

Fondazione Geometri Ferraresi  
In collaborazione con Collegio Geometri e Geometri Laureati della Provincia di Ferrara

CONVEGNO

“ROCCE E TERRE DA SCAVO E LA GESTIONE DEI RIFIUTI  
NELLE SEDI E NEI CANTIERI”

*Ferrara, 5 Dicembre 2011*

*Sala UCI Cinemas – Via Darsena, 73 (FE)*

**AGGREGATI DI RICICLO E  
POSSIBILI UTILIZZI  
(DM 203/2003 -CIRC.N°5205/05)**

Relatore: Dott. Geol. Antonio Mucchi

**D.M. n° 203/2003**

Impone alle Pubbliche Amministrazioni di soddisfare il proprio fabbisogno annuale di manufatti e beni **con una quota non inferiore al 30%** di prodotti ottenuti con materiale riciclato”

**Circ. n° 5205/05**

“Il Ministero dell’Ambiente ha reso note le disposizioni per attuare nel settore edile, stradale e ambientale il D.M. 203/2003...”. In tale Circolare sono definiti alcuni dei possibili riutilizzi degli aggregati riciclati e le loro caratteristiche prestazionali.

**La Provincia di Ferrara (Servizio Risorse Idriche e Tutela Ambientale) ha recepito pressochè integralmente il D.M. 203/03 e Circ. 5205/05 pervenendo così, in accordo con gli Enti e Associazioni di Categorie, alla stesura di un **“Accordo di Programma per il recupero dei residui da costruzione e demolizione”****

## Esempi di possibili riutilizzi degli aggregati di riciclo (Circ. 5205/05)

**A1** – Corpo dei rilevati di opere in terra dell'ingegneria civile

**A2** – Sottofondi stradali, ferroviari, aeroportuali, piazzali civili e industriali

**A3** – Strati di fondazioni delle infrastrutture di trasporto e piazzali civili e industriali

**A4** – Recuperi ambientali, riempimenti e colmate

**A5** – Strati accessori aventi funzioni antigelo, anticapillare, drenanti, etc...

**A6** – Confezionamento calcestruzzi con classe di resistenza Rck 15 MPa,  
secondo norma UNI 8520-2

Nell'Accordo di Programma della Provincia di Ferrara **NON** è contemplato l'utilizzo dei riciclati per il confezionamento di calcestruzzi a bassa resistenza ma è previsto nella costruzione di strati di fondazioni in misto cementato

## Caratteristiche prestazionali degli aggregati di riciclo (Circ. 5205/05)

Il materiale riciclato, per considerarlo idoneo all'impiego, deve essere caratterizzato con prove geotecniche di laboratorio. Gran parte di tali prove sono le stesse previste per la marcatura CE degli aggregati.



**UNI EN 13242/08**



Specifica le proprietà degli aggregati ottenuti mediante processo naturale o industriale oppure **riciclati** per impiego in opere di ingegneria civile e nella costruzione di strade

**ELENCO DELLE PRINCIPALI PROVE E NORMATIVE DI RIFERIMENTO  
PER LA DEFINIZIONE DELLE CARATTERISTICHE  
GEOTECNICHE DEGLI AGGREGATI DI RICICLO (Circ. 5205/05)**

1. Composizione delle miscele contenenti aggregati di riciclo	<b>UNI EN 13285</b>
2. Requisiti granulometrici	<b>UNI EN 933 - 1</b>
3. Equivalente in sabbia	<b>UNI EN 933 - 8</b>
4. Resistenza alla frammentazione con prova "Los Angeles"	<b>UNI EN 1097 - 2</b>
5. Indice di forma	<b>UNI EN 933 - 4</b>
6. Indice di appiattimento	<b>UNI EN 933 - 3</b>
7. Indice di portanza CBR	<b>CNR UNI 10009</b>
8. Resistenza al gelo-disgelo	<b>UNI EN 1367 - 1</b>

**Le verifiche dovranno essere obbligatoriamente eseguite da laboratori ufficiali autorizzati dal Ministero Infrastrutture e Trasporti ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001 , come previsto nelle N.T.C. del 14/01/2008**

## **COMPOSIZIONE DELLE MISCELE CONTENENTI AGGREGATI RICICLATI (UNI EN 13285)**

**Limiti di accettabilità (% in massa) – Circ. n° 5205/2005**

<b>Uso Materiale</b>	<b>Corpo dei rilevati</b>	<b>Sottofondi stradali</b>	<b>Strati di fondazione</b>	<b>Riempimenti e colmate</b>	<b>Strati accessori (Antigelo...)</b>
<b>Materiali litici, pietrisco, cls, laterizi, refrattari, prodotti ceramici, malte, intonaci, scorie spente e loppe</b>	<b>&gt; 70%</b>	<b>&gt; 80%</b>	<b>&gt; 90%</b>	<b>&gt; 70%</b>	<b>&gt; 80%</b>
<b>Vetro e scorie vetrose</b>	<b>≤ 15%</b>	<b>≤ 10%</b>	<b>≤ 5%</b>	<b>≤ 15%</b>	<b>≤ 10%</b>
<b>Conglomerati bituminosi</b>	<b>≤ 25%</b>	<b>≤ 15%</b>	<b>≤ 5%</b>	<b>≤ 25%</b>	<b>≤ 15%</b>
<b>Altri rifiuti minerali di cui sia ammesso il recupero dalla legislazione vigente</b>	<b>≤15% tot. e ≤ 5% per tipologia</b>	<b>≤15% tot. e ≤ 5% per tipologia</b>	<b>≤ 5% per tipologia</b>	<b>≤15% tot. e ≤ 5% per tipologia</b>	<b>≤15% tot. e ≤ 5% per tipologia</b>
<b>Materiali deperibili: carta, legno, fibre tessili, cellulosa, Materiali plastici cavi</b>	<b>≤ 0,1%</b>	<b>≤ 0,1%</b>	<b>≤ 0,1%</b>	<b>≤ 0,1%</b>	<b>≤ 0,1%</b>
<b>Altri materiali (metalli, gesso, gomme, guaine...)</b>	<b>≤ 0,6%</b>	<b>≤ 0,4%</b>	<b>≤ 0,4%</b>	<b>≤ 0,6%</b>	<b>≤ 0,4%</b>

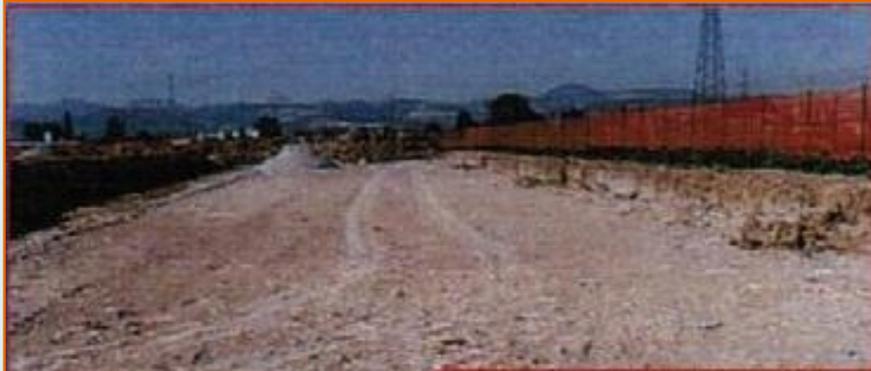
## Tabella riassuntiva dei Limiti di accettabilità – Circ. n° 5205/2005

