



DICEA Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Architettura
Università Politecnica delle Marche – Facoltà di Ingegneria
Ancona, 1 Marzo 2013

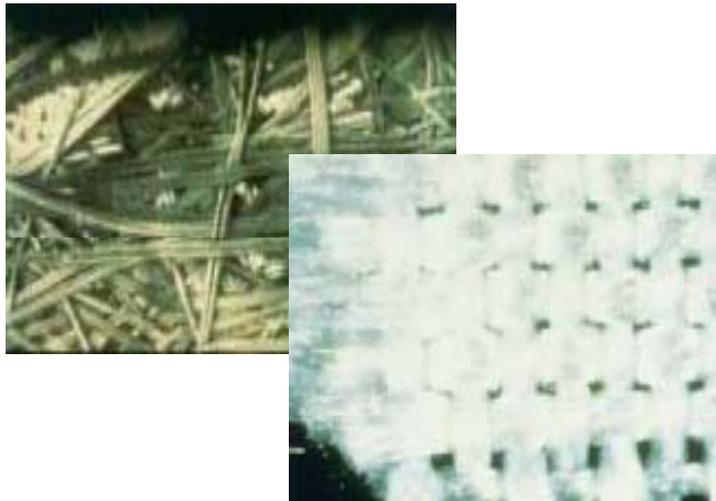
Prestazioni Anti-Reflective Cracking di Geosintetici

Prof. Ing. Francesco Canestrari – Dr. Ing. Emiliano Pasquini

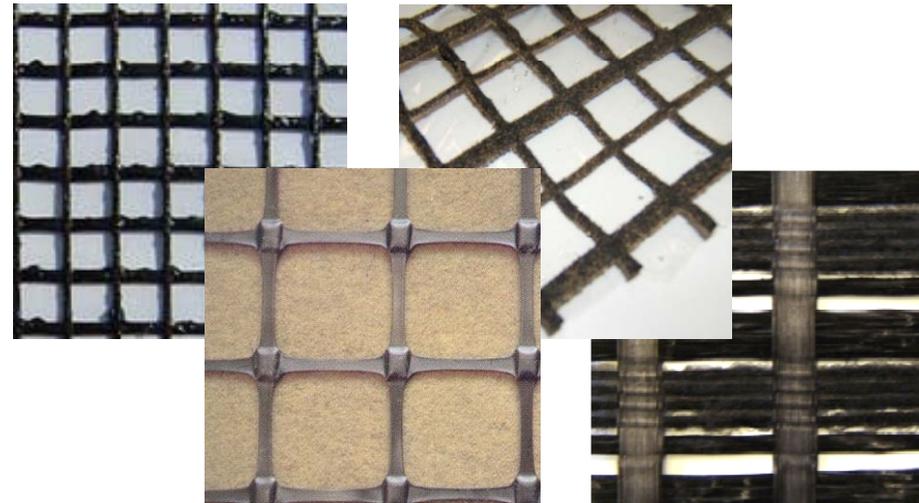


Rinforzo di Pavimentazioni Flessibili

Geotessili (tessuti, nontessuti, ...)



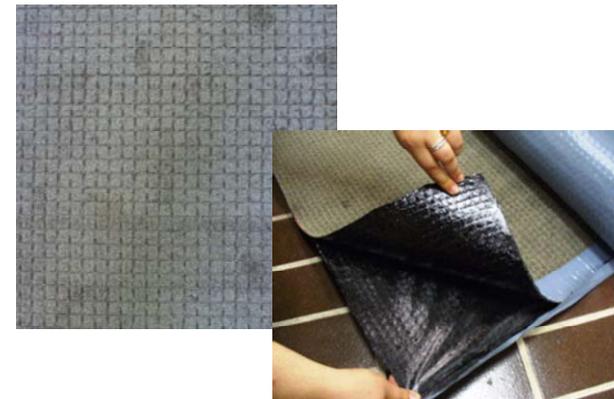
Geogriglie (fibra di vetro, polipropilene, ...)



