



XVIII INTERNATIONAL SIIV SUMMER SCHOOL Sustainable Pavements and Road Materials

Università degli Studi di Napoli Parthenope
Villa Doria d'Angri, Napoli, September 5th-9th 2022



procida
capitale italiana
della cultura
2022



Pavimentazioni stradali con Legante Neutro Colorbit: manti di usura ad alto valore architettonico ed elevate prestazioni meccaniche

5-9

SEP
TEM
BER

Università di Napoli Parthenope

.22



Ing. Santoro Francesco - Responsabile Laboratorio,
Qualità e Ricerca & Sviluppo Bitem

8 Settembre 2022

Indice degli argomenti

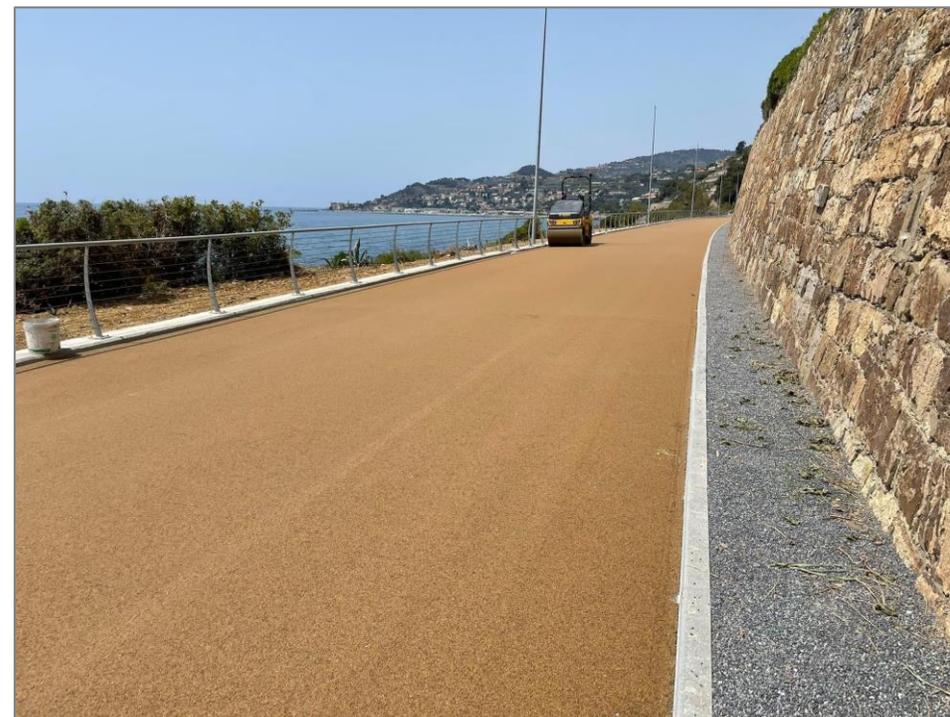
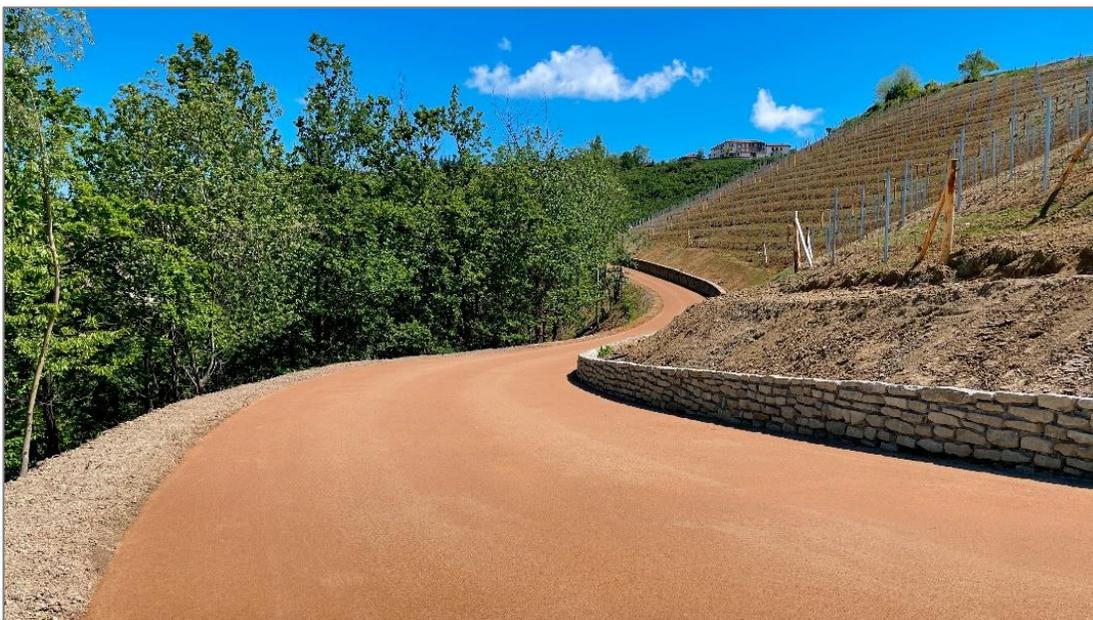
- Generalità sulle pavimentazioni con legante neutro
- Caratteristiche del legante neutro Colorbit
- Caratteristiche prestazionali delle miscele con Colorbit
- Caratteristiche funzionali delle miscele con Colorbit
- Conclusioni

