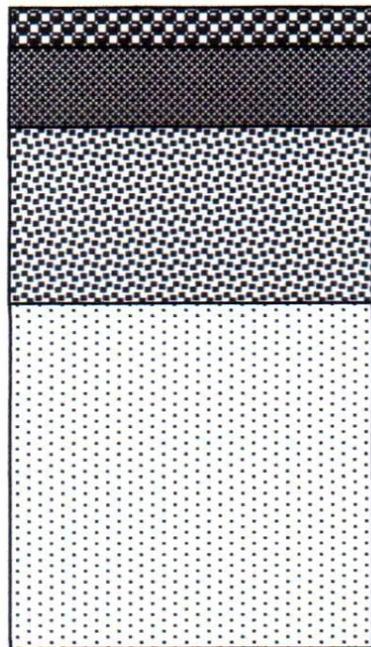
Progetto di risanamento della pavimentazione della A22 Autostrada del Brennero

I NUOVI CAM E IL PREZZIARIO REGIONALE

Auditorium Confindustria Umbria

Perugia, 11 luglio 2025

Per gli interventi di **risanamento profondo che includono lo strato di fondazione**, il progettista adotta soluzioni tecniche tali da consentire l'utilizzo di **almeno il 70% in volume di materia recuperata, riciclata o di sottoprodotti**



Usura drenante: 4 cm

Binder (conglomerato bituminoso con bitume modificato hard): 8 cm

Base a freddo con emulsione di bitume modificato: 18 cm

Fondazione stabilizzata a cemento: 35 cm

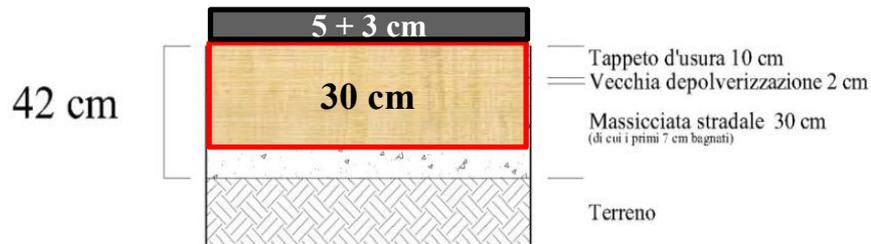
Progetto di risanamento della pavimentazione del tratto Umbro della E45 - ANAS Perugia

I NUOVI CAM E IL PREZZIARIO REGIONALE

Auditorium Confindustria Umbria
Perugia, 11 luglio 2025

Per gli interventi di **risanamento profondo che includono lo strato di fondazione**, il progettista adotta soluzioni tecniche tali da consentire l'utilizzo di **almeno il 70% in volume di materia recuperata, riciclata o di sottoprodotti**

Saggio S2
Km.4+170



Progetto di risanamento della pavimentazione della SP23 Provincia di Macerata

SPECIFICHE TECNICHE PER I PRODOTTI DA COSTRUZIONE

Circolarità dei prodotti da costruzione

Criterio

Il progetto di **nuova costruzione** e di **manutenzione** di strade prevede l'impiego di prodotti da costruzione con un **contenuto minimo di materia recuperata, riciclata o di sottoprodotti**,

Bonifica del piano di posa del rilevato	≥ 70%
Corpo del rilevato	≥ 70%
Sottofondo	≥ 70%
Fondazione in misto granulare non legato	≥ 50%
Fondazione in misto granulare legato (con legante idraulico o legante idrocarburico)	≥ 50%
Misto cementato	≥ 50%