Uso Parametro	Corpo dei rilevati (All. C1)	Sottofondi stradali (All. C2)	Strati di fondazione (All. C3)	Riempimenti e colmate (All. C4)	Strati accessori (Antigelo...) (All. C5)
Materiali litici, pietrisco, cls, laterizi, refrattari, ecc... (trattenuto > 8 mm) (EN 13285)	<b>&gt; 70%</b>	<b>&gt; 80%</b>	<b>&gt; 90%</b>	<b>&gt; 70%</b>	<b>&gt; 80%</b>
Vetro e scorie vetrose (EN 13285)	<b>≤ 15%</b>	<b>≤ 10%</b>	<b>≤ 5%</b>	<b>≤ 15%</b>	<b>≤ 10%</b>
Conglomerati bituminosi (EN 13285)	<b>≤ 25%</b>	<b>≤ 15%</b>	<b>≤ 5%</b>	<b>≤ 25%</b>	<b>≤ 15%</b>
Altri rifiuti minerali di cui sia ammesso il recupero dalla legislazione vigente (EN 13285)	<b>≤15% tot. e ≤ 5% per tipologia</b>	<b>≤15% tot. e ≤ 5% per tipologia</b>	<b>≤ 5% per tipologia</b>	<b>≤15% tot. e ≤ 5% per tipologia</b>	<b>≤15% tot. e ≤ 5% per tipologia</b>
Materiali deperibili (carta, legno, ecc...) (EN 13285)	<b>≤ 0,1%</b>	<b>≤ 0,1%</b>	<b>≤ 0,1%</b>	<b>≤ 0,1%</b>	<b>≤ 0,1%</b>
Altri materiali (metalli, gesso, gomme, guaine...) (EN 13285)	<b>≤ 0,6%</b>	<b>≤ 0,4%</b>	<b>≤ 0,4%</b>	<b>≤ 0,6%</b>	<b>≤ 0,4%</b>

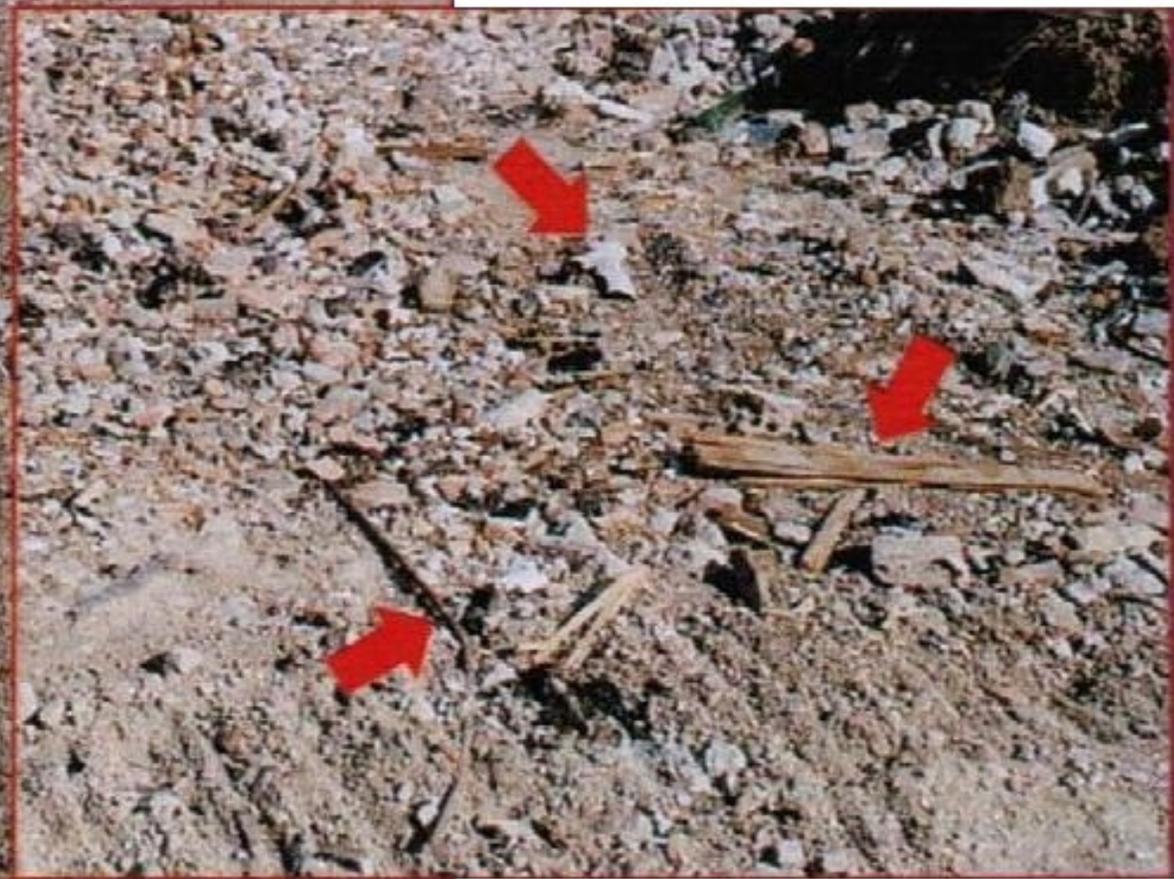


<b>Parametri</b> \ <b>Uso</b>	<b>Corpo dei rilevati</b>	<b>Sottofondi stradali</b>	<b>Strati di fondazione</b>	<b>Riempimenti e colmate</b>	<b>Strati accessori</b> (anticapillari, drenanti...)
Passante set. 63 mm (EN 933-1)	<b>&gt; 85%</b> Tratt. privo di fori	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>&gt; 85%</b> Tratt. privo di fori	<b>non previsto</b>
Passante set. 40 mm (EN 933-1)	<b>non previsto</b>	<b>non previsto</b>	<b>100%</b>	<b>non previsto</b>	<b>non previsto</b>
Passante set. 20 mm (EN 933-1)	<b>non previsto</b>	<b>non previsto</b>	<b>&gt; 61%; &lt;79%</b>	<b>non previsto</b>	<b>non previsto</b>
Passante set. 10 mm (EN 933-1)	<b>non previsto</b>	<b>non previsto</b>	<b>&gt; 41%; &lt;64%</b>	<b>non previsto</b>	<b>non previsto</b>
Passante set. 4 mm (EN 933-1)	<b>≤ 60%</b>	<b>≤ 60%</b>	<b>&gt; 31%; &lt;49%</b>	<b>non previsto</b>	<b>non previsto</b>
Passante set. 2 mm (EN 933-1)	<b>non previsto</b>	<b>non previsto</b>	<b>&gt; 22%; &lt;36%</b>	<b>non previsto</b>	<b>non previsto</b>
Passante set. 1 mm (EN 933-1)	<b>non previsto</b>	<b>non previsto</b>	<b>&gt;13%; &lt;30%</b>	<b>non previsto</b>	<b>non previsto</b>
Passante set. 0,5 mm (EN 933-1)	<b>non previsto</b>	<b>non previsto</b>	<b>&gt;10%; &lt;20%</b>	<b>non previsto</b>	<b>non previsto</b>
Passante set. 0,063 mm (EN 933-1)	<b>≤ 25% (≤ 15%)</b>	<b>≤ 15%</b>	<b>≤ 10%</b>	<b>≤ 15%</b>	<b>non previsto</b>
Dimensione massima D <sub>max</sub> (EN 933-1)	<b>125 mm</b>	<b>63 mm</b>	<b>40 mm</b>	<b>non previsto</b>	<b>non previsto</b>
Rapp. Pass. 0,5/ 0,063 mm (EN 933-1)	<b>non previsto</b>	<b>&gt; 1,5</b>	<b>&gt; 1,5</b>	<b>non previsto</b>	<b>non previsto</b>
Equivalentente in sabbia (%) (EN 933-8)	<b>&gt; 20</b>	<b>&gt; 30</b>	<b>&gt; 30</b>	<b>non previsto</b>	<b>non previsto</b>
Coeff. Los Angeles (%) (EN 1097-2)	<b>non previsto</b>	<b>non previsto ≤ 45</b>	<b>≤ 30</b>	<b>non previsto</b>	<b>non previsto</b>
Indice CBR (%) (UNI CNR 10009)	<b>non previsto</b>	<b>non previsto</b>	<b>non previsto &gt; 30</b>	<b>non previsto</b>	<b>non previsto</b>
Indice di Forma (%) (EN 933-4)	<b>non previsto</b>	<b>≤ 40</b>	<b>≤ 40</b>	<b>non previsto</b>	<b>non previsto</b>
Indice di Appiattimento (%) (EN 933-3)	<b>non previsto</b>	<b>≤ 35</b>	<b>≤ 35</b>	<b>non previsto</b>	<b>non previsto</b>
Ecocompatibilità	<b>Il materiale dovrà risultare conforme al test di cessione previsto dal D.M. 5 Febbraio 1998</b>				