Generalità sulle pavimentazioni con legante neutro Colorbit

Il legante neutro COLORBIT è utilizzato per la realizzazione di miscele a caldo per la produzione di conglomerati neutri e/o colorati e si sostituisce totalmente al bitume tradizionale.

Applicazioni

- Pavimentazioni stradali urbane ed extraurbane, piste ciclabili, parcheggi, percorsi pedonali, siti naturalistici ecc.
- Aree a cui si vuole donare un ridotto impatto ambientale dato dall'alto pregio architettonico della pavimentazione finita.



Generalità sulle pavimentazioni con legante neutro Colorbit

La produzione in impianto del conglomerato neutro con il Colorbit è di facile esecuzione in quanto non richiede nessun tipo di accorgimento ulteriore rispetto a un legante bituminoso tradizionale, se non l'utilizzo di un'apposita linea (non contaminata dal bitume nero).

I conglomerati, realizzati usando il COLORBIT, sono quindi prodotti e posati in opera con lo stesso equipaggiamento utilizzato nel caso dei tradizionali conglomerati bituminosi.



Generalità sulle pavimentazioni con legante neutro Colorbit

L'eventuale colorazione della miscela, viene conferita durante il mescolamento dell'aggregato con l'aggiunta di pigmenti coloranti denominati Bitem PEP.



Generalità sulle pavimentazioni con legante neutro Colorbit

Pavimentazioni stradali, non solo per piste ciclabili o pedonali...



Caratteristiche Legante Neutro Colorbit

Il Colorbit è un legante neutro che presenta prestazioni e comportamenti reologici analoghi a quello dei bitumi modificati. Questo legante neutro, grazie alle sue proprietà visco-elastiche dovute alla modifica con polimeri, conferisce al conglomerato neutro le stesse caratteristiche prestazionali, in termini di durabilità, di un conglomerato bituminoso di tipo modificato.

Caratteristiche	Normativa	Unità di misura	Scheda tecnica	Valori Tipici
Consistenza alle temperature intermedie di esercizio: Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	0,1mm	40 - 70	47
Consistenza alle temperature elevate di esercizio: Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≥ 60	69
Punto di rottura Fraass	UNI EN 12593	°C	≤ -12	-15
Densità relativa a 25°C	UNI EN 3838		0,95 - 1,10	1,05
Coesione (Force ductility test a 10°C)	UNI EN 13589 UNI EN 13703	J/cm ²	> 3	4,1
Recupero di deformazione (Ritorno elastico a 25°C)	UNI EN 13398	%	≥ 50	57



Caratteristiche Legante Neutro Colorbit

Il Colorbit è un legante neutro che presenta prestazioni e comportamenti reologici analoghi a quello dei bitumi modificati. Questo legante neutro, grazie alle sue proprietà visco-elastiche dovute alla modifica con polimeri, conferisce al conglomerato neutro le stesse caratteristiche prestazionali, in termini di durabilità, di un conglomerato bituminoso di tipo modificato.

Caratteristiche		Normativa	Unità di misura	Scheda tecnica	Valori Tipici
Durabilità: resistenza all'invecchiamento RTFOT	Penetrazione residua	UNI EN 12607-1	%	≥ 55	90
	Incremento del punto di rammollimento		°C	≤ 9	1,5
	Variazione di massa		%	≤ 0,5	0,05
Stabilità allo stoccaggio: 3gg @180°C	Differenza penetrazione	UNI EN 1426	0,1mm	≤ 5	0,5
	Differenza rammollimento	UNI EN 1427	°C	≤ 2	0,1
Infiammabilità		EN ISO 2592	°C	≥ 250	> 250

Caratteristiche prestazionali di miscele con Colorbit

Ai fini della progettazione della miscela per conglomerato neutro, occorre attenersi alle Specifiche Tecniche contenute nei Capitolati d'Appalto adottati dai vari enti di gestione della rete stradale.

