Edilizia e infrastrutture viarie: progettare la sostenibilità

Riflessi dei CAM Strade
sulle pavimentazioni stradali

Andrea Griffa
Consigliere Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma
Bernardino Fimiani
Commissione infrastrutture stradali

Roma, 16 novembre 2026

D.M. 5 AGOSTO 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»

Le disposizioni **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 I1 del Codice dei Contratti pubblici.
I CAM **non costituiscono un adempimento documentale aggiuntivo, ma diventano un requisito progettuale trasversale che influenza materiali, scelte tecniche, verifiche e sostenibilità dell'intervento.**

- **Ambito di applicazione:**
  - Progettazione, realizzazione, manutenzione e adeguamento delle infrastrutture stradali
- **Principi cardine:**
  - Integrazione dei criteri fin dalle prime fasi progettuali
  - Priorità all'impiego di materiali recuperati e riciclati
  - Riduzione del consumo di risorse naturali e dell'impatto ambientale
- **Nuovo riferimento progettuale:**
  - Introduzione della **Relazione CAM** quale documento centrale per la dimostrazione della conformità ambientale dell'intervento
- **Aspetti da verificare:**
  - Durabilità delle pavimentazioni
  - Contenimento delle emissioni ambientali e acustiche
  - Utilizzo di materiali riciclati, con particolare riferimento al conglomerato bituminoso di recupero
  - Coerenza tra Relazione CAM ed elaborati progettuali

CAM
STRADE
D.M. n.279 08/24



COMPETENZE DEI PROGETTISTI E DELLA DIREZIONE LAVORI

- Le attività di progettazione e direzione lavori devono essere affidate a professionisti qualificati, dotati di adeguate competenze multidisciplinari e regolarmente abilitati all'esercizio della professione
- Il possesso di tali requisiti è verificato attraverso la formazione specialistica e l'esperienza professionale documentata nel curriculum vitae
- I CAM rafforzano il ruolo delle **competenze specialistiche** e **promuovono team di progettazione multidisciplinari, in grado di integrare aspetti tecnici, ambientali e gestionali lungo l'intero ciclo di vita dell'infrastruttura.**

AMBITO	CRITERI PREMIANTI
Progettazione stradale e pavimentazioni	• Andamento plano-altimetrico del tracciato stradale • Progetto strutturale e funzionale delle pavimentazioni • Gestione e manutenzione pavimentazioni
Sicurezza stradale	• Sicurezza delle infrastrutture stradali e relativi sistemi e dispositivi
Materiali e CAM	• Materiali naturali, artificiali e di riciclo • Utilizzo di materiali riciclati e conglomerato bituminoso di recupero • Tecniche e tecnologie CAM
Idraulica e drenaggio	• Idraulica della piattaforma stradale • Sistemi di raccolta, drenaggio e smaltimento delle acque
Ambiente e sostenibilità	• Sistemi di gestione ambientale • Protocolli di sostenibilità energetico-ambientale • Acustica ambientale
Paesaggio e territorio	• Progettazione paesaggistica • Aspetti naturalistici, paesaggistici e urbanistici





EFFICIENZA FUNZIONALE E DURATA DELLA PAVIMENTAZIONE

I CAM introducono **requisiti prestazionali misurabili sulle pavimentazioni e rafforzano il ruolo delle verifiche progettuali**, con particolare attenzione alla **durabilità, all'impiego di materiali riciclati e alla tracciabilità delle scelte progettuali attraverso la Relazione CAM.**

Requisiti di progetto:

- **20 anni di vita utile** per nuove pavimentazioni e interventi di risanamento profondo
- **5 anni di vita utile** per interventi di risanamento superficiale, previa verifica della capacità portante degli strati esistenti

Interventi in emergenza:

- Obbligo di predisporre un **piano di manutenzione programmata** entro 6 mesi dall'esecuzione dei lavori

Nuove verifiche progettuali:

- Corretta individuazione e quantificazione dei materiali riciclati impiegati
- Verifica del dimensionamento della pavimentazione rispetto alla vita utile richiesta
- Coerenza tra elaborati progettuali e **Relazione CAM**

Aspetti attuativi:

- Verifica della disponibilità di impianti autorizzati per il recupero e la gestione dei materiali riciclati