Aggregati di riciclo tipo C&D



Utilizzo del fresato nel corpo del rilevato

norma UNI 11531-1/2024

Miscele non legate di aggregati riciclati		Impieghi					
		Colmate/dune/rimodellazioni/ rinterri		Corpo del rilevato		Sottofondo	
Caratteristica	Norma di prova	Requisito	Frequenza minima di prova in fase di stesa	Requisito	Frequenza minima di prova in fase di stesa	Requisito	Frequenza minima di prova in fase di stesa
Contenuto di frammenti di conglomerati cementizi, manufatti in calcestruzzo, malte, elementi lapidei naturali anche derivanti da murature, sfridi di cava o pietrisco tolto d'opera, materiali legati idraulicamente, vetro.	UNI EN 13242 UNI EN 933-11	$R_{cug_{50}}$	20 000 m ³	$R_{cug_{50}}$	5 000 m ³	$R_{cug_{70}}$	2 000 m ³
Contenuto di vetro	UNI EN 13242 UNI EN 933-11	-		$R_{g_{5-}}$	5 000 m ³	$R_{g_{5-}}$	2 000 m ³
Contenuto di materiali bituminosi	UNI EN 13242 UNI EN 933-11	-		$R_{a_{40-}}$	5 000 m ³	$R_{a_{30-}}$	2 000 m ³
Contenuto di materiale galleggiante: carta, legno, fibre tessili, cellulosa, residui	UNI EN 13242 UNI EN 933-11	FL_{10-}	20 000 m ³	FL_{10-}	5 000 m ³	FL_{5-}	2 000 m ³

Utilizzo del fresato negli strati di fondazione

norma UNI 11531-1/2024

Miscele non legate di aggregati riciclati		Impieghi					
		Strato anticapillare		Fondazione non legata		Base non legata	
Caratteristica	Norma di riferimento Metodo di prova	Requisito	Frequenza minima di prova in fase di stesa	Requisito	Frequenza minima di prova in fase di stesa	Requisito	Frequenza minima di prova in fase di stesa
Solfato solubile in acqua	UNI EN 13242 UNI EN 1744-1	$SS_{0,7}$	1 000 m ³	$SS_{0,7}$	1 000 m ³	$SS_{0,7}$	1 000 m ³
Contenuto di frammenti di conglomerati cementizi, manufatti in calcestruzzo, malte, elementi lapidei naturali anche derivanti da murature, sfridi di cava o pietrisco tolto d'opera, di materiali legati idraulicamente, vetro.	UNI EN 13242 UNI EN 933-11	$R_{cu_{70}}$	1 000 m ³	$R_{cu_{90}}$	1 000 m ³	$R_{cu_{90}}$	1 000 m ³
Contenuto di vetro	UNI EN 13242 UNI EN 933-11	$R_{g_{5-}}$	1 000 m ³	$R_{g_{5-}}$	1 000 m ³	$R_{g_{5-}}$	1 000 m ³
Contenuto di materiali bituminosi	UNI EN 13242 UNI EN 933-11	$R_{a_{30-}}$	1 000 m ³	$R_{a_{30-}}$	1 000 m ³	$R_{a_{1-}}$	1 000 m ³
Contenuto di materiale galleggiante: carta, legno, fibre tessili, cellulosa, residui alimentari, polistirolo, sostanze organiche eccetto bitume,	UNI EN 13242 UNI EN 933-11	FL_{5-}	1 000 m ³	FL_{5-}	1 000 m ³	FL_{5-}	1 000 m ³

Utilizzo del fresato nel misto cementato

norma UNI 11531-2

Aggregati riciclati		Impieghi	
		Fondazione	Base
Caratteristica	Norma di prova	Requisito	Requisito
Contenuto di Calcestruzzo, prodotti di calcestruzzo, malta, elementi di muratura di calcestruzzo, aggregato non legato, pietra naturale, aggregato legato idraulicamente, vetro	UNI EN 933-11	Rcug ₇₀	Rcug ₉₀
Materiali bituminosi	UNI EN 933-11	Ra _{30.}	Ra _{1.}
Contenuto di elementi di muratura di argilla (mattoni e piastrelle), elementi di muratura di silicato di calcio, calcestruzzo aerato non flottante	UNI EN 933-11	Rb _{10.}	
Contenuto di vetro	UNI EN 933-11	Rg _{2.}	
Contenuto di materiale flottante	UNI EN 933-11	FL _{5.}	
Contenuto di materiale coesivo (argilla e terra), metalli (ferrosi e non ferrosi), legno non flottante	UNI EN 933-11	X _{1.}	

2.3.1 Circolarità dei prodotti da costruzione

Strati in conglomerato bituminoso per pavimentazioni flessibili e semirigide

Conglomerati con bitumi normali	
Base o Base/binder	≥ 35%
Collegamento o Binder	≥ 30%
Usure chiuse	≥ 15%