Tali norme tecniche, basate su un'impostazione di tipo prescrittivo, richiedono il rispetto di specifici requisiti di qualificazione e accettazione in termini prestazionali sia per i singoli materiali costituenti (bitume, aggregati lapidei, filler) che per le corrispondenti miscele (conglomerati).

Caratteristiche aggregati

Tabella 1.u - Aggregato grosso

<i>Parametro</i>	<i>Metodo di prova</i>	<i>Valori richiesti</i>	<i>Categoria UNI EN 13043</i>
Dimensione max dell'aggregato	UNI EN 933-1	15 mm	-
Granulometria	UNI EN 13043		Gc 90/20 (o migliore)
Percentuale di superfici frantumate	UNI EN 933-5	100%	C _{100/0}
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	≤25 %	LA ₂₅
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	≤20 %	FI ₂₀

Tabella 2.u - Aggregato fine

<i>Parametro</i>	<i>Norma di prova</i>	<i>Valori richiesti</i>	<i>Categoria UNI EN 13043</i>
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	≥70%	-
Spigolosità dell'aggregato fine	UNI EN 933-6	≥35%	E _{Cs35}
Passante allo 0,063	UNI EN 933-1	≤10%	F ₁₀

Tabella 3.u - Filler

<i>Parametro</i>	<i>Norma di prova</i>	<i>Valori richiesti</i>	<i>Categoria UNI EN 13043</i>
Porosità del filler secco compattato (Ridgen)	UNI EN 1097-4	30-45%	V _{38/45}
Stiffening Power ($\Delta_{R\&B}$)	UNI EN 13179-1	≥ 5%	$\Delta_{R\&B8/16}$

Caratteristiche prestazionali di miscele con Colorbit

Miscele Tipo

Tabella 5a.u - Fusi granulometrici-curve continue

<i>Setacci</i>	CB 12,5	CB 10	CB 6
mm	%	%	%
14,0	100	100	
12,0	90-100		
10,0		90-100	
8	70-100	75-87	100
6,3			90-100
4	43-67	44-58	70-95
2	25-45	26-36	48-68
0,50	9-25	14-20	22-37
0,25	7-18	10-15	15-26
0,063	5-10	6-10	6-13
Spessore [cm]	4,0÷5,0	4,0÷5,0	2,5÷3,0
Contenuto di legante neutro [%]	4,8-6,5		

Tabella 5b.u - Fusi granulometrici-curve discontinue

<i>Setacci</i>	SMA – Splitt Mastix Asphalt		
mm	SMA 6	SMA 10	SMA 12
20			
16			100
14		100	-
12		-	90-100
10	100	90-100	55-75
6,3	90-100	50-65	-
4,0	-	30-45	28-43
2,0	20-30	20-30	20-30
0,5	12-18	12-19	12-19
0,063	9-12	8-12	8-12
Spessore cm	2,5÷3,0	3,0÷4,0	4,0÷5,0
Contenuto di legante %	5,8 – 6,5		

Caratteristiche prestazionali di miscele con Colorbit

Requisiti e risultati tipici di una miscela per usura a basso impatto ambientale

Requisito	Normativa di riferimento	Unità di misura	Valori richiesti	Risultati tipici
Vuoti a 10 rotazioni	UNI EN 12697-5, 6, 8	%	8 - 14	12,0
Vuoti a 100 rotazioni		%	2 - 6	4,1
Vuoti a 180 rotazioni		%	> 2	2,7
Resistenza a trazione indiretta a 25 °C	UNI EN 12697-23	N/mm ²	> 0,90	1,4
Sensibilità all'acqua	UNI EN 12697-12	%	> 80	100

CONDIZIONI DI PROVA (parametri della pressa giratoria):

- angolo di rotazione: 1,25° +0,02°;
- velocità di rotazione: 30 rotazioni/minuto;
- pressione verticale: kPa 600;
- diametro del provino: mm 100.
- I requisiti di resistenza e di rigidità sono valutati su provini compattati a 100 rotazioni.