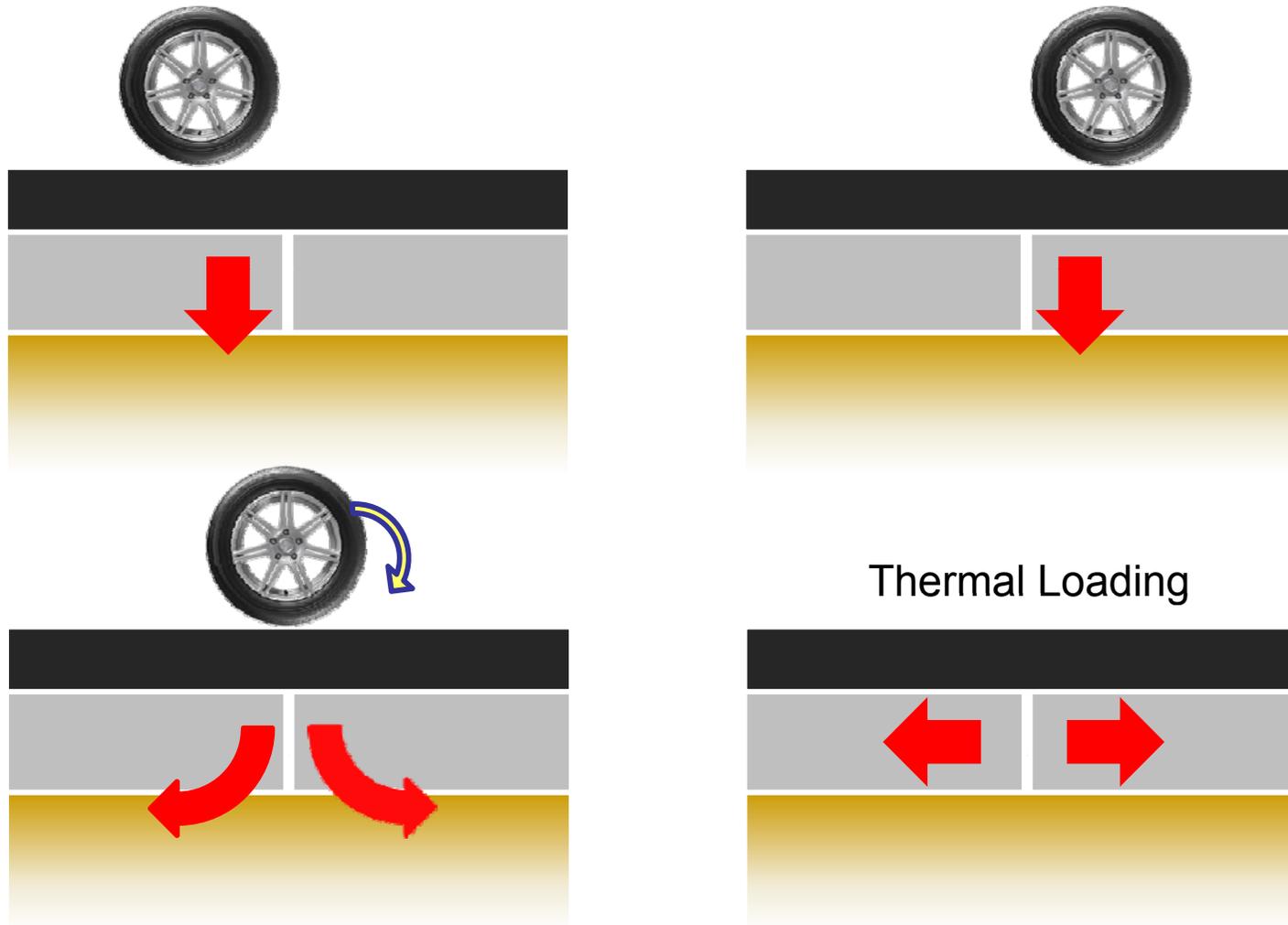
Geomembrane



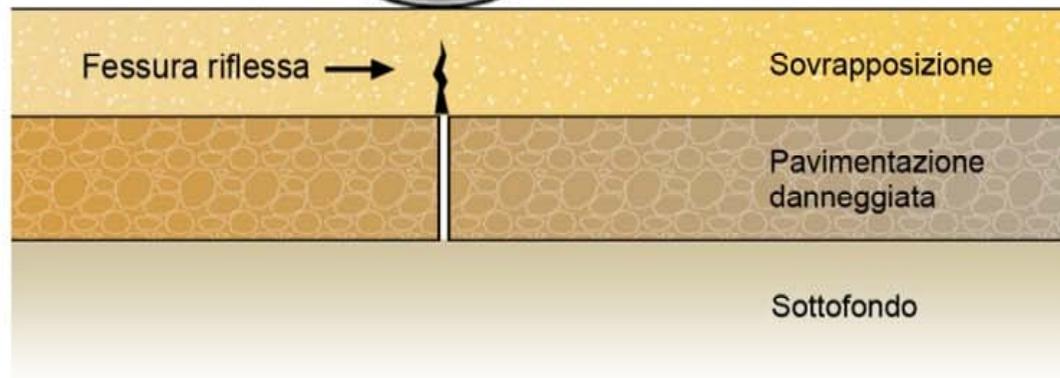
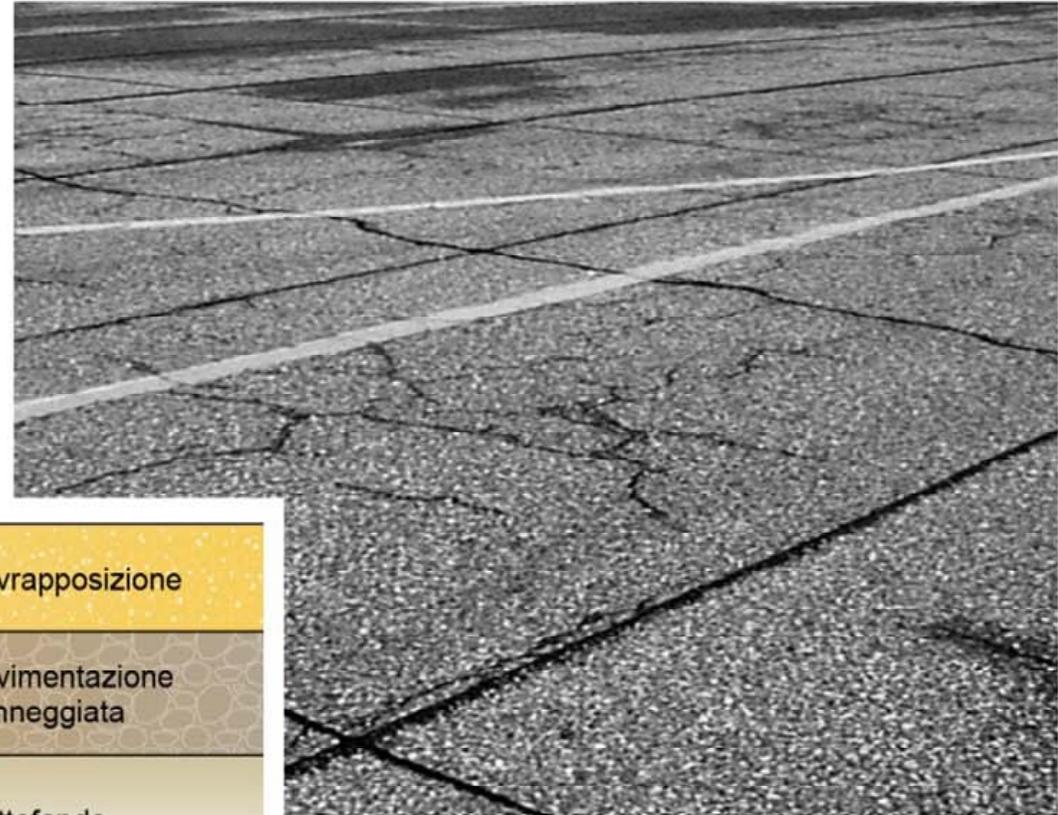
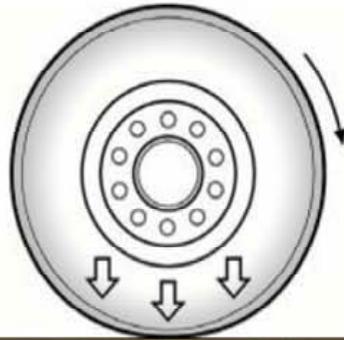
Geocompositi



Reflective Cracking



Reflective Cracking

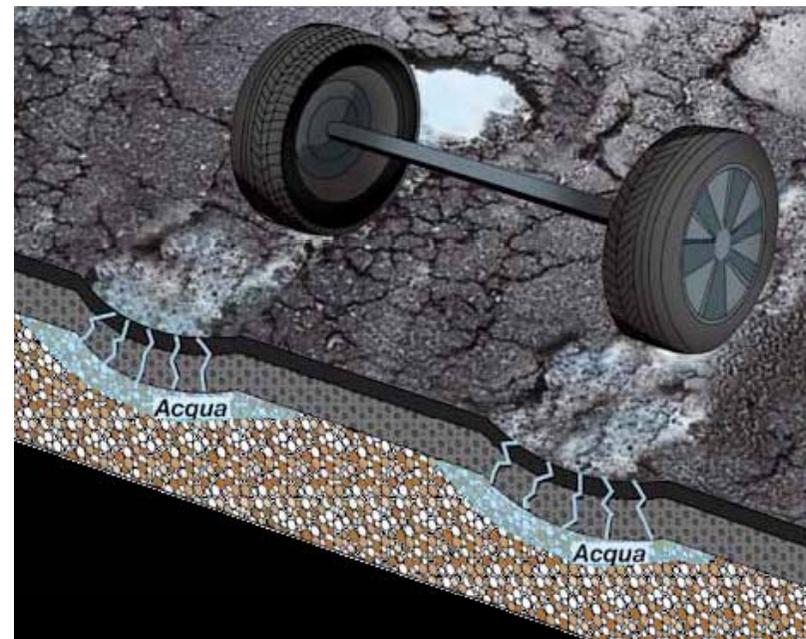


Geomembrane nelle Pavimentazioni Stradali

□ “Rilassamento” degli sforzi (SAMI)