Conglomerati con bitumi modificati con polimeri oppure conglomerati bituminosi additivati con compound polimerici	
Base o Base/binder	≥ 25%
Collegamento o Binder	≥ 20%
Usure chiuse e drenanti	≥ 10%

Percentuali non riferite al solo fresato

Resistenza a trazione indiretta (UNI EN 12697-23)

Prescrizioni del Capitolato ANAS

I due parametri di riferimento sono Rt (resistenza a trazione indiretta) e CTI (coefficiente di trazione indiretta):

	Miscele con bitume TQ	Miscele con bitume HD
Rt (GPa x 10-3)	0,72 - 1,40*	0,95 - 1,70*
CTI (GPa x 10-3)	≥ 60	≥ 70

* Nei casi in cui la prova di trazione indiretta viene eseguita su miscele sfuse di conglomerato bituminoso prelevate in cantiere e successivamente riscaldate in laboratorio, il valore massimo di Rt è aumentato di 0,25.

CAM STRADE

Circolarità dei prodotti da costruzione

Strati in conglomerato bituminoso per pavimentazioni flessibili e semirigide

Le percentuali minime indicate nelle precedenti tabelle si intendono come somma dei contributi dati dalle singole frazioni utilizzate.

Nei conglomerati bituminosi a caldo, con bitumi normali e con bitumi modificati, l'utilizzo di granulato di conglomerato bituminoso in quantità superiore alle percentuali minime indicate nelle tabelle, a prescindere dall'impiego di altre tipologie di materia recuperata, riciclata o di sottoprodotti, non deve incidere negativamente sugli aspetti prestazionali e su quelli funzionali della pavimentazione.

Per il raggiungimento di prestazioni non inferiori a quelle di progetto possono essere utilizzati impianti di produzione adeguati o tecnologie innovative, additivi, leganti bituminosi appositamente formulati e qualsiasi altro prodotto in grado di compensare l'eventuale riduzione della prestazione provocata dall'impiego di una maggiore quantità di granulato. Il progetto prevede che l'impresa presenti, unitamente allo studio della miscela, una relazione che descrive i materiali e le tecnologie proposte.

Tale relazione deve illustrare le specifiche tecnologie produttive ed esecutive e i materiali che si intendono impiegare e deve essere corredata da documentazione tecnico-scientifica, studi di laboratorio e applicazioni in vera grandezza atti a dimostrare che il maggior quantitativo di granulato di conglomerato bituminoso non incide negativamente sulla vita utile della pavimentazione, cioè che la miscela proposta deve avere prestazioni non inferiori a quelle del progetto a base di gara ...

I NUOVI CAM E IL PREZZIARIO REGIONALE
Auditorium Confindustria Umbria
Perugia, 11 luglio 2025

Sperimentazione bitume ad elevato contenuto di polimeri **UNIVPM – Provincia Autonoma di Bolzano**



SS 49 della Val Pusteria - Nuovo svincolo con la SS 244 della Val Badia

Bitume ad elevato contenuto di polimeri

Caratteristiche	Proprietà	Metodo	U.d.M.	Prestazione	Classe
Consistenza alle temperature intermedie di servizio	Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	dmm	25-55	3
Consistenza alle temperature elevate di servizio	Punto di Rammollimento P.A.	UNI EN 1427	°C	> 85	2
Coesione	Force Ductility Test a 10°C	UNI EN 13589 UNI EN 13703	J/cm ²	> 5.0	7
	Variazione di massa	-	%	< 0.5	3
Resistenza all'invecchiamento a breve termine RTFOT EN12607-1	Penetrazione a 25°C residua	UNI EN 1426	%	> 80	7
	Incremento del punto di rammollimento P.A.	UNI EN 1427	°C	< 5.0	2
	MSCR @60°C - J _{NIR, 3.2kPa}	UNI EN 16659	kPa ⁻¹	< 0.10	
	MSCR @60°C - R _{3.2kPa}	UNI EN 16659	%	> 75	
	Permanent deformation (T=G' / sen δ > 2.2kPa)	EN 14770	°C	> 85	
Resistenza all'invecchiamento a lungo termine RTFOT+PAV EN12607-1 EN14769	Fatigue cracking (T=G' / sen δ < 5000 kPa)	EN 14770	°C	< 16	
	Low temperature cracking (BBR T=S ≤ 300 MPa)	EN 14771	°C	< -24	
Inflamabilità	Flash point	EN ISO 2592	°C	250	2
Viscosità dinamica	Viscosità a 160°C	UNI EN 13302	Pa.s	< 0.90	
Recupero di deformazione	Ritorno Elastico a 25°C.	UNI EN 13398	%	95	2
Stabilità allo stoccaggio EN13399	Δ Punto di rammollimento.	UNI EN 1427	°C	5	2
	Δ Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	°C	9	2