Caratteristiche prestazionali di miscele con Colorbit

Requisiti e risultati tipici di una miscela per usura a basso impatto ambientale

Requisito	Normativa di riferimento	Unità di misura	Valori richiesti	Risultati tipici
Modulo di rigidezza a 20°C: f=1,8Hz (rise-time=125ms)	UNI EN 12697-26 All.C	MPa	> 3000	4500

$$ITSM = \frac{F \cdot (v + 0,27)}{(z \cdot h)}$$

ITSM: Modulo di rigidezza (MPa)

F: carico di picco (N)

z: ampiezza della deformazione orizzontale elastica (mm)

h: altezza del provino (mm)

v: coefficiente di Poisson (0,35)

T: 5°C, 20°C, 40°C

Provini D=100 m confezionati a 210 cicli

Caratteristiche prestazionali di miscele con Colorbit

Requisiti e risultati tipici di una miscela per usura a basso impatto ambientale

Requisito		Normativa di riferimento	Unità di misura	Valori richiesti	Risultati tipici
Modulo di rigidezza a 20°C: f=1,8Hz (rise-time=125ms)		UNI EN 12697-26 All.C	MPa	> 3000	4500
Resistenza all'ormaiamento: T=50°C; Ncicli=10000	Pendenza della traccia delle ruote WTS _{air}	UNI EN 12697-22	mm/10 ³ cicli	WTS _{air} < 0,5	0,12
	Profondità proporzionale dell'ormaia PRD _{air}		%	PRD _{air}	2,2

$$ITSM = \frac{F \cdot (v + 0,27)}{(z \cdot h)}$$

ITSM: Modulo di rigidezza (MPa)

F: carico di picco (N)

z: ampiezza della deformazione orizzontale elastica (mm)

h: altezza del provino (mm)

v: coefficiente di Poisson (0,35)

T: 5°C, 20°C, 40°C

Provini D=100 m confezionati a 210 cicli

$$WTS_{AIR} = \frac{(d_{10000} - d_{5000})}{5}$$

$d_{10000} - d_{5000}$ è lo spostamento verticale dopo 5000 cicli di carico e 10000 cicli di carico (mm)

$$PRD_{AIR} = 100 \frac{d_n - d_0}{h}$$

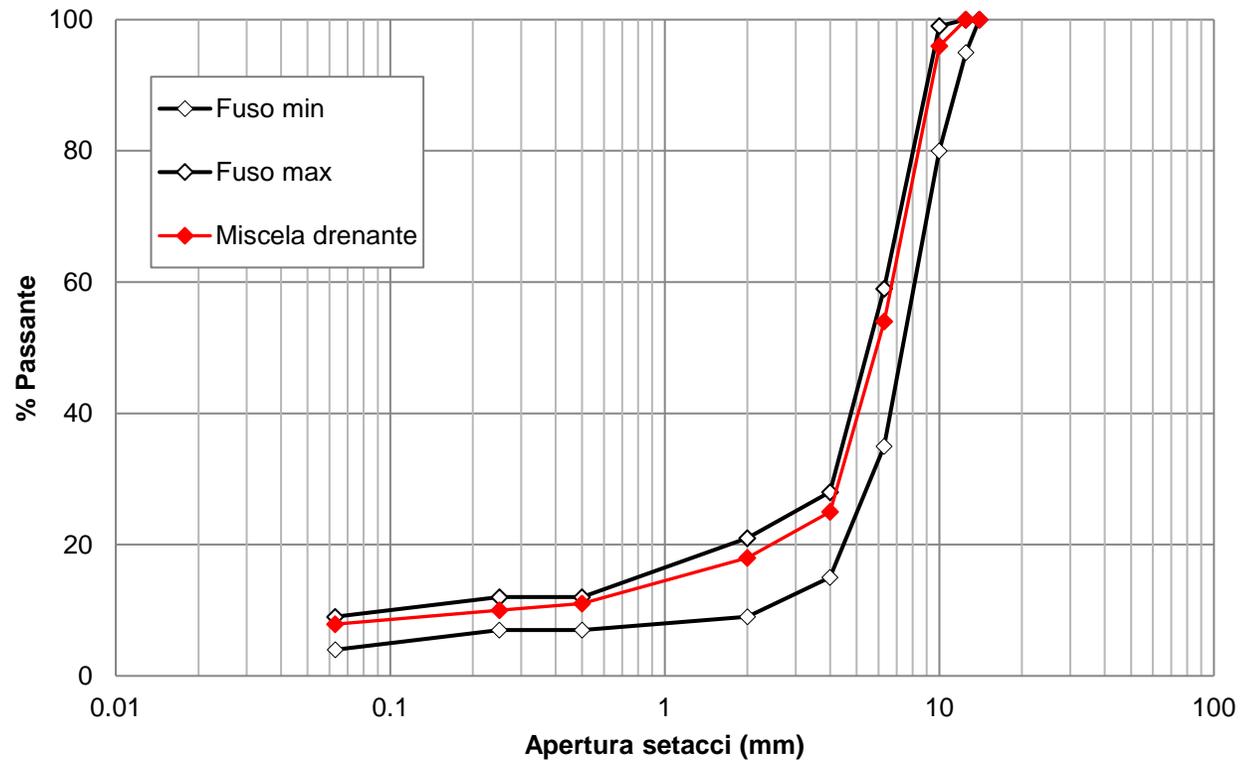
d_n è spostamento verticale dopo n cicli di carico (mm)

d_0 è lo spostamento verticale iniziale (mm)

h è lo spessore del provino (mm)