**In rosso le variazioni apportate nell'Accordo di Programma della Provincia di Ferrara sui rifiuti inerti**

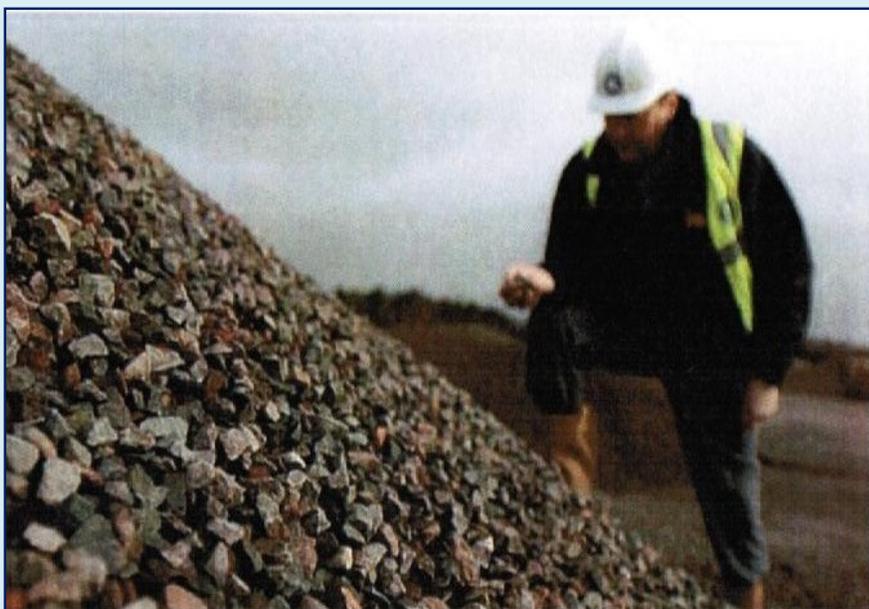


Non tutto è riciclato





**Riciclato selezionato**



# CAMPIONAMENTO

*Il n° minimo di campioni da prelevare è funzione della forma del cumulo e del suo volume complessivo*



m <sup>3</sup> cumulo piatto	< 500	500-1000	1000-3000
n° minimo campioni da prelevare (50 Kg)	3	4	5



Almeno 5 campioni di 50 Kg ciascuno, da parti diverse e a differente quota (dimensione massima cumulo: 3000 m<sup>3</sup>)

*Il campionamento deve essere eseguito secondo le modalità previste dal CNR B.U. n° 25/1972 (Punti 6-7) e UNI EN 932-1: 1998*

## *Esempi di riciclati con diverse caratteristiche prestazionali*



1. Riciclato di calcestruzzo



2. Riciclato di laterizio



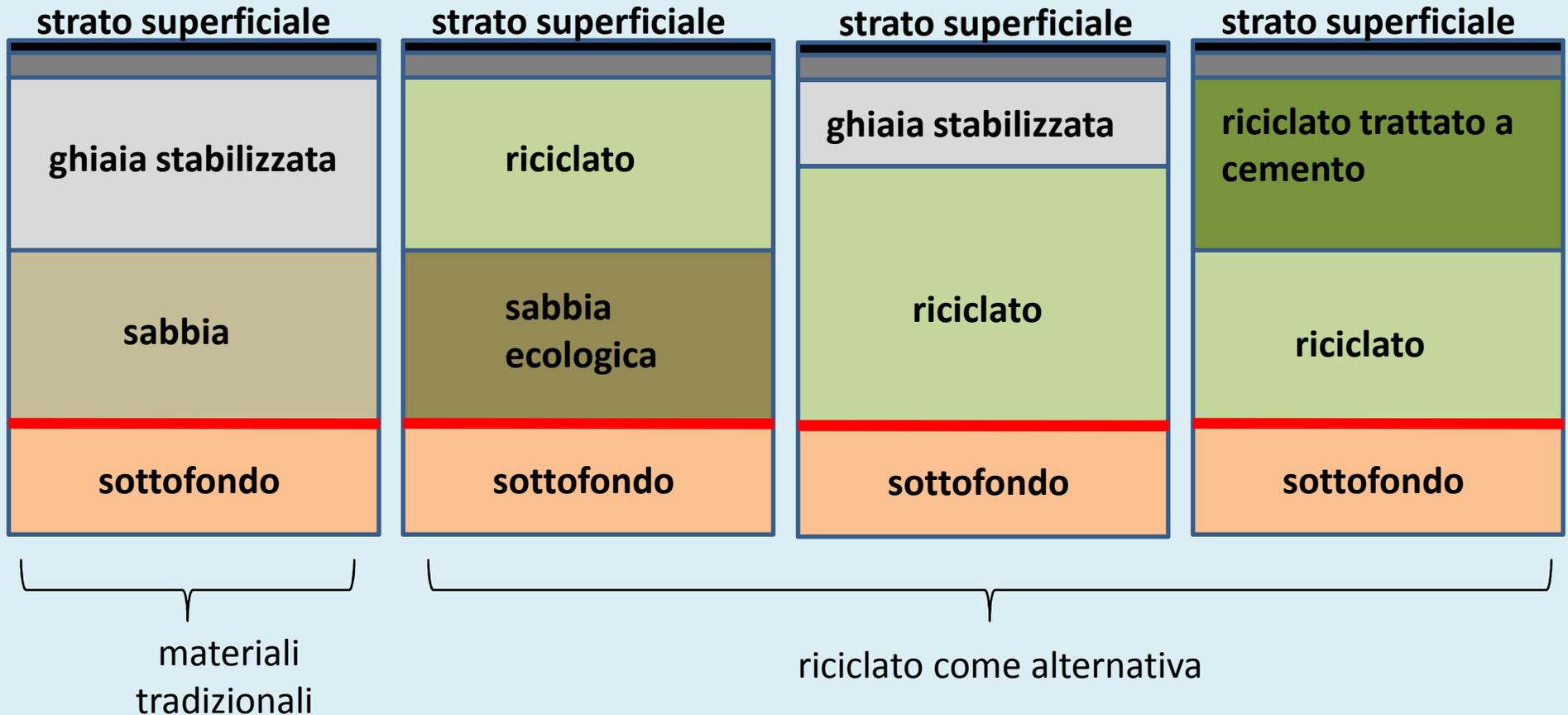
3. Riciclato misto calcestruzzo e laterizio