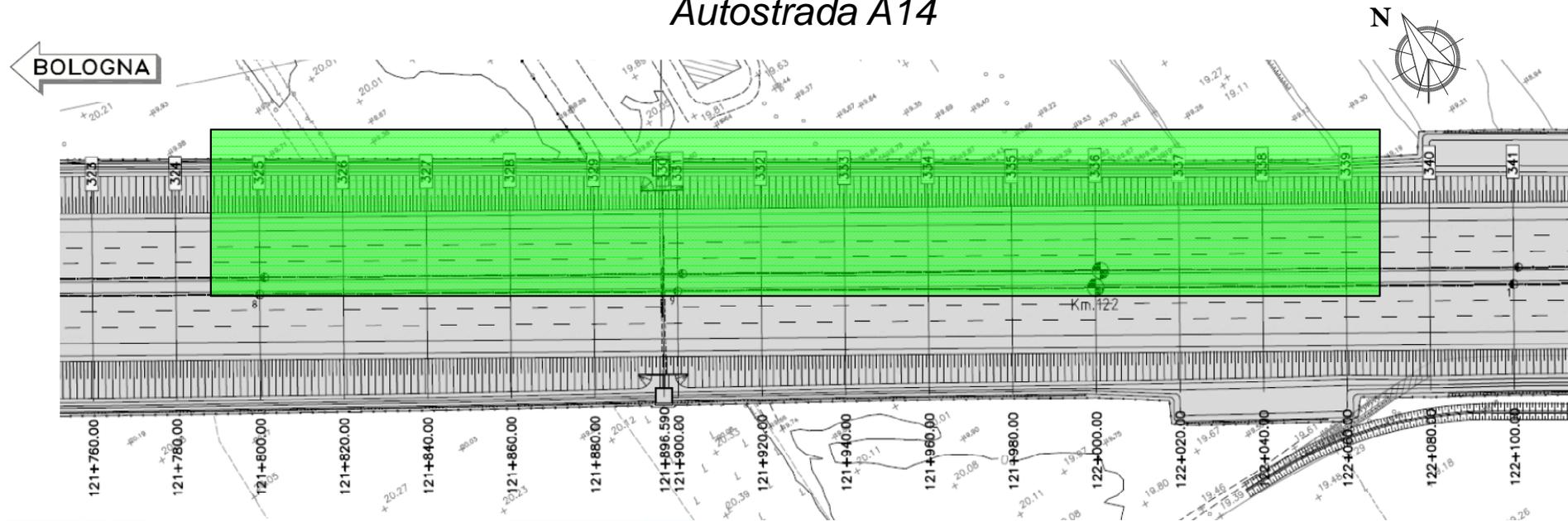


□ Effetto impermeabilizzante



Realizzazione Tronco Pilota

Autostrada A14



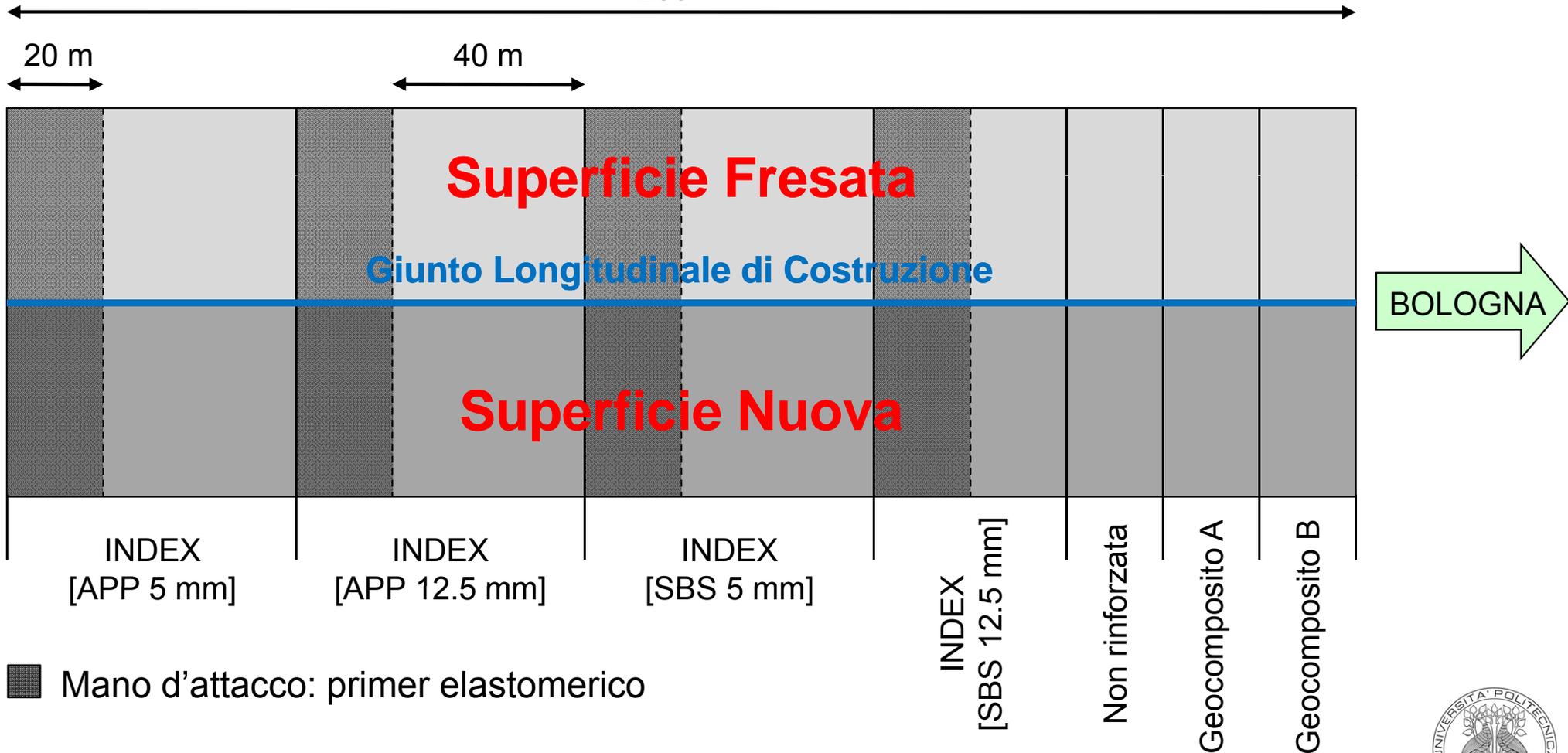
**Ampliamento alla terza corsia Autostrada A14
Tratto Rimini Nord – Cattolica
Carreggiata Nord – km 122**