Caratteristiche prestazionali di miscele con Colorbit

Requisiti e risultati miscela DRENANTE per usura a basso impatto ambientale



Caratteristiche prestazionali di miscele con Colorbit

Requisiti e risultati miscela DRENANTE per usura a basso impatto ambientale

Requisito	Normativa di riferimento	Unità di misura	Risultati ottenuti
Vuoti a 10 rotazioni	UNI EN 12697-5, 6, 8	%	22,5
Vuoti a 50 rotazioni		%	15,6
Vuoti a 130 rotazioni		%	12,4
Resistenza a trazione indiretta a 25 °C	UNI EN 12697-23	N/mm ²	0,95
Coefficiente di trazione indiretta a 25 °C	UNI EN 12697-23	N/mm ²	56
Stabilità Marshall	UNI EN 12697-34	KN	6,2
Scorrimento Marshall		mm	2,5
Rigidezza Marshall		NKN/m	2,5
Modulo di rigidezza a 20°C: f=1,8Hz (rise-time=125ms)	UNI EN 12697-26	N/mm ²	4578
<p>CONDIZIONI DI PROVA (parametri della pressa giratoria):</p> <ul style="list-style-type: none"> • angolo di rotazione: 1,25° +0,02°; • velocità di rotazione: 30 rotazioni/minuto; • pressione verticale: kPa 600; • diametro del provino: mm 100. • I requisiti di RTI e di rigidezza sono valutati su provini compattati a 130 rotazioni. • Numero colpi per faccia provini Marshall: 50. <p style="text-align: right;">Temperatura di miscelazione impasto: 165°C Temperatura di compattazione: 155 °C</p>			

Caratteristiche funzionali di miscele con Colorbit

In genere, le caratteristiche superficiali dello strato di usura di una sovrastruttura stradale influenzano i meccanismi di interazione pneumatico-pavimentazione e con essi il livello di sicurezza e confort con cui si svolge il moto dei veicoli.

Principali caratteristiche funzionali:

Aderenza

Regolarità

Rumorosità

In più, l'impiego di un **legante neutro**:

- permette di realizzare pavimentazioni stradali che sono in ottima armonia con il paesaggio circostante sia in ambito urbano che extraurbano.
- Mitiga meglio il surriscaldamento globale che contraddistingue soprattutto le aree urbane caratterizzate da una eccessiva densità edilizia, abbinata alla sempre più frequente assenza di spazi verdi.
- Migliora il livello di sicurezza di una infrastruttura viaria in quanto le superfici colorate danno la possibilità di distinguere spazi non facilmente identificabili, risultando particolarmente efficaci nel richiamare l'attenzione nei confronti della segnaletica in zone particolarmente pericolose (intersezioni, attraversamenti pedonali, poli generatori e attrattori, ingressi in aree urbane, nonché nel personalizzare corsie riservate ai pedoni, ai mezzi pubblici o a particolari categorie veicolari).