Sperimentazione bitume ad elevato contenuto di polimeri

UNIVPM – Provincia Autonoma di Bolzano

Anno 2021

confronto **3 diversi conglomerati bituminosi tipo binder**

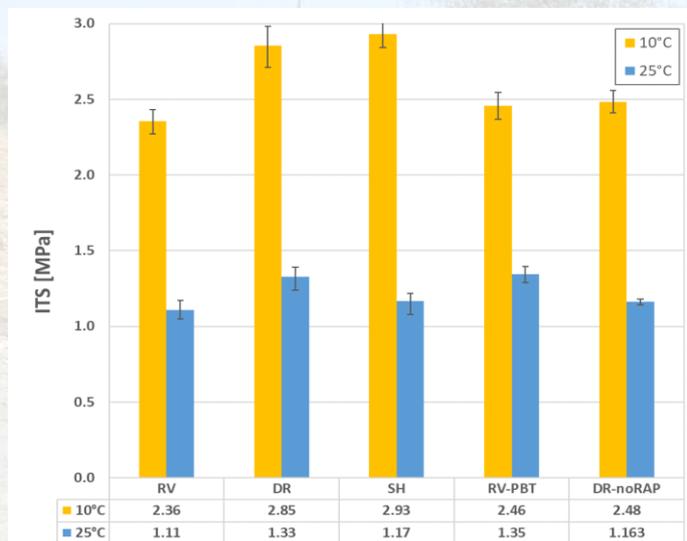
- DR: conglomerato con il 20% fresato con bitume modificato hard (usuale) e additivo rigenerante
- SH: conglomerato con il 20% fresato con bitume modificato hard – plus e additivo rigenerante
- RV: conglomerato con il 40% fresato con bitume modificato hard rigenerante

Anno 2022

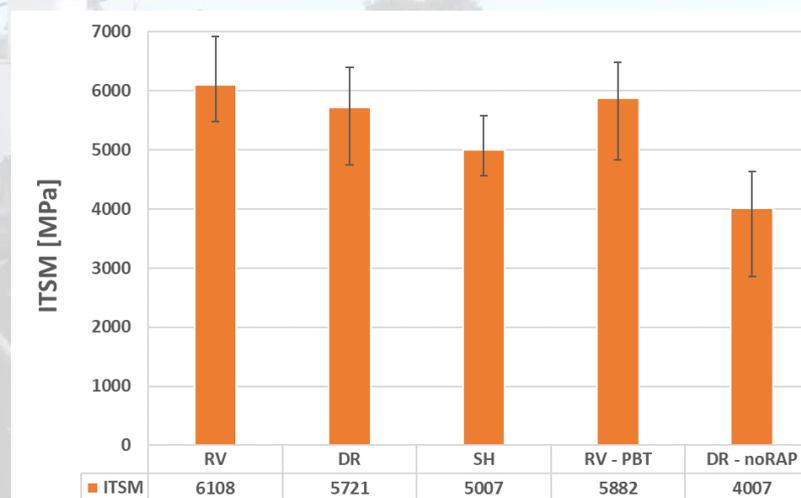
confezionate e stese altre **2 miscele tipo binder**

- RVPBT: conglomerato con il 40% fresato con bitume modificato hard plus, rigenerante
- DR - noRAP: conglomerato senza fresato con bitume modificato hard

Sperimentazione bitume ad elevato contenuto di polimeri UNIVPM – Provincia Autonoma di Bolzano