**Lunghezza tronco pilota: 280 m
6 geocompositi di rinforzo**

Realizzazione Tronco Pilota

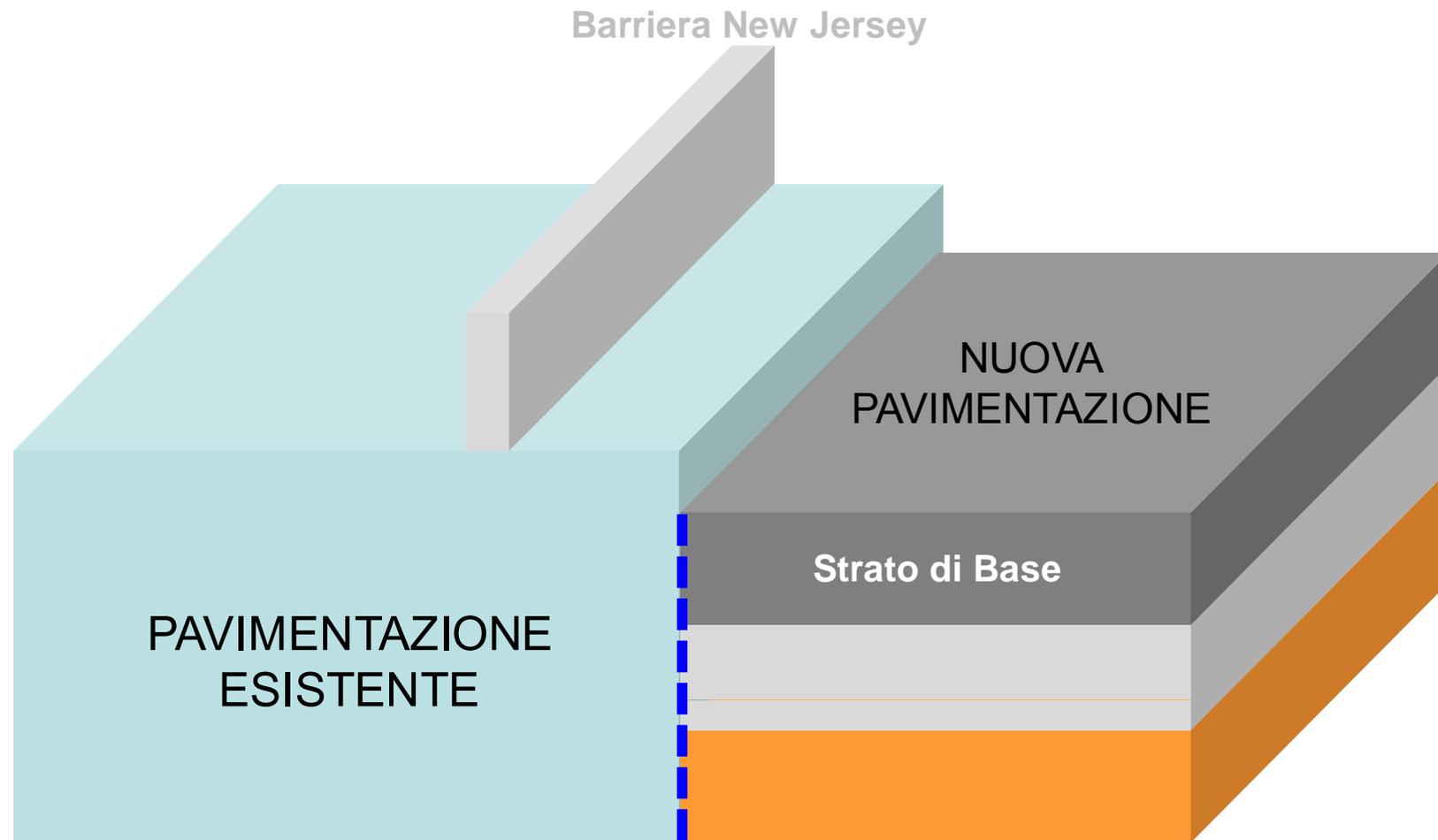
Autostrada A14

280 m



Realizzazione Tronco Pilota

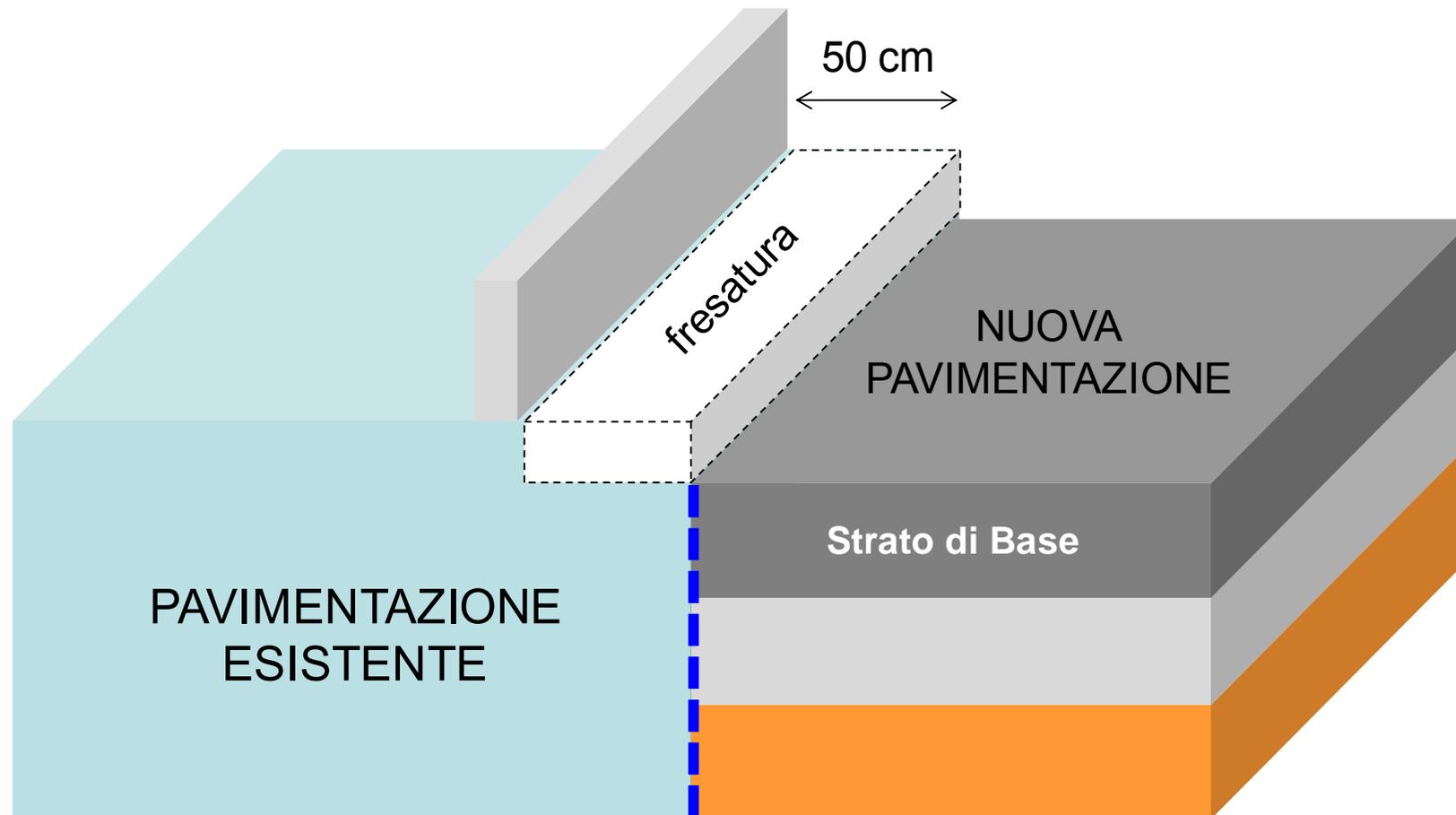
Autostrada A14



Giunto Longitudinale di Costruzione

Realizzazione Tronco Pilota

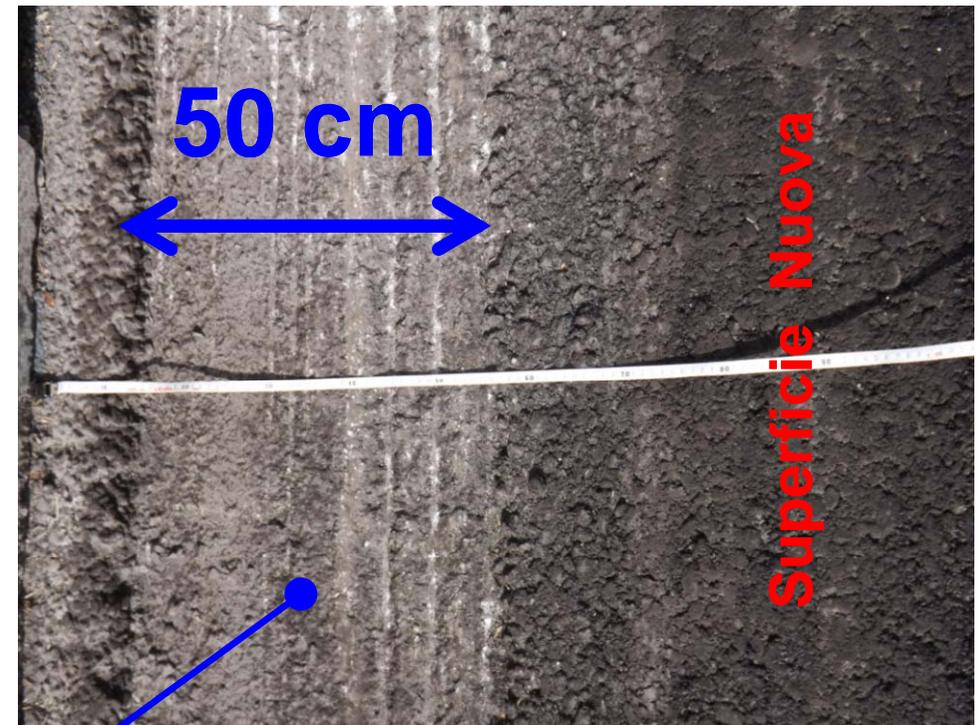
Autostrada A14 – km 122 direzione Nord