RIUTILIZZO DEL CONGLOMERATO BITUMINOSO DI RECUPERO E CIRCOLARITÀ DEI PRODOTTI DA COSTRUZIONE

I CAM strade impongono il **massimo impiego di materiali riciclati nelle pavimentazioni**, subordinandolo alla dimostrazione che **durabilità, sicurezza e prestazioni rimangano almeno equivalenti a quelle delle soluzioni tradizionali.**



Obiettivo di circolarità:

- Negli interventi di **risanamento profondo** deve essere garantito l'impiego di almeno **il 70% in volume di materiali recuperati, riciclati o derivanti da sottoprodotti**

Soluzioni tecniche ammesse:

- Riutilizzo del conglomerato bituminoso di recupero nei diversi strati della pavimentazione
- Tecniche di riciclaggio a caldo e a freddo
- Impiego diretto del fresato nelle lavorazioni in sito
- Utilizzo di granulati riciclati prodotti in impianti fissi o mobili



Requisiti prestazionali:

- L'incremento del contenuto di materiale riciclato non deve comportare riduzioni delle prestazioni strutturali e funzionali della pavimentazione
- Eventuali tecnologie, additivi e leganti innovativi devono garantire prestazioni equivalenti a quelle di progetto

Evidenze progettuali richieste:

- Relazione tecnica dedicata ai materiali e alle tecnologie adottate
- Prove di laboratorio, documentazione tecnico-scientifica e casi applicativi a supporto delle scelte progettuali
- Dimostrazione della piena equivalenza in termini di prestazioni e vita utile

RIUTILIZZO DEL CONGLOMERATO BITUMINOSO DI RECUPERO E CIRCOLARITÀ DEI PRODOTTI DA COSTRUZIONE

La norma, al fine di garantire la **Circolarità dei prodotti da costruzione**, indica per ogni componente del corpo stradale (dal sottofondo alla sovrastruttura) le percentuali minime di materia recuperata da impiegare.

CORPO STRADALE	
Bonifica del piano di posa	≥ 70%
Corpo del rilevato	≥ 70%
Sottofondo	≥ 70%
STRATI IN CB PAVIMENTAZIONI FLESSIBILI E SEMIRIGIDE	
Conglomerati con bitumi TQ	
Base e basebinder	≥ 35%
Binder	≥ 30%
Usura chiusa	≥ 15%

STRATI DI FONDAZIONE O BASE IN PAVIMENTAZIONI FLESSIBILI E SEMIRIGIDE	
Fondazione in misto granulare non legato	≥ 50%
Fondazione in misto granulare legato (legante idraulico o idrocarburico)	≥ 50%
Misto cementato	≥ 50%
STRATI IN CB PAVIMENTAZIONI FLESSIBILI E SEMIRIGIDE	
Conglomerati con bitumi modificati o additivati con compound polimerici	
Base e basebinder	≥ 25%
Binder	≥ 20%
Usura chiusa	≥ 10%

Percentuali non riferite al solo fresato



Sabbia da incenerimento RFU



Scorie di acciaieria



Granulato di conglomerato

RIUTILIZZO DEL CONGLOMERATO BITUMINOSO DI RECUPERO E CIRCOLARITÀ DEI PRODOTTI DA COSTRUZIONE

Non solo granulato di conglomerato bituminoso: i CAM valorizzano il **recupero** e il **riutilizzo di molteplici materiali provenienti da altre filiere produttive, trasformandoli in risorse** per la realizzazione di infrastrutture stradali sostenibili.



Polverino di gomma (PFU)



Aggregati e detriti da costruzione e demolizione (C&D)



Compound polimerici di seconda vita (polimeri plastici post-consumo o industriali)



Cemento Portland (riciclaggio a freddo in impianto o in situ)

RIUTILIZZO DEL CONGLOMERATO BITUMINOSO DI RECUPERO E CIRCOLARITÀ DEI PRODOTTI DA COSTRUZIONE

Per gli strati in conglomerato bituminoso delle pavimentazioni flessibili e semirigide, **l'aumento del contenuto di materiale riciclato è ammesso solo a condizione che siano dimostrate prestazioni e vita utile della pavimentazione almeno equivalenti a quelle previste dal progetto di riferimento.**

Prestazioni invariate:

- L'impiego di maggiori percentuali di conglomerato bituminoso di recupero non deve compromettere le prestazioni strutturali e funzionali della pavimentazione

Tecnologie di supporto:

- Possibile utilizzo di impianti dedicati, additivi e leganti innovativi per garantire il mantenimento delle prestazioni di progetto

Dimostrazione progettuale:

- Obbligo di predisporre una relazione tecnica sui materiali e sulle tecnologie adottate
- Necessità di supportare le scelte progettuali con prove di laboratorio, evidenze tecnico-scientifiche e applicazioni sperimentali





RIUTILIZZO DEL CONGLOMERATO BITUMINOSO DI RECUPERO E CIRCOLARITÀ DEI PRODOTTI DA COSTRUZIONE

♻ I CAM Strade promuovono l'**economia circolare attraverso l'impiego di sottoprodotti e materiali End of Waste**, favorendo il **recupero del conglomerato bituminoso e la riduzione del consumo di materie prime naturali**, nel rispetto delle prestazioni richieste per le infrastrutture stradali.

RIFIUTO

«Qualsiasi sostanza od oggetto di cui il detentore si disfi o abbia deciso o abbia l'obbligo di disfarsi»

Riferimenti normativi

- **Direttiva 2008/98/CE** (normativa europea sui rifiuti)
- **Art. 183 del D.Lgs. 152/2006** (Testo Unico Ambientale)

SOTTOPRODOTTO

Sostanza che origina da un processo di produzione, non costituisce l'obiettivo principale dello stesso e il suo utilizzo successivo è certo nel processo produttivo attuale o futuro, senza trattamenti speciali.

Riferimenti normativi

- **Art. 184-bis del D.Lgs. 152/2006** (Testo Unico Ambientale)

END OF WASTE

Insieme di processi volti al recupero di un determinato rifiuto che, al termine del trattamento, ottiene la qualifica **di nuova materia** (prodotto) riutilizzabile.
I materiali End of Waste non sono sottoprodotti.

Riferimenti normativi

- **Art. 184-ter del D.Lgs. 152/2006** (Testo Unico Ambientale)
- **Art. 6 della Direttiva 2008/98/CE**

ESEMPIO APPLICATIVO: GRANULATO DI CONGLOMERATO BITUMINOSO (RAP)

Dal recupero delle pavimentazioni esistenti a nuove infrastrutture

Fresatura della pavimentazione esistente



Rimozione degli strati in conglomerato bituminoso mediante fresatura a freddo.

Trattamento e recupero



Il materiale è sottoposto a operazioni di recupero (selezione, frantumazione, vagliatura).

Granulato di conglomerato bituminoso (RAP)



Cessa di essere rifiuto (**End of Waste**) e può essere utilizzato come aggregato, alla stregua di quello vergine, purché conforme ai requisiti di Capitolato.

Riferimenti normativi

- **Art. 184-ter del D.Lgs. 152/2006** (End of Waste)
- **D.M. 5 agosto 2024 "CAM Strade" criterio 2.3.1** Circolarità dei prodotti da costruzione

Nuova pavimentazione



Riutilizzo del granulato di conglomerato bituminoso nelle sovrastrutture stradali, nel rispetto delle specifiche tecniche e dei requisiti di Capitolato.

Applicazione ai CAM Strade

Il granulato di conglomerato bituminoso contribuisce al raggiungimento degli obiettivi di circolarità previsti dal **criterio 2.3.1** dei CAM, favorendo il riutilizzo di materiali recuperati nelle infrastrutture stradali e riducendo il consumo di risorse naturali.

Riferimenti normativi principali

- Direttiva 2008/98/CE
- Art. 183 del D.Lgs. 152/2006 (Rifiuto)
- Art. 184-bis del D.Lgs. 152/2006 (Sottoprodotto)
- Art. 184-ter del D.Lgs. 152/2006 (End of Waste)
- D.M. 5 agosto 2024 "CAM Strade" – criterio 2.3.1

Principali benefici

- Riduzione del consumo di materie prime
- Minori emissioni di CO_2
- Valorizzazione dei materiali e chiusura del ciclo di vita
- Riduzione dei trasporti e dei conferimenti in discarica



RIFLESSI SUL PROGETTO DELLA SOVRASTRUTTURA

La progettazione delle pavimentazioni stradali passa da una verifica delle sole prestazioni (fatica e ormaiamento) ad una **valutazione integrata con sostenibilità, disponibilità delle risorse e impatti ambientali lungo l'intero ciclo di approvvigionamento dei materiali**.