Resistenza a Trazione Indiretta ITS



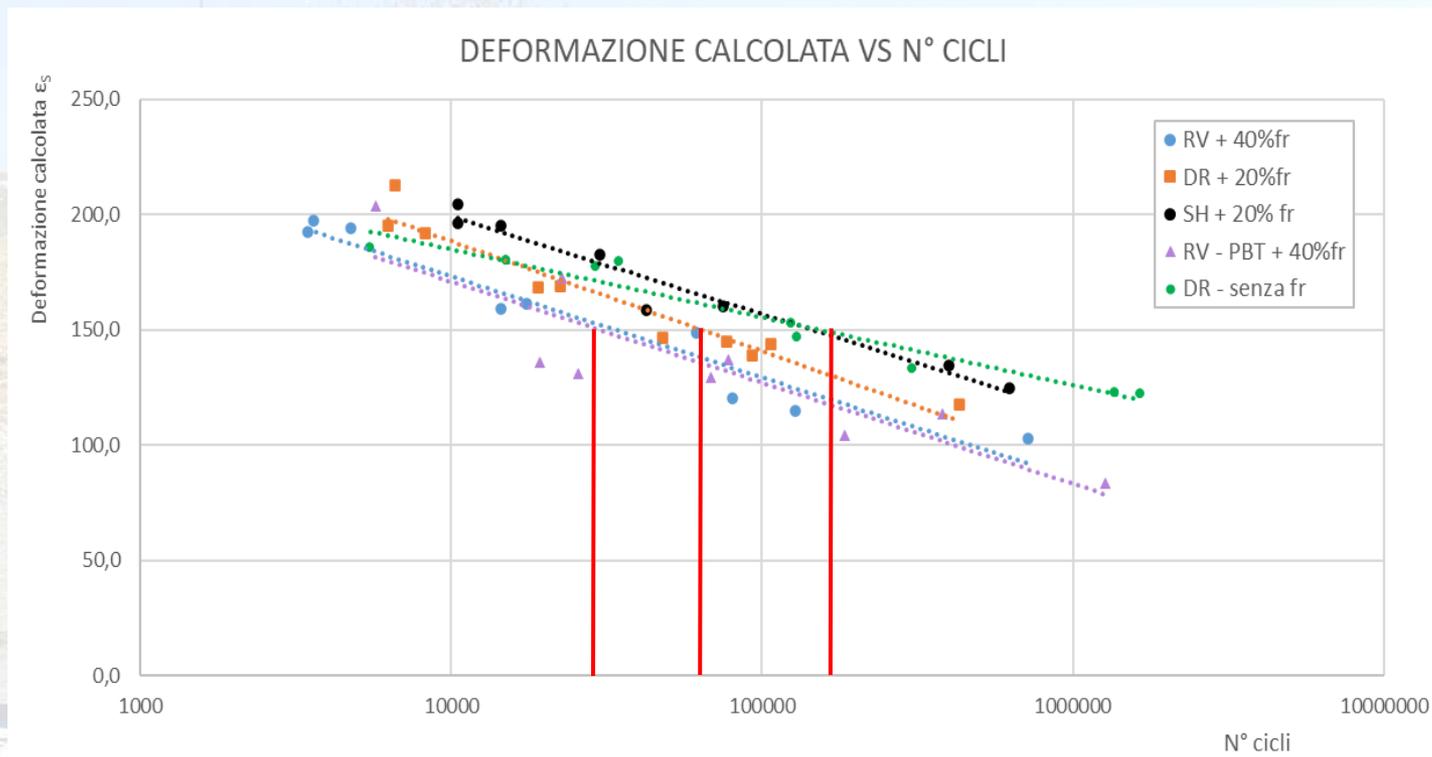
Modulo di Rigidezza a Trazione Indiretta (ITSM)

I NUOVI CAM E IL PREZZIARIO REGIONALE

Auditorium Confindustria Umbria

Perugia, 11 luglio 2025

Sperimentazione bitume ad elevato contenuto di polimeri UNIVPM – Provincia Autonoma di Bolzano