Giunto Longitudinale di Costruzione

Realizzazione Tronco Pilota

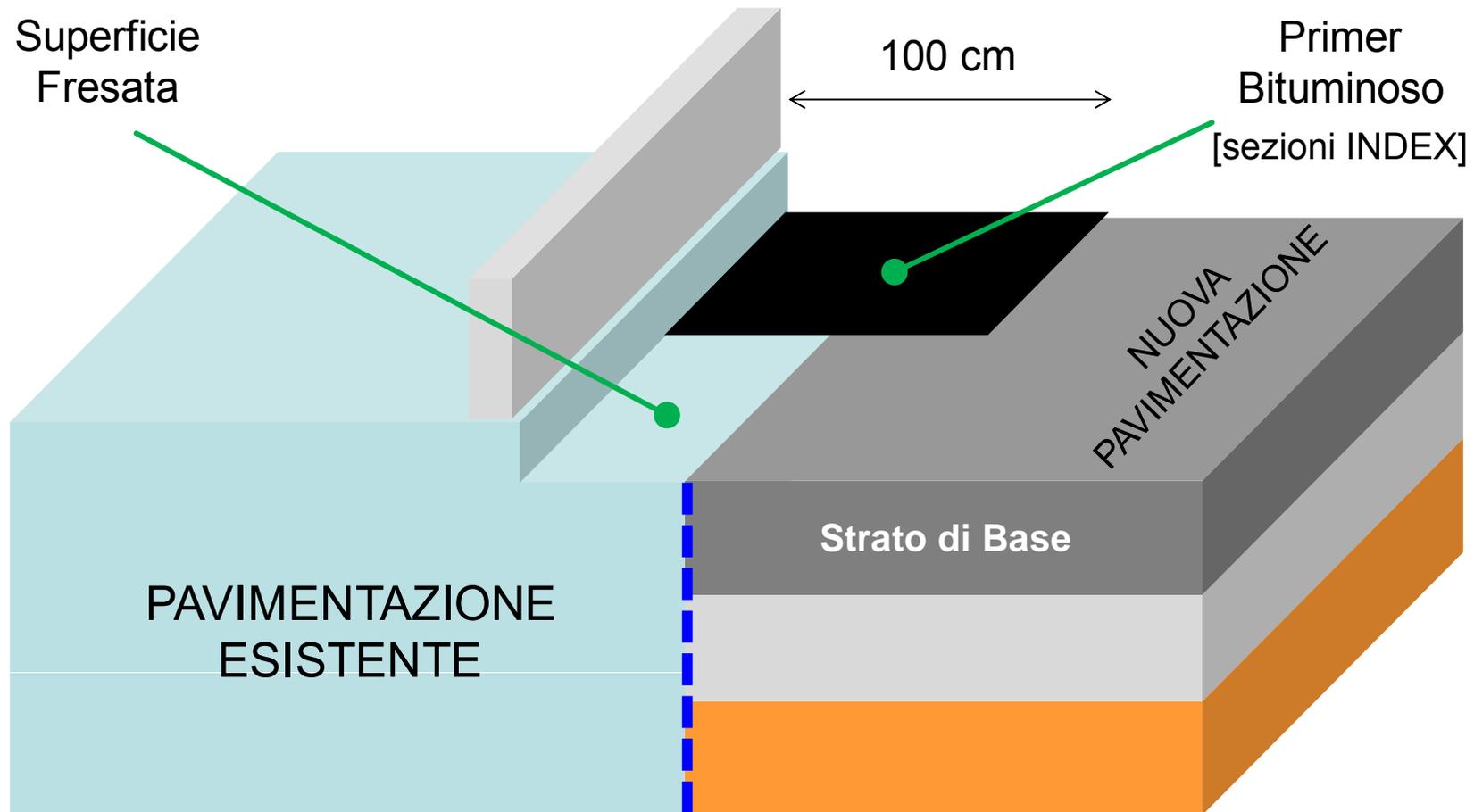
Autostrada A14



Superficie Fresata

Realizzazione Tronco Pilota

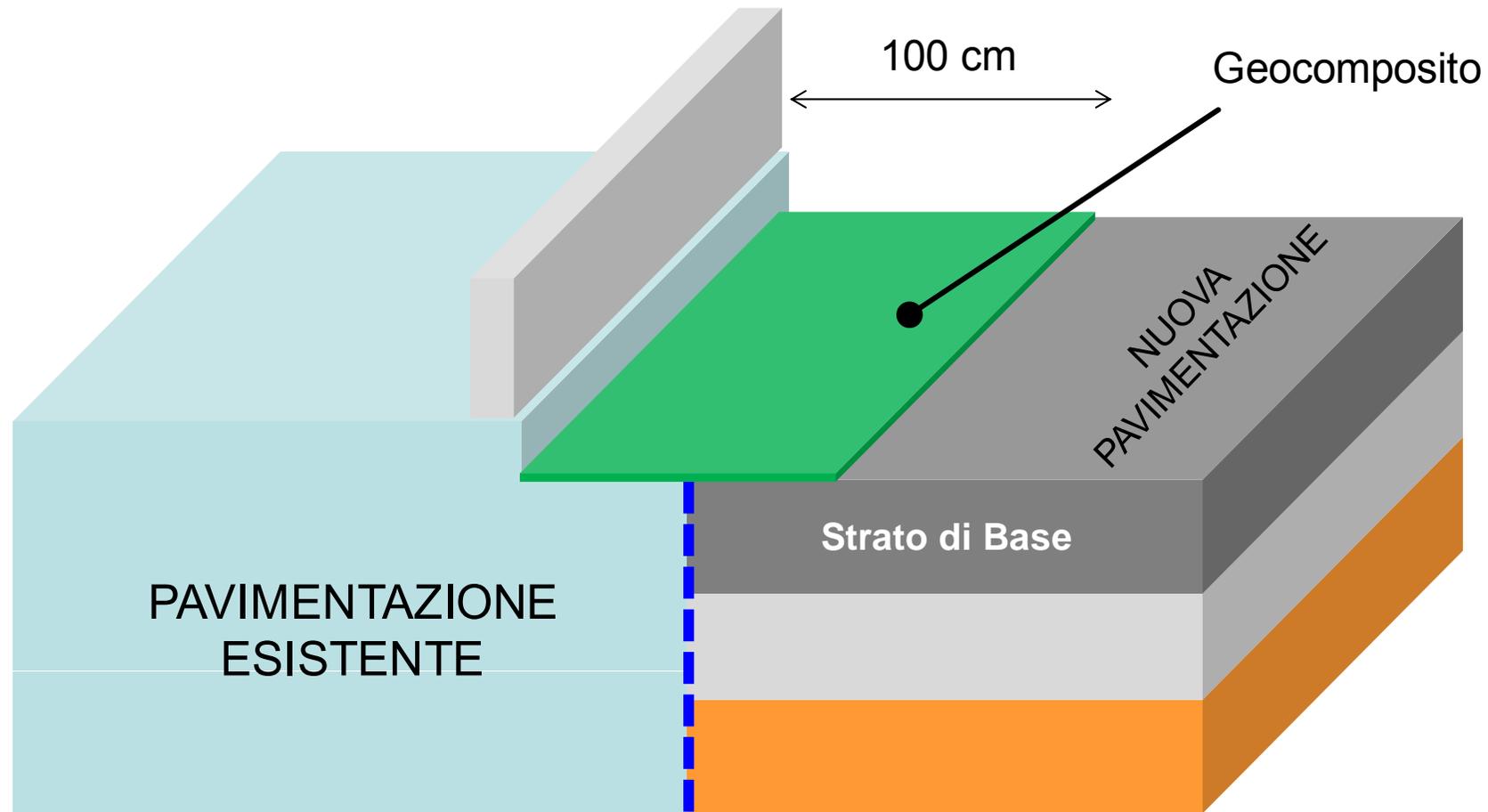
Autostrada A14



Giunto Longitudinale di Costruzione

Realizzazione Tronco Pilota

Autostrada A14



Giunto Longitudinale di Costruzione

Realizzazione Tronco Pilota

Autostrada A14