1 NUOVO APPROCCIO PROGETTUALE

- Il dimensionamento delle pavimentazioni non è più basato esclusivamente su requisiti meccanici e prestazionali.
- Devono essere considerati anche criteri ambientali e di circolarità dei materiali.

2 NUOVI ASPETTI DA VALUTARE

- Percentuali minime di materiali riciclati.
- Prestazioni funzionali delle miscele (es. emissioni acustiche e temperature di posa).
- Disponibilità effettiva di materiali riciclati e relative filiere di recupero.

3 ANALISI DI APPROVVIGIONAMENTO

- Verifica preventiva della presenza di impianti autorizzati per lo stoccaggio, il recupero e la produzione di materiali riciclati.
- Valutazione della reale convenienza ambientale in funzione delle distanze di trasporto.

4 RUOLO DELLA RELAZIONE CAM

- Documento centrale per la dimostrazione della conformità ai CAM.
- Strumento per motivare e giustificare eventuali scostamenti dagli obiettivi di impiego dei materiali riciclati.

I PRINICIPALI BENEFICI

- Riduzione del consumo di risorse naturali
- Minori emissioni di gas climalteranti (CO_2)
- Minore impatto acustico
- Valorizzazione dei materiali e chiusura del ciclo di vita
- Maggiore sostenibilità e convenienza ambientale

INFRASTRUTTURE PIÙ RESILIENTI E SOSTENIBILI, PER LE GENERAZIONI FUTURE

RIFLESSI SUL PROGETTO DELLA SOVRASTRUTTURA

I CAM trasformano la progettazione delle pavimentazioni da una verifica esclusivamente prestazionale a una **valutazione integrata di prestazioni, sostenibilità, disponibilità delle risorse e impatti ambientali lungo l'intero ciclo di approvvigionamento dei materiali**.



ESEMPIO DI DIMENSIONAMENTO DELLA SOVRASTRUTTURA CONFORME AI CAM

La conformità ai CAM **non si limita al contenuto di materiale riciclato**, ma richiede il contemporaneo soddisfacimento di **requisiti di durabilità, prestazioni meccaniche, riduzione delle emissioni acustiche, contenimento delle temperature di posa e sostenibilità della filiera di approvvigionamento dei materiali**.



La pavimentazione conforme ai CAM **non modifica necessariamente la geometria della sovrastruttura**, ma introduce **nuovi vincoli progettuali legati a circolarità dei materiali, emissioni acustiche, temperature di posa, tracciabilità della filiera e dimostrazione della sostenibilità ambientale** delle scelte progettuali.





ESEMPIO DI SOVRASTRUTTURA CONFORME AI CAM

La conformità ai CAM **non si limita al contenuto di materiale riciclato**, ma richiede il contemporaneo soddisfacimento di **requisiti di durabilità, prestazioni meccaniche, riduzione delle emissioni acustiche, contenimento delle temperature di posa e sostenibilità della filiera di approvvigionamento dei materiali**.



ASPETTO	PAVIMENTAZIONE TRADIZIONALE	PAVIMENTAZIONE CONFORME AI CAM	RIFERIMENTO CAM
Materiali impiegati	Prevalentemente vergini	≥ 70% materiali recuperati/riciclati (RAP e aggregati riciclati)	CAM 2.3.1
Temperatura di posa	160 - 180 °C	≤ 140 °C (tecnologia a tiepido)	CAM 2.2.3
Emissione acustica	Nessun requisito specifico	Usura a bassa emissione acustica	CAM 2.2.4
Durata della pavimentazione	20 anni (secondo approccio tradizionale)	20 anni (verifica esplicita richiesta)	CAM 2.2.2
Fine vita dei materiali	Smaltimento in discarica	Recupero e reimpiego in nuovi interventi	CAM 2.3.1
Documentazione di progetto	Relazione pavimentazioni	Relazione CAM (centrale e di riferimento)	Tutti i criteri CAM

PRINCIPALI BENEFICI DELLA SOLUZIONE CAM

- Riduzione del consumo di risorse naturali
- Minori emissioni di CO_2
- Minore rumore per l'ambiente circostante
- Valorizzazione dei materiali e economia circolare
- Ottimizzazione dei costi di ciclo di vita

ESEMPIO DI RELAZIONE CAM

La **Relazione CAM** è il documento di riferimento per dimostrare la **conformità ai Criteri Ambientali Minimi**, documentando le scelte progettuali relative a **durabilità, circolarità dei materiali, emissioni acustiche, temperature di posa e sostenibilità della filiera di approvvigionamento, in coerenza con gli obiettivi ambientali dell'intervento**.