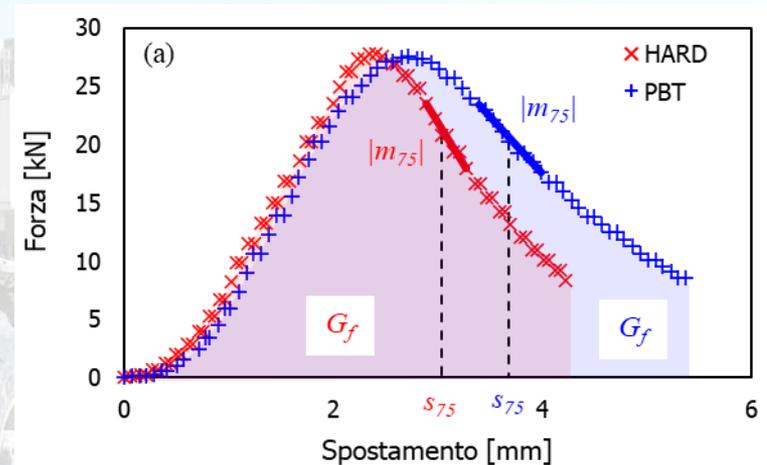
Prove di fatica per Trazione Indiretta (2021 + 2022)

CT-index

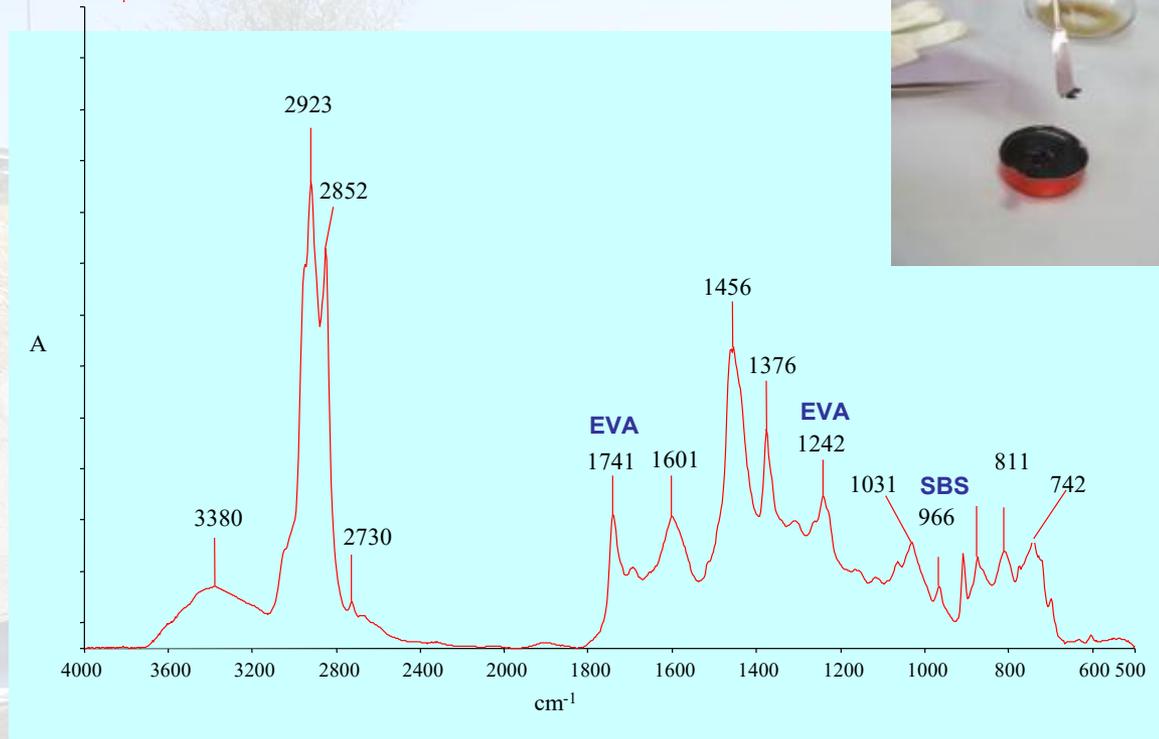
Il CT-index è un indicatore della fragilità del conglomerato bituminoso ottenuto dal grafico forza-spostamento della prova di rottura a Trazione Indiretta.