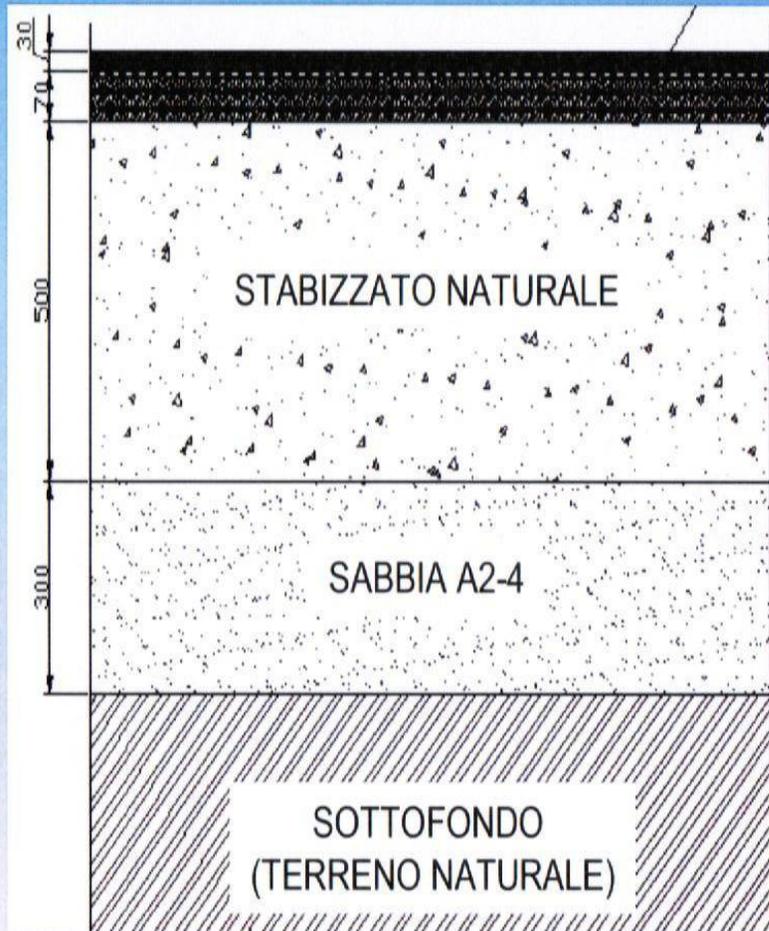
4. Sabbia ecologica

<b>Prove eseguite</b>	<b>1</b> Riciclato di calcestruzzo	<b>2</b> Riciclato di laterizio	<b>3</b> Riciclato misto calcestruzzo e laterizio	<b>4</b> Sabbietta ecologica
Granulometria Class. UNI 10006 - Gruppo	In fusso <b>A1a</b>	In fusso <b>A1a</b>	In fusso <b>A1a</b>	<b>A 2-4</b>
Limiti di Atterberg	n. p.	n. p.	n. p.	n. p.
Equivalente in sabbia	33.7 %	<b>29.4 %</b>	31.2 %	29.1 %
Resistenza alla frammentazione Los Angeles	28.4 %	<b>37.5 %</b>	29.7 %	*
Indice di forma	15.5 %	<b>41.5 %</b>	11.8 %	*
Indice di appiattimento	10.9 %	<b>36.3 %</b>	9.4 %	*
Indice di portanza CBR	75.1 %	52 %	82 %	15.3
Resistenza al gelo-disgelo	4.9 %	9.3 %	5.2 %	*
Resistenza all'usura - Micro-deval	20.2 %	<b>42.3 %</b>	25.6 %	*
<b>Possibili utilizzi</b>	<i><b>fondazione</b></i>	<i><b>Sottofondi stradali - bonifica</b></i>	<i><b>fondazione</b></i>	<i><b>Rilevati e riempimenti</b></i>

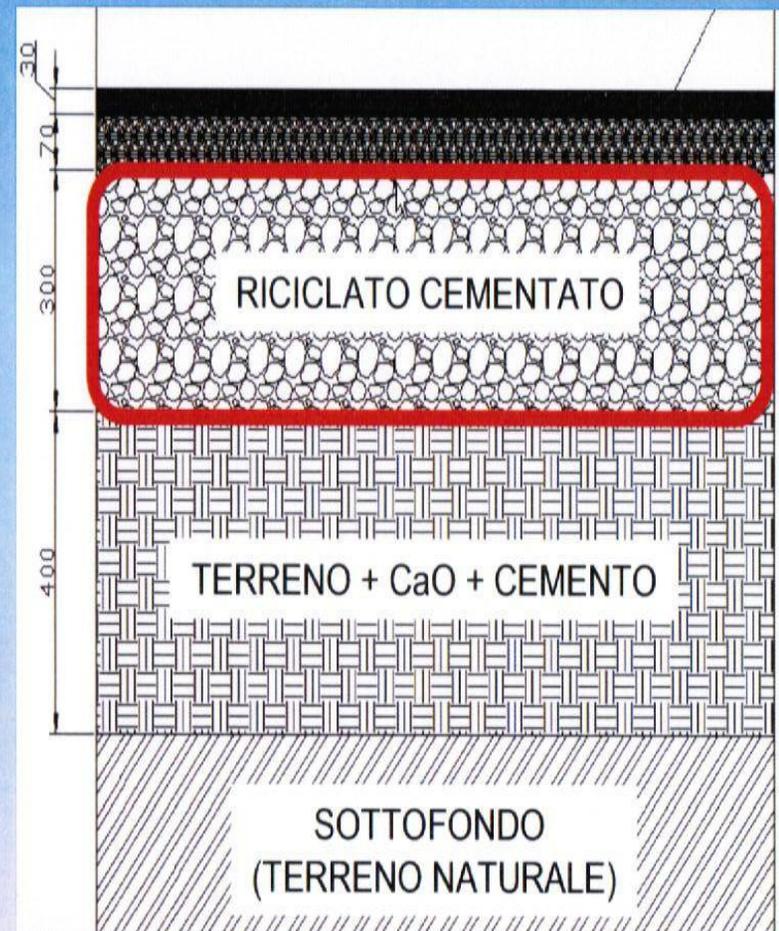
**ESEMPI DI POSSIBILE UTILIZZO DEL RICICLATO IN ALTERNATIVA AI MATERIALI TRADIZIONALI  
NELLA COSTRUZIONE DI RILEVATI STRADALI**