Realizzazione Tronco Pilota

Autostrada A14



Giunto Longitudinale di Costruzione

Realizzazione Tronco Pilota

Autostrada A14

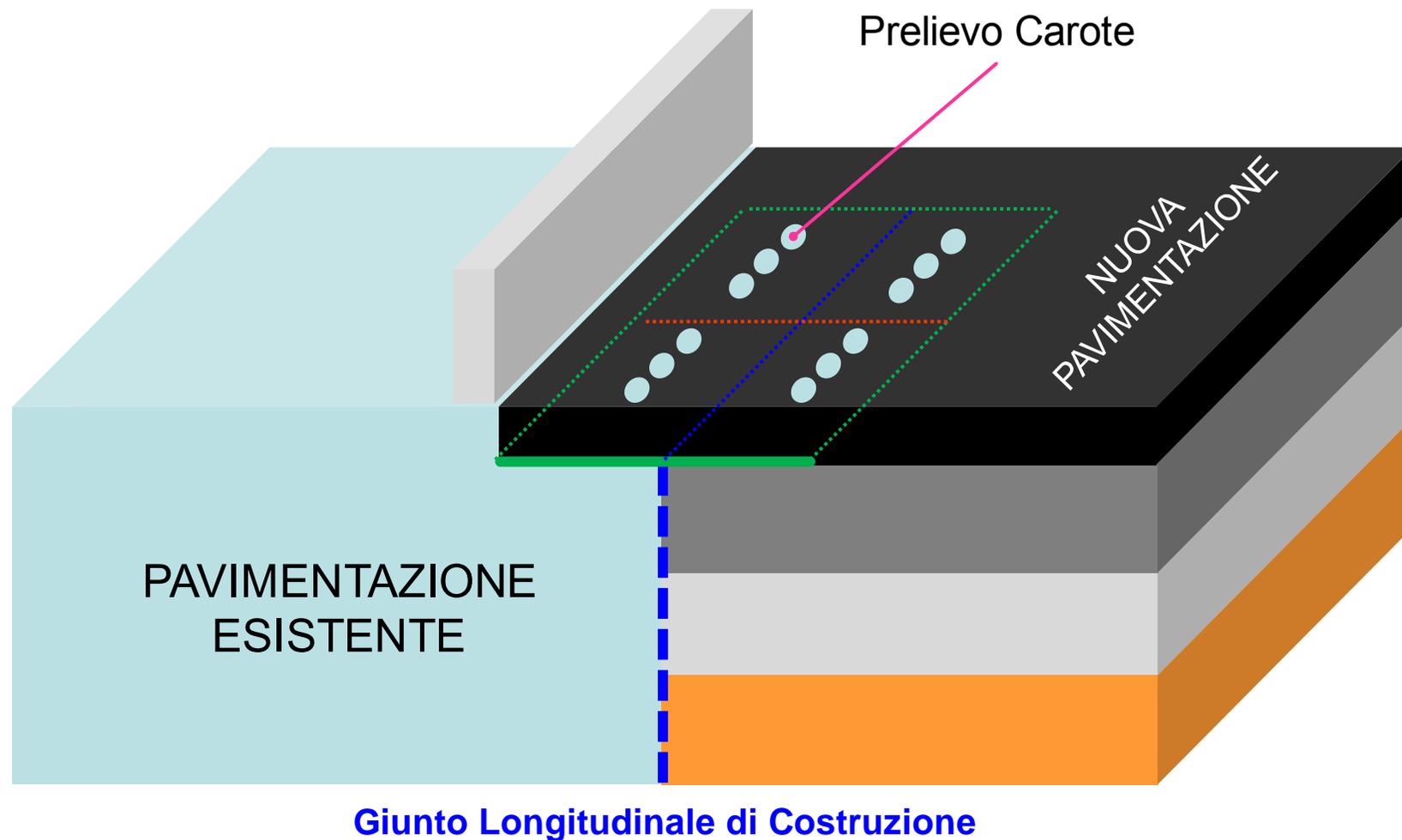
Nuovo strato di binder



Geocomposito

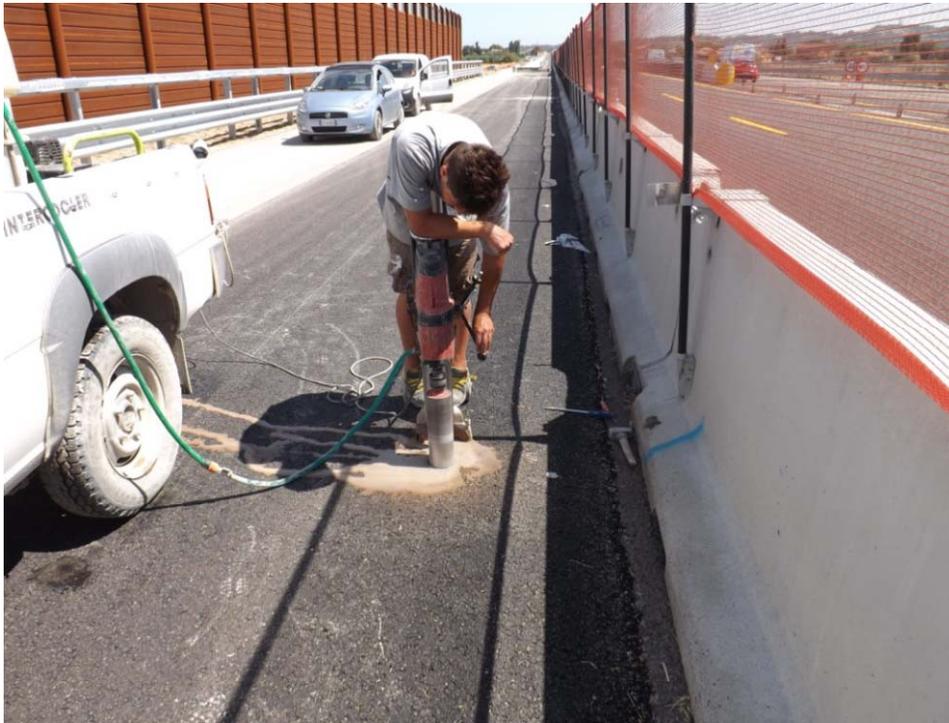
Realizzazione Tronco Pilota

Autostrada A14



Realizzazione Tronco Pilota

Autostrada A14



Programma Sperimentale di Laboratorio

Geocompositi/1