La maggiore area sottesa dalla curva (G_f), la minore pendenza nella fase post-rottura ($|m_{75}|$) e la maggiore deformazione sopportata a parità di forza imposta (s_{75}) denotano un'elevata resistenza alla fessurazione, sia termica che da fatica.

Valori elevati del CT-index indicano una minore fragilità del conglomerato bituminoso



Individuazione del contenuto di SBS Spettroscopia all'infrarosso



2.3.1 Circolarità dei prodotti da costruzione

Strati in conglomerato bituminoso per pavimentazioni flessibili e semirigide

Conglomerati con bitumi normali	
Base o Base/binder	≥ 35%
Collegamento o Binder	≥ 30%
Usure chiuse	≥ 15%

Conglomerati con bitumi modificati con polimeri oppure conglomerati bituminosi additivati con compound polimerici	
Base o Base/binder	≥ 25%
Collegamento o Binder	≥ 20%
Usure chiuse e drenanti	≥ 10%

Percentuali non riferite al solo fresato

2.3.1 Circolarità dei prodotti da costruzione

NON SOLO FRESATO ... ma anche aggregati artificiali



**Sabbie da
incenerimento RFU**



**Scorie
di acciaieria**

Norme tecniche di Capitolato

Binder a caldo con bitume normale

Nei **conglomerati bituminosi tipo binder con bitume normale** la quantità, in peso, di materia recuperata, riciclata o di sottoprodotti, riferita al totale della miscela degli aggregati, **non deve essere inferiore al 30%** (DM 05.08.2024 – CAM Strade).

Ai fini del raggiungimento del contenuto minimo di materia recuperata, riciclata o di sottoprodotti (30%) previsto al paragrafo 2.3.1 “*Circolarità dei prodotti da costruzione*” del DM 05.08.2024 (CAM Strade), oltre al granulato di conglomerato bituminoso **possono essere utilizzati aggregati artificiali e/o di riciclo, grossi e fini, purché conformi** alle normative ambientali vigenti e alle caratteristiche previste per gli aggregati lapidei di primo impiego riportate nelle tabelle A.1 e A.2.

La percentuale in peso di granulato di conglomerato bituminoso, riferita al totale della miscela degli aggregati, nei conglomerati tipo binder con bitume normale **non deve essere maggiore di 35**.

L’Impresa può proporre alla Direzione Lavori l’impiego di una quantità di granulato di conglomerato bituminoso superiore al 35% a condizione che vengano utilizzati impianti di produzione adeguati o tecnologie innovative, additivi, leganti bituminosi appositamente formulati e qualsiasi altro prodotto in grado di compensare l’eventuale riduzione della prestazione provocata dall’impiego di una maggiore quantità di **conglomerato bituminoso di recupero**. In questo caso l’Impresa, unitamente allo studio della miscela, deve presentare una Relazione CAM che descrive i materiali e le tecnologie proposte. Tale relazione deve illustrare le specifiche tecnologie produttive ed esecutive e i materiali che si intendono impiegare e deve essere corredata da documentazione tecnico-scientifica, studi di laboratorio e applicazioni in vera grandezza atti a dimostrare che il maggior quantitativo di granulato di conglomerato bituminoso non incide negativamente sulla vita utile della pavimentazione, cioè che la miscela proposta deve avere prestazioni non inferiori a quelle del progetto a base di gara e deve rispettare tutti i requisiti prestazionali imposti dalle specifiche norme tecniche.

Norme tecniche di Capitolato Binder a caldo con bitume modificato

Nei **conglomerati bituminosi tipo binder con bitume modificato** la quantità, in peso, di materia recuperata, riciclata o di sottoprodotti, riferita al totale della miscela degli aggregati, **non deve essere inferiore al 20%** (DM 05.08.2024 – CAM Strade).

Ai fini del raggiungimento del contenuto minimo di materia recuperata, riciclata o di sottoprodotti (20%) previsto al paragrafo 2.3.1 “*Circularità dei prodotti da costruzione*” del DM 05.08.2024 (CAM Strade), oltre al granulato di conglomerato bituminoso **possono essere utilizzati aggregati artificiali e/o di riciclo, grossi e fini, purché conformi** alle normative ambientali vigenti e alle caratteristiche previste per gli aggregati lapidei di primo impiego riportate nelle tabelle A.1 e A.2.