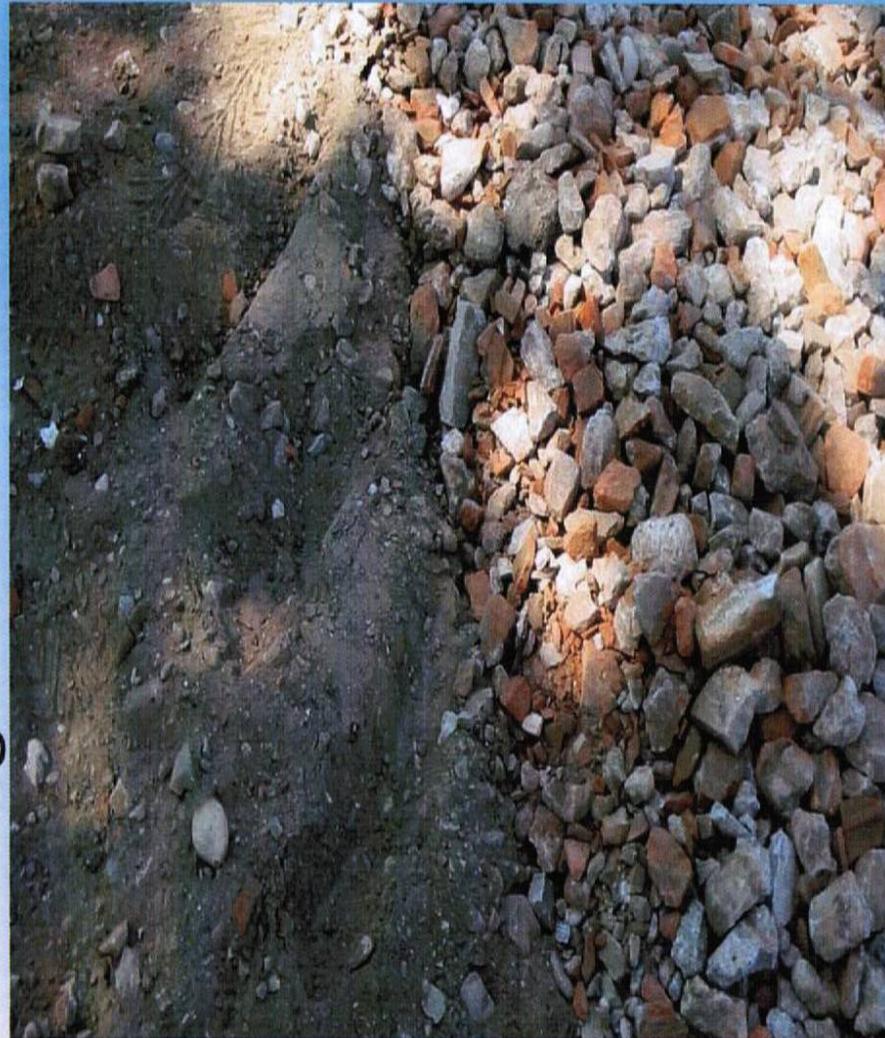
## PAVIMENTAZIONE PREVISTA IN PROGETTO



## PAVIMENTAZIONE DI VARIANTE



## PARTICOLARE MATERIALE IN SITO



DOPO LA FRESATURA



PRELIEVO MATERIALE  
PER PROVE DI LABORATORIO

PRIMA DELLA FRESATURA

Con il materiale prelevato si confezioneranno provini da sottoporre a prove di compressione e trazione indiretta (Brasiliana) per verificare se sono soddisfatti i valori prescritti in capitolato. (normalmente valori di resistenza a compressione dopo 7 giorni compresa fra 2.5 e 4.5 N/mm<sup>2</sup> ed a trazione indiretta non inferiore a 0.25 N/mm<sup>2</sup>). La percentuale esatta di acqua e cemento (*Portland, pozzolanico 325 o 425 escluso cemento a rapido indurimento*) saranno stabilite in relazione ad uno studio preliminare di laboratorio in cui verranno confezionati dei provini da sottoporre a prova di compressione e trazione indiretta (Brasiliana) dopo 7 giorni di maturazione in ambiente umido (norma B.U. CNR n. 29)



COMPRESSIONE

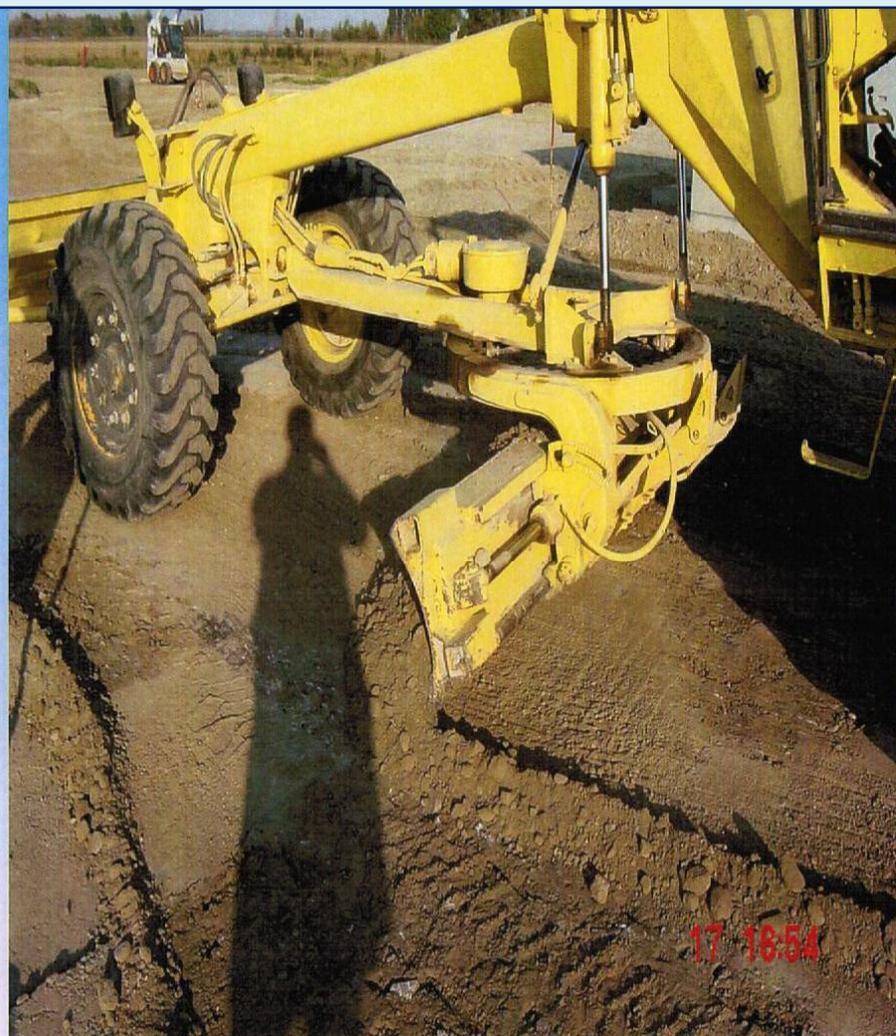


TRAZIONE INDIRETTA

## SPANDICEMENTO E PULVIMIXER



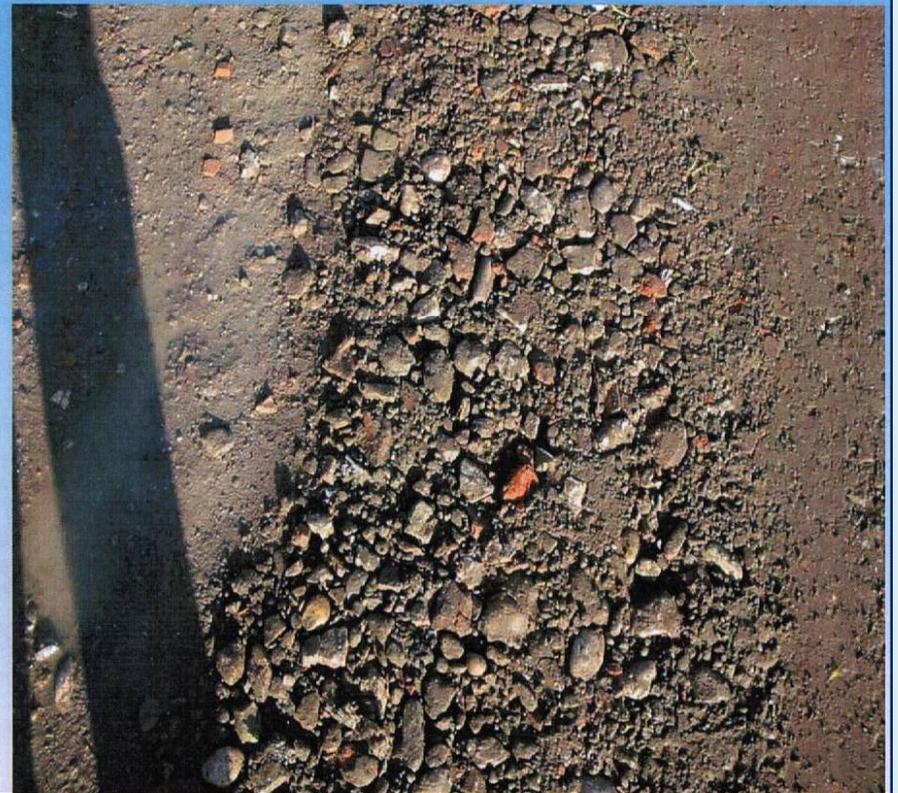
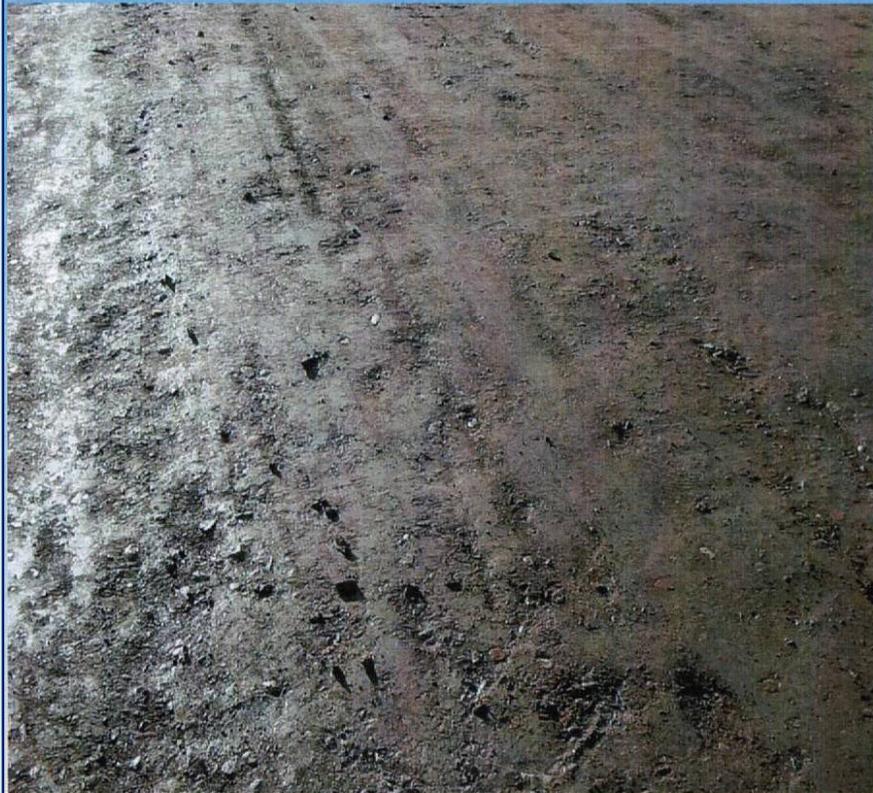
Aggregati di riciclo e possibili utilizzi (DM 203/2003 e circolare n° 5205/05 - [www.mucchilab.it](http://www.mucchilab.it))