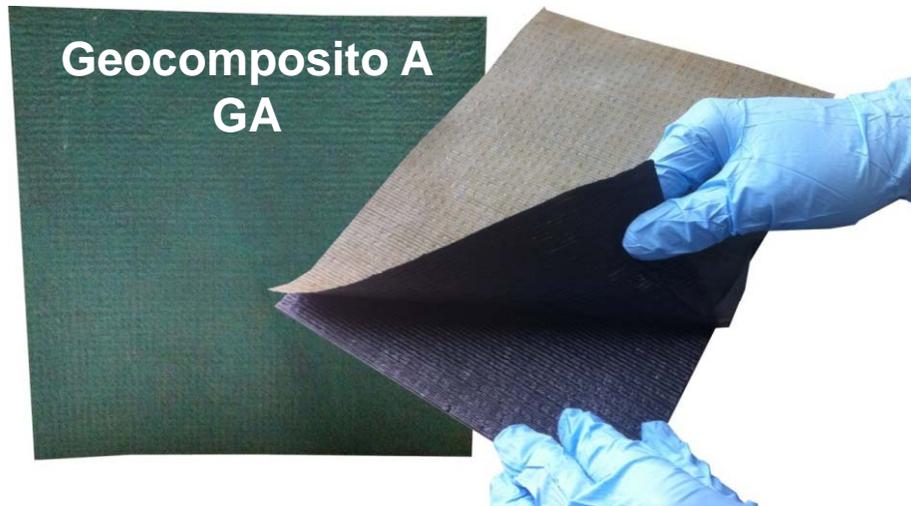
- 4 geocompositi di rinforzo INDEX:
 - 2 tipologie di compound (APP, SBS);
 - 2 griglie in fibra di vetro ($5.0 \times 5.0 \text{ mm}^2$, $12.5 \times 12.5 \text{ mm}^2$).



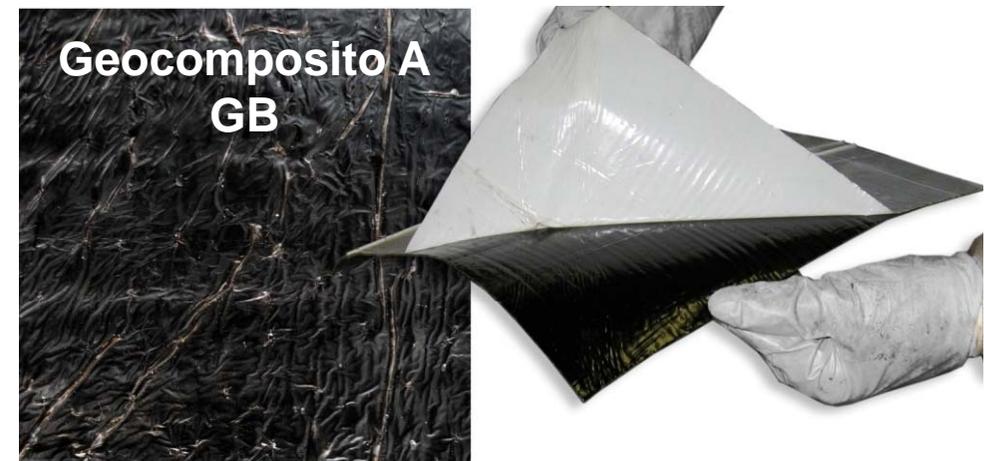
Programma Sperimentale di Laboratorio

Geocompositi/2

- 2 geocompositi di riferimento:
 - compound plastomerico (?);
 - rinforzo con tessuto in fibra di vetro.