Caratteristiche funzionali di miscele con Colorbit



Caratteristiche funzionali di miscele con Colorbit

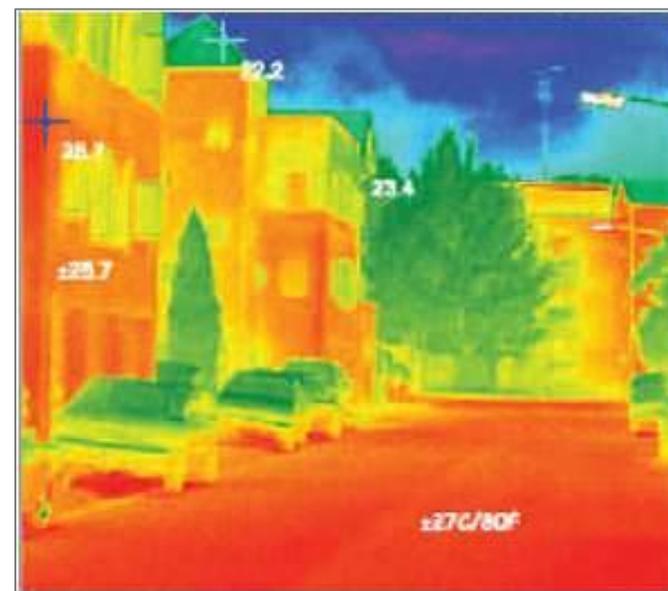
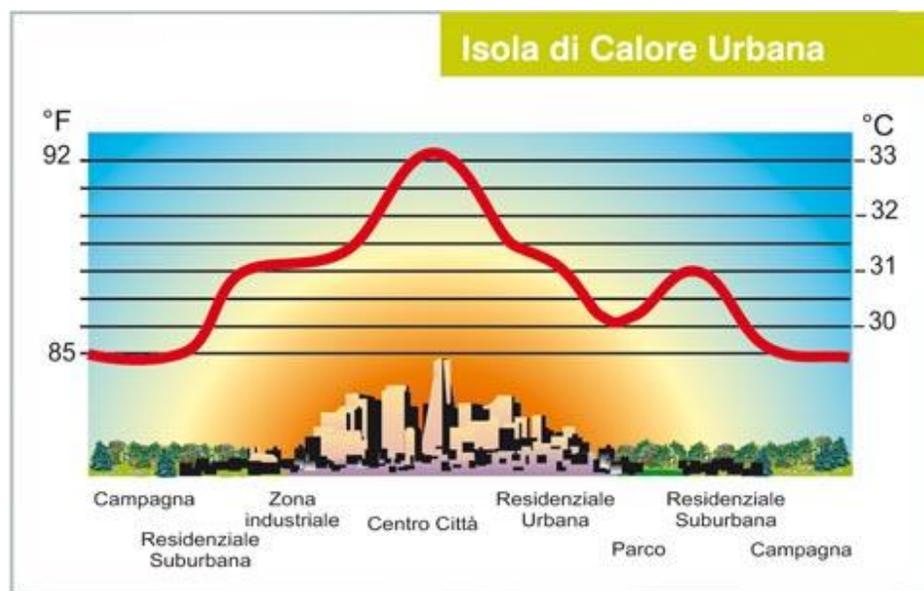


Caratteristiche funzionali di miscele con Colorbit

Isola di Calore Urbana (*Urban Heat Island effect*)

Si definisce effetto isola di calore urbana (Urban Heat Island) l'aumento della temperatura dell'aria nelle città rispetto alle aree rurali circostanti.

Il fenomeno è presente a tutte le latitudini e, associato al riscaldamento globale, ha un forte impatto su ambiente, energia e salute.



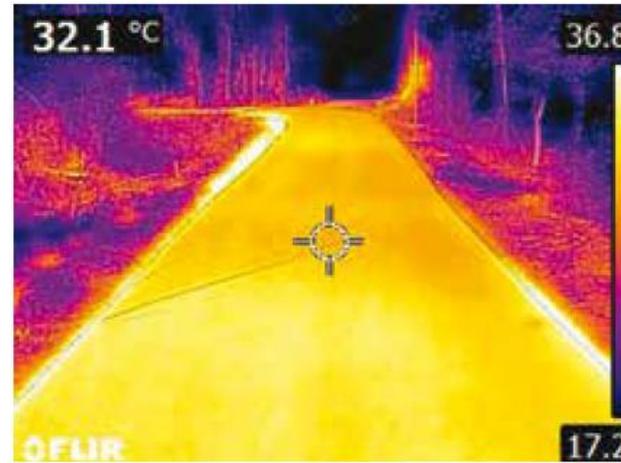
Caratteristiche funzionali di miscele con Colorbit

Isola di Calore Urbana (*Urban Heat Island effect*) – Misure con termocamera ad infrarossi