## FASI DI LAVORAZIONE

# RICICLATO CEMENTATO

PARTICOLARI A LAVORAZIONE ESEGUITA

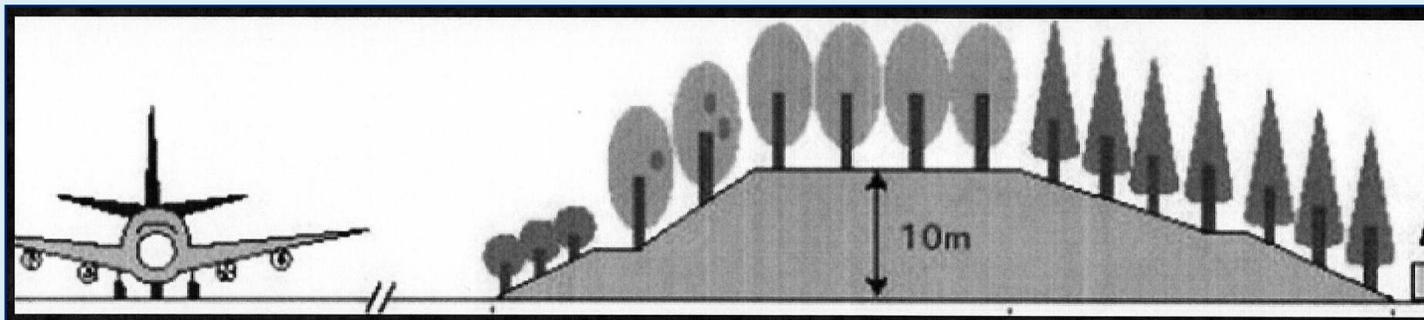


Oltre ai test di laboratorio è previsto la determinazione del modulo di deformazione  $M_d$  con prova di carico su piastra da eseguirsi nell'intervallo di tempo compreso fra 3 e 12 ore dopo la compattazione.

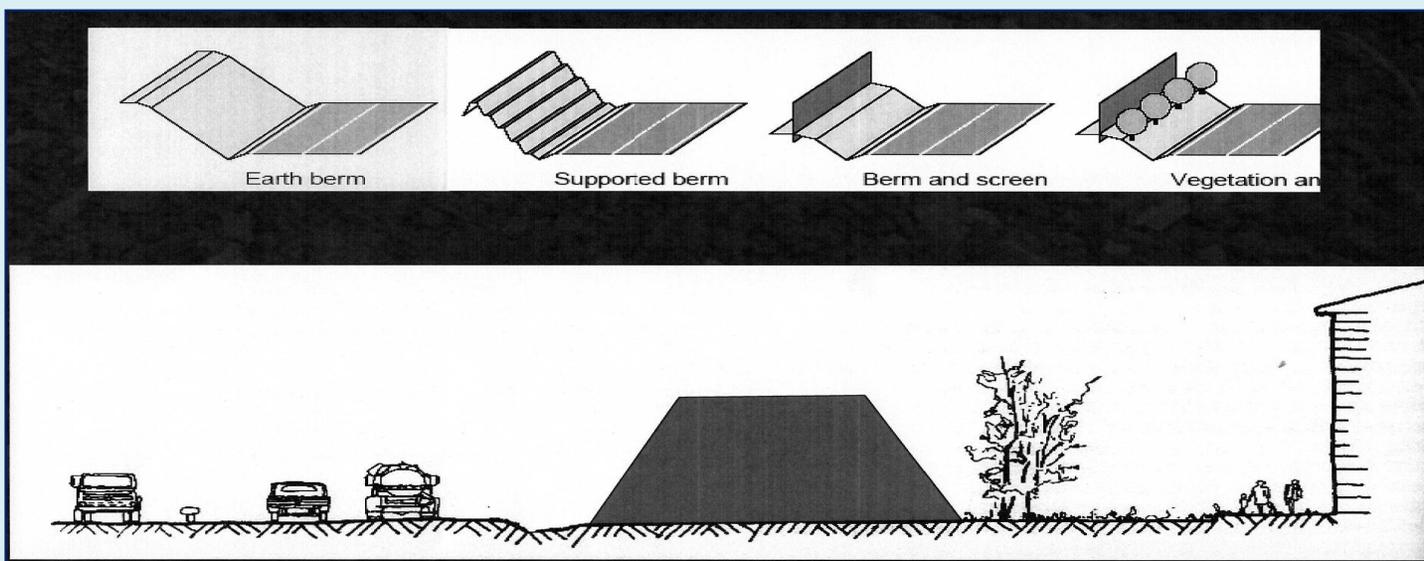
**Il modulo di deformazione  $M_d$**  dovrà essere di almeno 100 MPa calcolato nell'intervallo di carico compreso tra 0.15-0.25 N/mm<sup>2</sup>.



***Esempio di possibile utilizzo del riciclato  
nella realizzazione di Dune di mitigazione del rumore da traffico***



Per la realizzazione delle barriere di mitigazione si può utilizzare la sabbia ecologica o inerti di riciclo non particolarmente pregiati (Los Angeles > 40, presenza di limi e limi argillosi)



## **ESEMPIO DI INTERVENTO PER IL RIPRISTINO DI SCAVI A SEZIONE OBBLIGATA PER POSA DI SOTTOSERVIZI IN AMBITO URBANO**

La presenza di numerosi Enti gestori di sottoservizi , crea numerosi problemi alle strade urbane a seguito di continui sbancamenti per la posa di tubazioni , **che per come sono purtroppo normalmente realizzati , generano perdita di regolarità della pavimentazione con ripercussioni sul flusso veicolare e sull'incidentalità.**