La percentuale in peso di granulato di conglomerato bituminoso, riferita al totale della miscela degli aggregati, nei conglomerati tipo binder con bitume modificato **non deve essere maggiore di 20**.

L’Impresa può proporre alla Direzione Lavori l’impiego di una quantità di granulato di conglomerato bituminoso superiore al 20% a condizione che venga utilizzato un legante bituminoso con un contenuto di polimeri elastomerici (SBS) più elevato rispetto al bitume modificato hard, tale da compensare la mancanza o la carenza di polimeri SBS nel bitume apportato dal fresato.

La percentuale di conglomerato bituminoso di recupero (fresato) ed il tipo di bitume modificato che si intendono impiegare devono essere obbligatoriamente dichiarati nello studio della miscela (mix design) e nella relazione CAM che l’Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori.

Tale relazione CAM deve contenere gli studi di laboratorio, eseguiti sulla miscela proposta, atti a dimostrare che il maggior quantitativo di granulato di conglomerato bituminoso, grazie all’impiego di un legante ad elevato contenuto di polimeri elastomerici (SBS), non riduce le prestazioni (resistenza a fatica a parità di deformazione).

Norme tecniche di Capitolato Binder con bitume normale tiepido

Al fine di poter operare in fase di miscelazione, trasporto e stesa con temperature più basse di 30 °C - 40 °C rispetto a quelle usuali (**tecnologia dei conglomerati tiepidi**), possono essere impiegati additivi chimici, resine sintetiche cristalline (cere), zeoliti o prodotti simili.

Gli additivi chimici sono sostanze tensioattive che agiscono a livello microscopico riducendo le forze di attrito all'interfaccia tra aggregati e bitume favorendo l'omogeneo rivestimento degli aggregati e la compattazione delle miscele bituminose. Le resine sintetiche vengono miscelate con il bitume e svolgono la loro azione attraverso il meccanismo reversibile del cambiamento di stato fisico fusione - cristallizzazione. Nello specifico esse hanno la proprietà di fondere alla temperatura di circa 100°C. Poiché sono completamente solubili nel bitume, al di sopra dei 100°C riducono la viscosità del legante, mentre al di sotto degli 80°C ne aumentano la rigidità.

La minore viscosità alle temperature di confezionamento e stesa dei conglomerati bituminosi favorisce l'omogeneo rivestimento degli aggregati e la compattazione delle miscele bituminose.

Gli additivi chimici e le resine sintetiche possono essere aggiunte al bitume in fase di miscelazione oppure possono essere già contenuti nel bitume che viene fornito dal Produttore all'impianto.

Una tecnologia alternativa a quella dell'uso di additivi è costituita dalla schiumatura parziale o totale del bitume in fase di miscelazione con gli aggregati caldi.

Norme tecniche di Capitolato Binder con bitume modificato alta lavorabilità (tecnologia dei conglomerati tiepidi)

Il legante deve essere costituito da bitume modificato ad alta lavorabilità. I bitumi modificati sono bitumi semisolidi contenenti polimeri elastomerici che ne modificano la struttura chimica e le caratteristiche fisiche e meccaniche.

I bitumi modificati ad alta lavorabilità contengono, oltre alla carica polimerica necessaria per migliorare le caratteristiche prestazionali del bitume, una percentuale di resine sintetiche cristalline (o prodotti simili) che conferiscono una maggiore lavorabilità al conglomerato bituminoso. Con questo tipo di bitume è possibile operare in fase di miscelazione e di stesa a temperature inferiori di circa 30 °C rispetto a quelle del corrispondente tipo di bitume modificato, rientrando quindi nell'ambito dei conglomerati bituminosi cosiddetti "tiepidi".

Il bitume modificato con polimeri ad alta lavorabilità deve essere qualificato 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 della Norma Europea Armonizzata UNI EN 14023.

Le proprietà richieste per il bitume ed i relativi metodi di prova sono indicate nella Tabella A.4.



Grazie per l'attenzione