Binder con bitume tradizionale

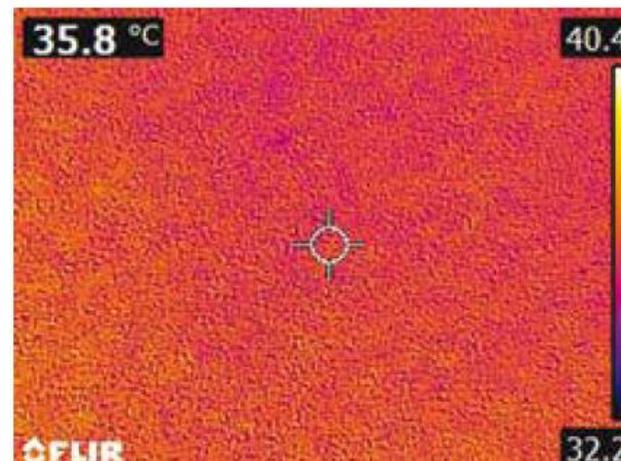
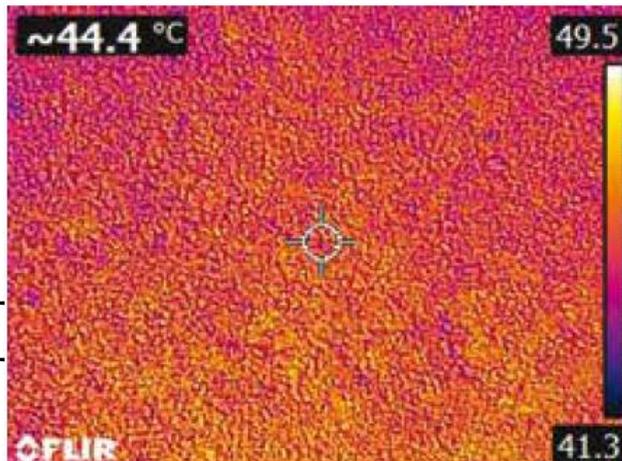
Usura con legante neutro

Termocamera inclinata



Misure condotte alle ore 15.00 in condizioni di pieno sole e temperatura ambiente di 23 ± 2 °C.

Termocamera perpendicolare



ΔT medio = 8,6 °C
Riduzione del picco di riscaldamento del 19,4 %

Caratteristiche funzionali di miscele con Colorbit

Misura del fattore di riflessione solare e calcolo del fattore di assorbimento solare

A livello legislativo italiano, tramite il Decreto dell'11 Gennaio 2017 (GU n° 23 del 28 Gennaio 2017), il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare ha stabilito l'adozione dei criteri ambientali minimi per l'edilizia (CAM), allineandosi così alle strategie di tutela ambientale già diffuse a livello internazionale.

Per quanto riguarda l'indice SRI, nella sezione 2.2.6 relativa alla “**Riduzione dell'impatto sul microclima e dell'inquinamento atmosferico**”, per le superfici impermeabili è previsto l'uso di materiali ad alto indice di riflessione solare e, per ciò che riguarda le **superfici esterne (per esempio percorsi pedonali, marciapiedi, piazze, piste ciclabili, ecc.)**, si richiede un indice SRI ≥ 29 .

Alcuni valori medi di Riflettanza solare:

- ✓ 5% per il nuovo conglomerato bituminoso (*il bitume nero copre uniformemente l'aggregato*);
- ✓ 15% per l'asfalto “datato” (*l'aggregato emerge sulle superficie di asfalto*);
- ✓ 25% per il calcestruzzo.

Caratteristiche funzionali di miscele con Colorbit

Misura del fattore di riflessione solare e calcolo del fattore di assorbimento solare. Definizioni base.

Il **fattore di riflessione solare** ρ_e viene calcolato secondo la Norma ASTM G173 - 03 utilizzando la distribuzione della radiazione solare totale per massa d'aria 1,5.

Il **fattore di assorbimento solare** α_e è definito mediante la relazione:

$$\alpha_e = 1 - \rho_e$$

L'**emissività** della superficie del campione viene misurata utilizzando l'emissimetro conforme alla Norma ASTM C1371 - 15 del 2015.

Tale strumento, dopo opportuna calibrazione rispetto a due standard ad emissività nota (s/n 1759 con $\varepsilon = 0,87$ e s/n 1730 con $\varepsilon = 0,06$ forniti da Devices & Services Company), fornisce un segnale in tensione direttamente proporzionale all'emissività della superficie in esame.

L'**indice di riflessione solare "SRI"** viene determinato secondo la seguente formula riportata in accordo alla Norma ASTM E1980 - 11.

$$SRI = 100 \frac{T_b - T_S}{T_b - T_W}$$

T_W : temperatura stazionaria della superficie standard bianca (K)

T_b : temperatura stazionaria della superficie standard nera (K)

T_S : temperatura superficiale stazionaria (K)