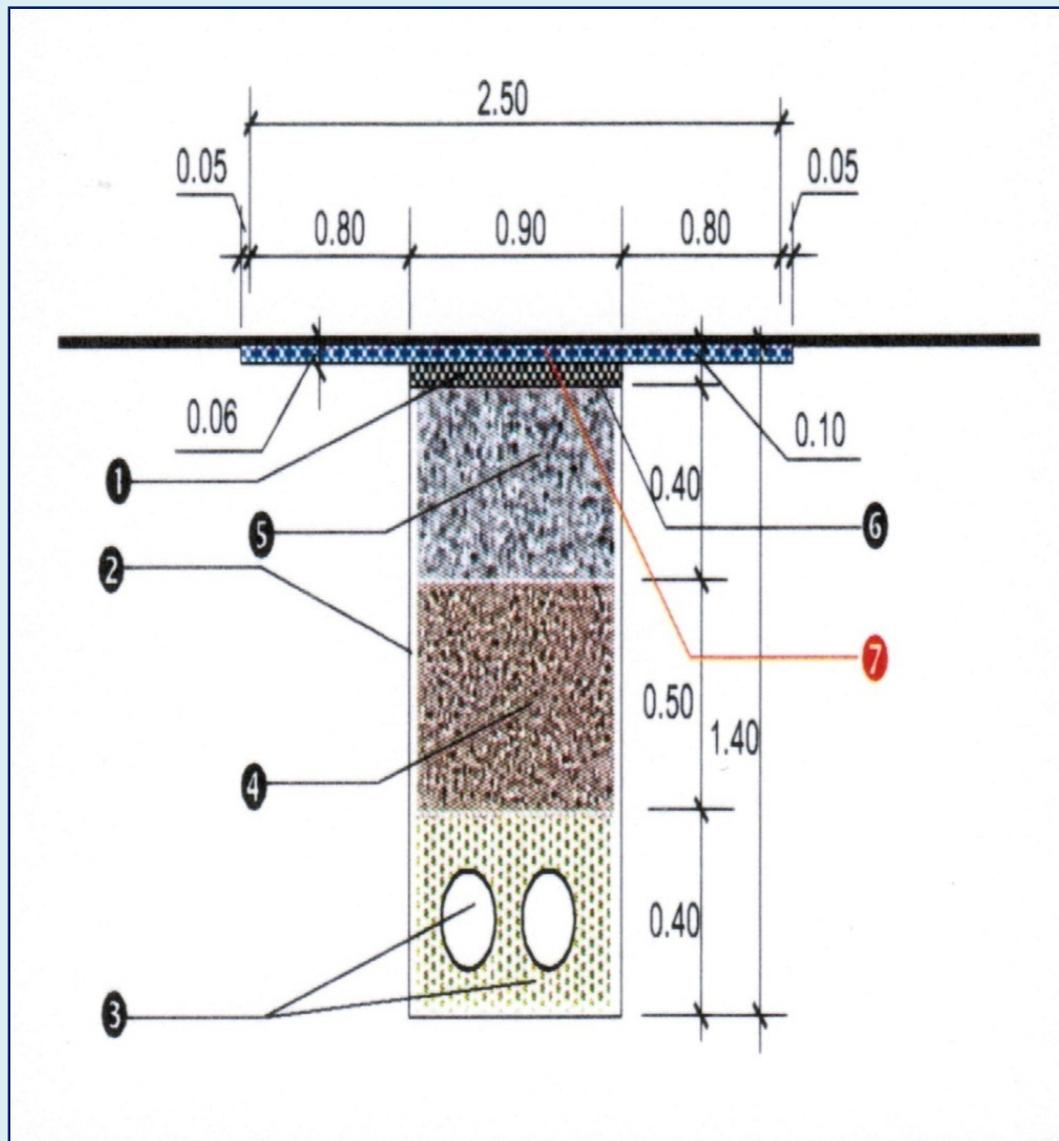
### **Problematiche connesse alla lavorazione :**

- Operare nel traffico e muoversi in spazi ristretti
- Lavori da realizzare in tempi rapidi , anche in condizioni meteorologiche non appropriate
- Utilizzo di macchine piccole ed a basso rendimento

**Tutti questi fattori spesso portano a compattazione inadeguata dei terreni di reintegro che col tempo danno origine a variazioni volumetriche**

Esperienze lavorative hanno permesso di mettere a punto un intervento per richiusura di scavi a sezione obbligata utilizzando materiale di riciclo e legante cementizio ottenendo i seguenti vantaggi:

- Si rende il materiale di riempimento non suscettibile all'acqua
- Si garantisce un minimo di resistenze meccaniche
- Non si produce materiale eccessivamente rigido
- Si assicura stabilità volumetrica
- Tempi rapidi di realizzo
- Si applica una tecnologia di riciclo povera



### Successione fasi di lavorazione:

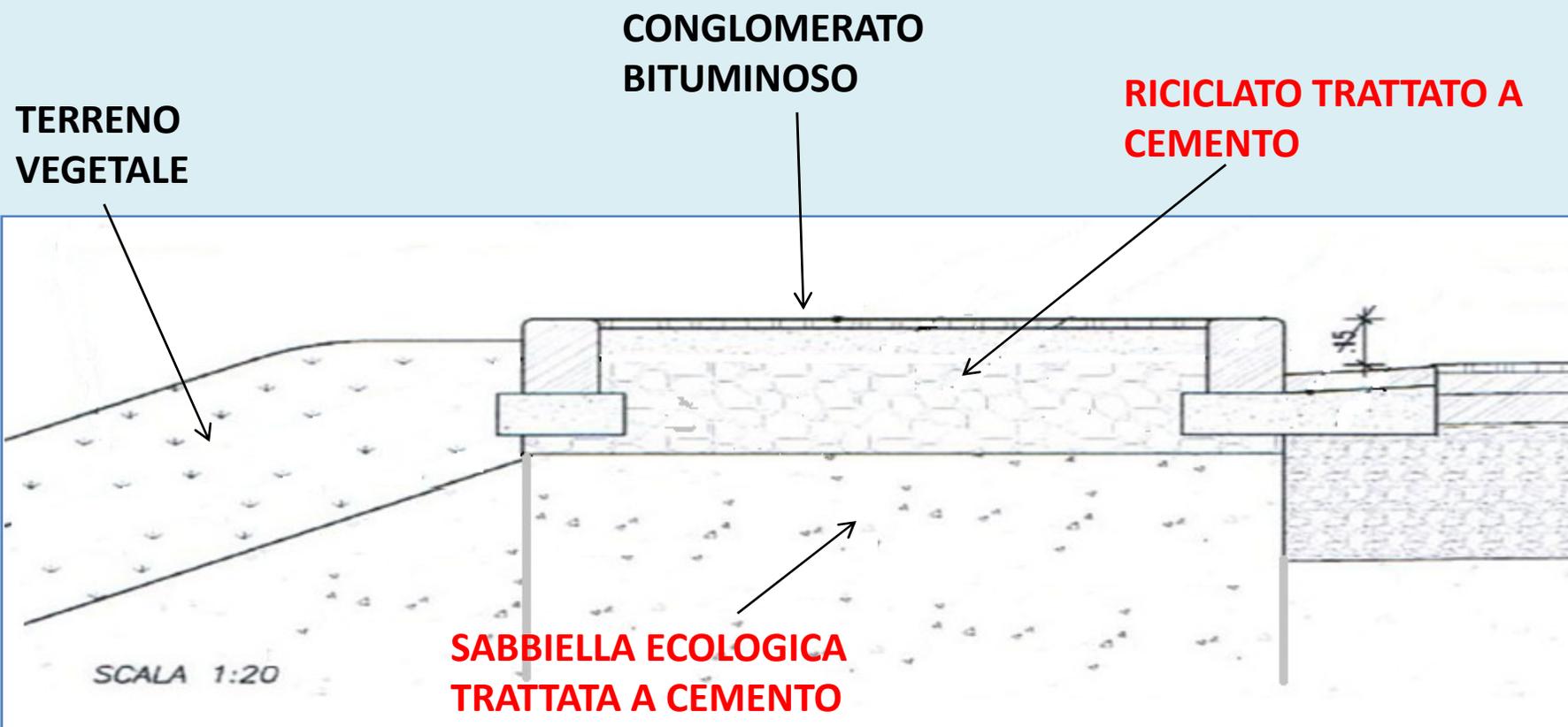
1. Fresatura meccanica per una larghezza di mt 0.90 e profondità di 10 cm
2. Scavo a sezione obbligata di larghezza mt 0.90 e profondità 1.40 mt
3. Posa di tubi in strato di sabbia/sabbia ecologica 0-8 mm di allettamento dello spessore minimo di 40 cm
4. Riempimento con sabbia ecologica trattata a cemento per uno spessore di mt 0.50
5. Riempimento con riciclato 0-30 mm trattato a cemento per uno spessore di 40 cm
6. Pavimentazione in conglomerato bituminoso tipo binder 0/18 chiuso per lo spessore di 10 cm
7. **Dopo un anno – fresatura meccanica per una larghezza di mt 2.60 e profondità di 6 cm e successivo tappeto di usura 0/9 – 0/12**