1 PREMESSA 3

2 QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO 4

3 SCREENING DEI CAM STRADE 6

4 CRITERI AMIENTALI MINIMI PER PER L'AFFIDAMENTO DEL SERVIZIO DI PROGETTAZIONE DI INFRASTRUTTURE STRADALI 8

4.1 Premessa 8

4.2 Specifiche tecniche progettuali per l'affidamento del servizio di progettazione di infrastrutture stradali 8

4.2.1 Sostenibilità ambientale dell'opera 8

4.2.2 Efficienza funzionale e durata della pavimentazione 12

4.2.3 Temperatura di posa degli strati in conglomerato bituminoso 14

4.2.4 Emissione acustica delle pavimentazioni 15

4.2.5 Piano di manutenzione dell'opera 18

4.2.6 Disassemblaggio e fine vita 18

4.2.7 Riutilizzo del conglomerato bituminoso di recupero 20

4.3 Specifiche tecniche per prodotti da costruzione 22

4.3.1 Circolarità dei prodotti di costruzione 23

4.3.2 Calcestruzzi confezionati in cantiere e preconfezionati 27

4.3.3 Prodotti prefabbricati in calcestruzzo, in calcestruzzo aerato autoclavato e in calcestruzzo vibro compresso 28

4.3.4 Prodotti in acciaio 28

4.3.5 Murature in pietrame e miste 30

4.3.6 Sistemi di drenaggio lineare 31

4.3.7 Tubazione in materiale plastico 32

4.4 Specifiche tecniche relative al cantiere 33

4.4.1 Prestazioni ambientali del cantiere 33

4.4.2 Demolizione selettiva, recupero e riciclo 40

4.4.3 Conservazione dello strato superficiale del terreno 42

4.4.4 Reinterri e riempimenti 44

CAM - PER L'AFFIDAMENTO DEL SERVIZIO DI PROGETTAZIONE ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI COSTRUZIONE, MANUTENZIONE E ADEGUAMENTO DELLE INFRASTRUTTURE STRADALI (CAM STRADE)

SEZIONE	CRITERI	Applicabile	Non Applicabile
2.2 Specifiche tecniche per l'affidamento del servizio di progettazione di infrastrutture stradali	2.2.1 Sostenibilità ambientale dell'opera	X	
	2.2.2 Efficienza funzionale e durata della pavimentazione	✸	
	2.2.3 Temperatura di posa degli strati in conglomerato bituminoso	✸	
	2.2.4 Emissione acustica delle pavimentazioni	✸	
	2.2.5 Piano di manutenzione dell'opera	X	
	2.2.6 Disassemblaggio e fine vita	X	
	2.2.7 Rapporto sullo stato dell'ambiente		X
	2.2.8 Riutilizzo del conglomerato bituminoso di recupero	✸	
2.3 Specifiche tecniche per i prodotti da costruzione	2.3.1 Circolarità dei prodotti da costruzione	X	
	2.3.2 Calcestruzzi confezionati in cantiere e preconfezionati	X	
	2.3.3 Prodotti prefabbricati in calcestruzzo, in calcestruzzo aerato autoclavato e in calcestruzzo vibro compresso	X	
	2.3.4 Prodotti in acciaio	X	

Descrizione del criterio

Verifica del criterio

Applicazione del criterio

Esempio di applicazione del criterio 2.2.4 «Emissioni acustiche delle pavimentazioni»:

[…] la pavimentazione fonoassorbente non è prevista sull'intero tracciato, *escludendo i tratti caratterizzati da traffico non scorrevole (intersezioni e rampe), elevata congestione, forti pendenze longitudinali e gallerie, dove il beneficio acustico risulta limitato o non significativo*. Il progetto prevede pertanto l'adozione di quattro differenti tipologie di pavimentazione (A, B, C e D), selezionate in funzione delle caratteristiche geometriche e funzionali dell'infrastruttura, delle condizioni di esercizio e del contesto territoriale attraversato.

GRAZIE PER L'ATTENZIONE

Ing. Andrea Griffa
a.griffa@ording.roma.it