Caratteristiche funzionali di miscele con Colorbit

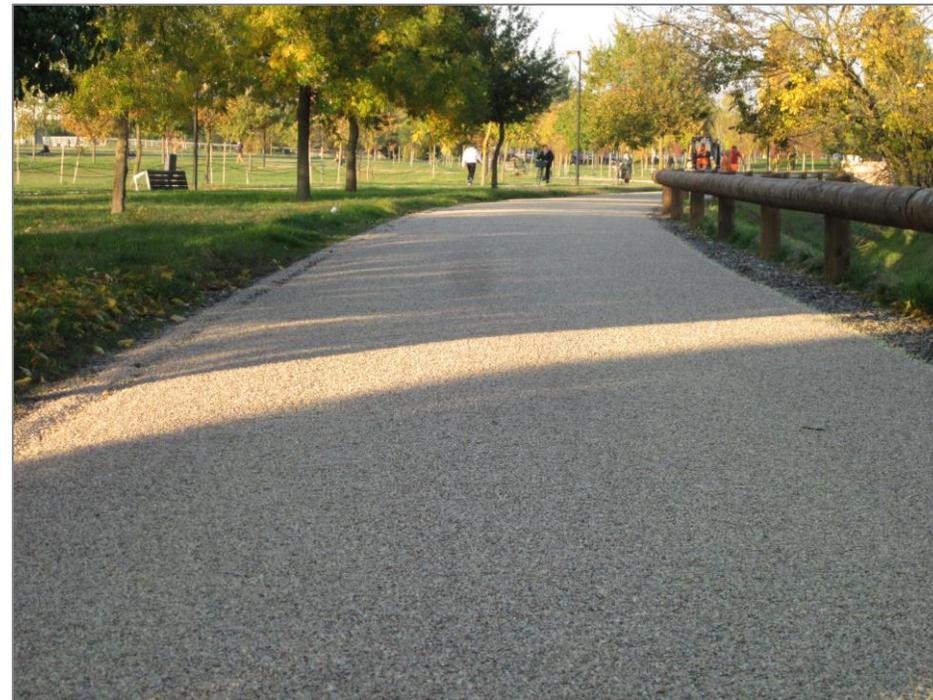
Misura del fattore di riflessione solare e calcolo del fattore di assorbimento solare. Risultati.

Pavimentazione con Colorrbit e pigmento bianco Tempo zero (post posa in opera)				
Misura [n.]	Indice di Riflessione Solare "SRI"			Requisito di Accettazione
	$h_c = 5 \text{ W}/(\text{m}^2 * \text{K})$	$h_c = 12 \text{ W}/(\text{m}^2 * \text{K})$	$h_c = 30 \text{ W}/(\text{m}^2 * \text{K})$	
1	38,2	38,8	39,1	Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare
2	34,9	35,4	35,6	
3	38,1	38,6	38,8	
Valore Medio	37,1	37,6	37,8	≥ 29

Pavimentazione con Colorrbit e pigmento bianco Dopo 3 anni				
Misura [n.]	Indice di Riflessione Solare "SRI"			Requisito di Accettazione
	$h_c = 5 \text{ W}/(\text{m}^2 * \text{K})$	$h_c = 12 \text{ W}/(\text{m}^2 * \text{K})$	$h_c = 30 \text{ W}/(\text{m}^2 * \text{K})$	
1	45,6	46,2	46,5	Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare
2	44,6	45,1	45,3	
3	46,0	48,3	48,5	
Valore Medio	46,0	46,5	46,8	≥ 29

Emulsioni da legante neutro Colorbit

Emulsione neutra per trattamenti superficiali a freddo



Emulsioni da legante neutro Colorbit

Emulsione cationica modificata al 60% di legante neutro Colorbit progettata per la produzione e posa in opera di miscele stradali a freddo per la realizzazione di strati di usura (di tipo ciclo-pedonale) a basso impatto ambientale.



Materie prime: Graniglia, Sabbia, EMULCOLORBIT CM



Miscela



Provino compattato in laboratorio con pressa a taglio girevole

Conclusioni

Gli strati di usura realizzati con legante neutro Colorbit sono un'efficace soluzione per i Progettisti e gli Enti Gestori del settore Infrastrutture stradali, Urbanistica e di quello dell'Ambiente e Territorio, perché garantiscono:

- La gestione delle proprietà emissive di calore assorbito dalle pavimentazioni urbane (migliore vivibilità e qualità dell'aria delle città, riduzione energia elettrica per raffrescamento).
- La gestione dell'impatto ambientale dato l'alto pregio architettonico della pavimentazione.
- La sicurezza degli utenti stradali (in primis quelli più deboli, come i pedoni e ciclisti).



XVIII INTERNATIONAL SIIV SUMMER SCHOOL Sustainable Pavements and Road Materials

Università degli Studi di Napoli Parthenope
Villa Doria d'Angri, Napoli, September 5th-9th 2022



procida
capitale italiana
della cultura
2022



Grazie per l'attenzione

5-9

SEP
TEM
BER

Università di Napoli Parthenope

.22



Ing. Santoro Francesco - Responsabile Laboratorio,
Qualità e Ricerca & Sviluppo Bitem