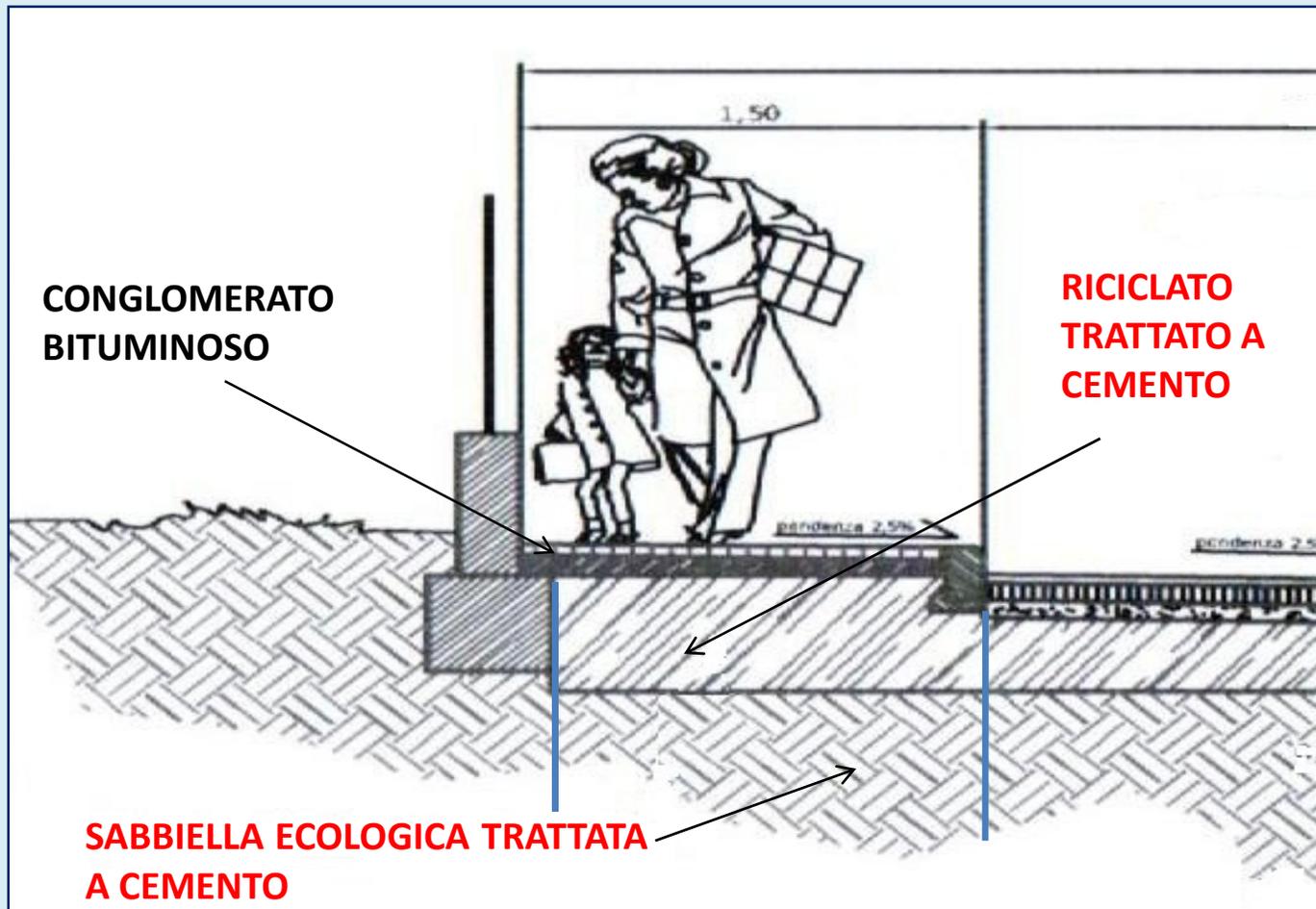
Aggregati di riciclo e possibili utilizzi (DM 203/2003 e circolare n° 5205/05 - [www.mucchilab.it](http://www.mucchilab.it))

**ESEMPI DI POSSIBILE UTILIZZO DEL RICICLATO PER LA REALIZZAZIONE  
DI PISTE CICLABILI E MARCIAPIEDI**

**PISTA CICLABILE**



## MARCIAPIEDE



# OBBLIGHI DEL PRODUTTORE E DELL'ENTE APPALTANTE

## *Importante distinzione*

### **PRODUTTORE**

*Marcatura ed etichettatura CE  
**obbligatoria** (UNI EN 13242 )*

*Serve a definire e a dichiarare  
le caratteristiche del prodotto:*

- *Requisiti geometrici*
  - *Requisiti fisici*
  - *Requisiti chimici*
- *Requisiti di durabilità*

### **ENTE APPALTANTE**

*Capitolato, Prescrizione e controlli*

*Compito di verificare i requisiti  
prestazionali del prodotto di riciclo  
previsti dalla Circ. 5205/05. Tali requisiti  
devono essere obbligatoriamente  
riportati nei Capitolati e fatti osservare dalla  
Direzione Lavori e dai Collaudatori  
in corso d'opera.*

**Verifiche periodiche del Produttore  
(UNI EN 13242 - Marcatura CE)**

<b>Prova (Norma)</b>	<b>Frequenza minima di prova</b>
Analisi merceologica (EN 932-3)	1 ogni 2 anni
Analisi granulometrica (EN 933-1)	1 a settimana
Indice di Forma (EN 933-4)	1 al mese
Indice di Appiattimento (EN 933-3)	1 al mese
% particelle frantumate (EN 933-5)	1 al mese
Contenuto fini (EN 933-1)	1 a settimana
Qualità fini - Eq.Sabbia - Blu Met. - (EN 933-8 e EN 933-9)	1 a settimana
Resist. Frammentazione (Los Angeles) e Usura (EN 1097-1/2)	2 all'anno
Massa volumica e Assorbimento (EN 1097-6)	1 all'anno
Prove chimiche (solfati solubili, zolfo totale, sostanza humica) (EN 1744)	1-2 all'anno
Resist. Gelo-disgelo (EN 1367-1)	1 ogni 2 anni
Sost. Pericolose (Rilascio metalli pesanti)	Se dubbio o necessario

**Verifiche a cura dell'Ente appaltante  
(Circ. 5205/2005)**

<b>Prova (Norma)</b>	<b>Frequenza minima di prova</b>
Analisi merceologica (EN 13285)	<b>Ogni lotto di materiale (max 3000 m<sup>3</sup>)</b>  <b>N.B. La caratterizzazione non può essere estesa ad altri lotti</b>
Analisi granulometrica (EN 933-1)	
Qualità fini - Equivalente in Sabbia (EN 933-8)	
Resist. Frammentazione (Los Angeles) (EN 1097-2)	
Indice di Forma (EN 933-4)	
Indice di Appiattimento (EN 933-3)	
Indice di portanza CBR (UNI 10009)	
Resist. Gelo-disgelo (EN 1367-1)	
Ecocompatibilità (AII.3 DM 05/02/98)	

**Non è sufficiente accettare i certificati forniti dal produttore, perché non è detto che questi si riferiscano ai materiali che verranno effettivamente utilizzati.**



**GRAZIE  
PER  
L'ATTENZIONE**