Resistenza a trazione L/T: 40 kN/m

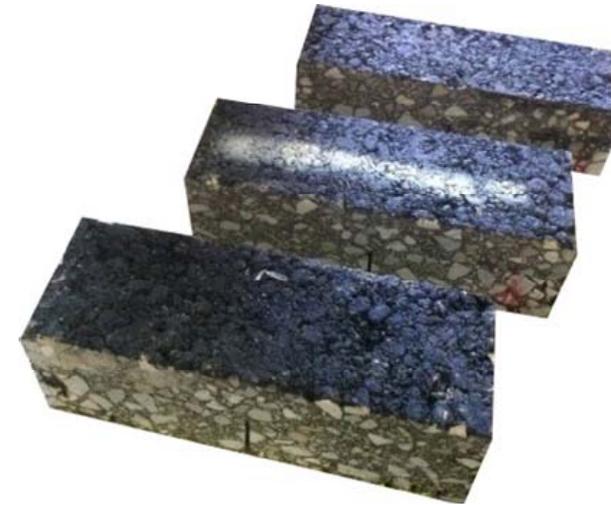


Resistenza a trazione L/T: 40/24 kN/m

Programma Sperimentale di Laboratorio

Preparazione campioni

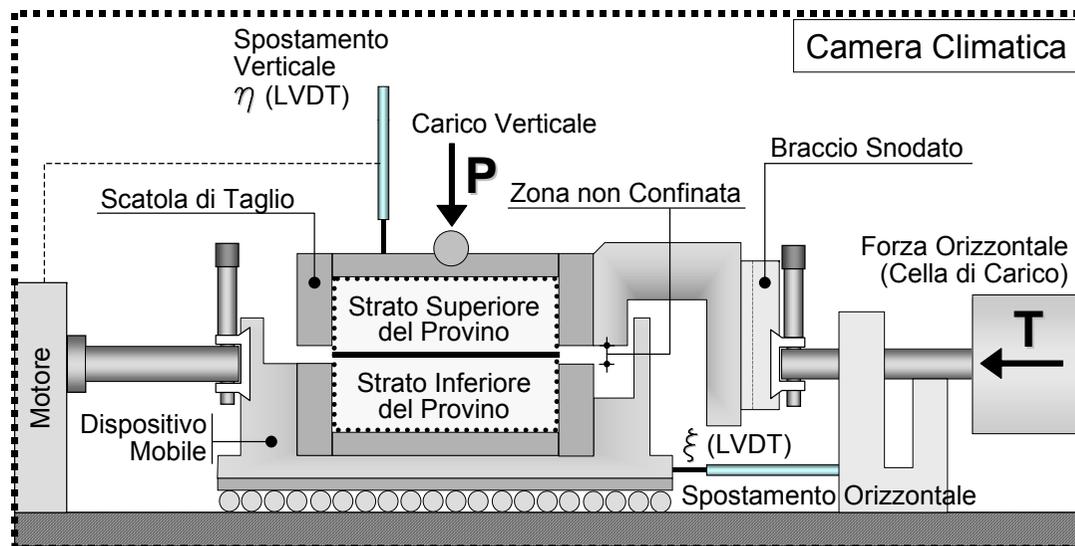
❑ Roller Compactor (UNI EN 12697-33)



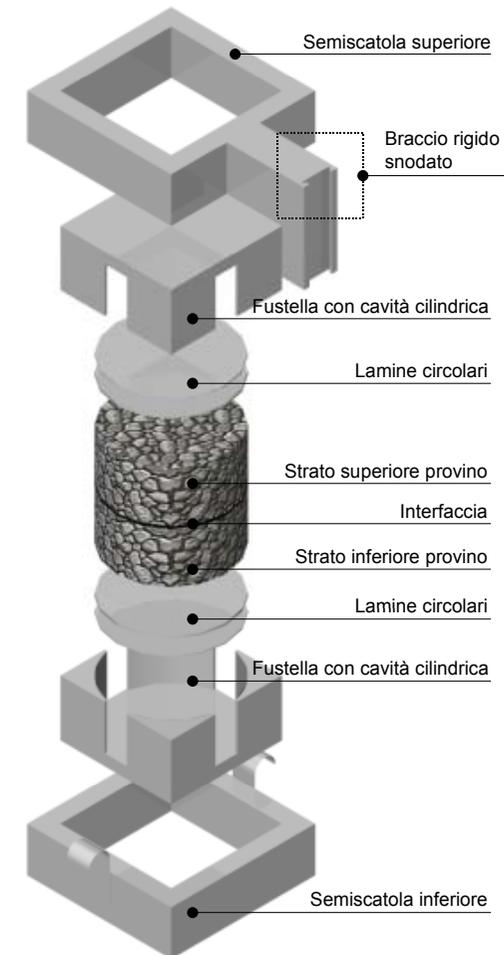
Programma Sperimentale di Laboratorio

Resistenza a taglio

□ Prova ASTRA – Norma UNI/TS 11214

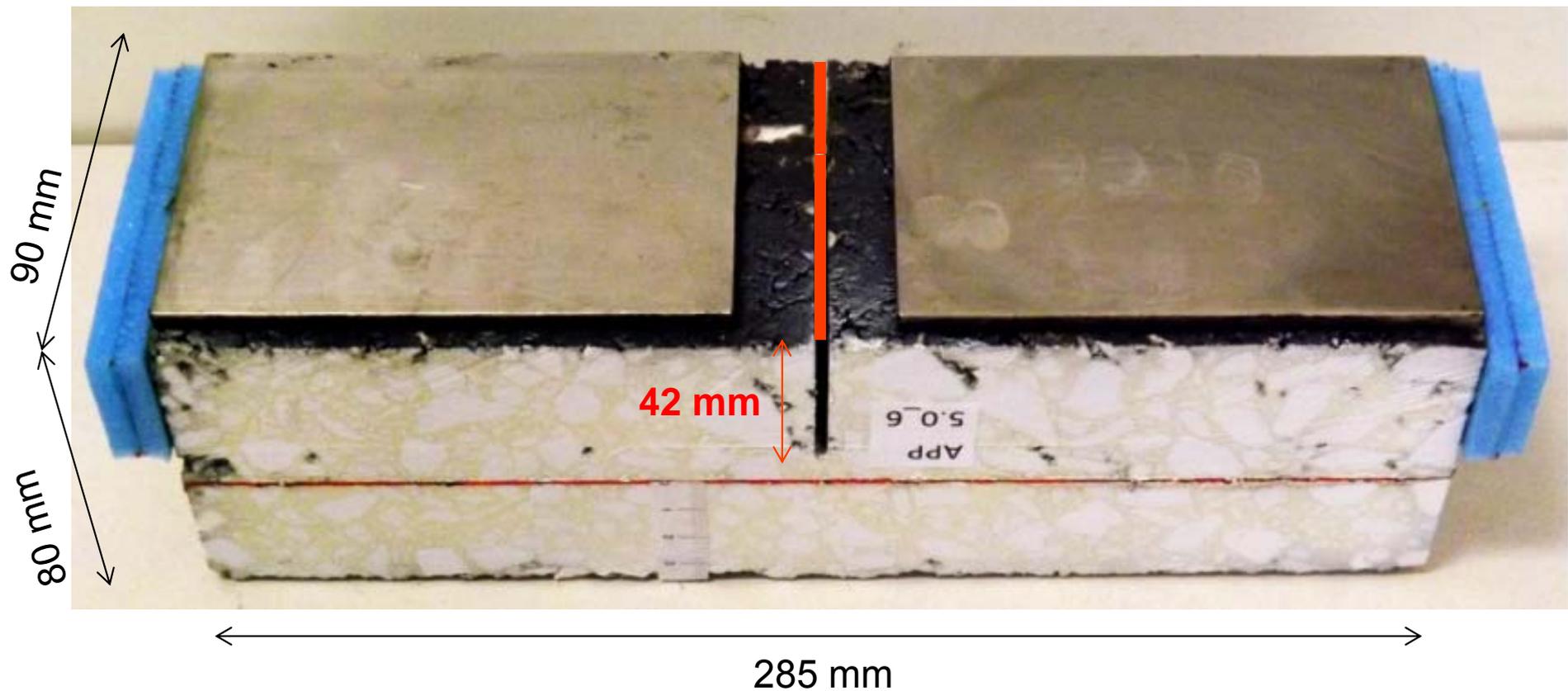


- Preparazione provini con materiali realmente usati in sito;
- condizioni al contorno:
 - GEOMETRICHE (carichi e configurazione);
 - AMBIENTALI (temperatura $-20/+60\text{ °C}$ e U.R.);
- velocità di avanzamento = 2,5 mm/min in condizioni standard



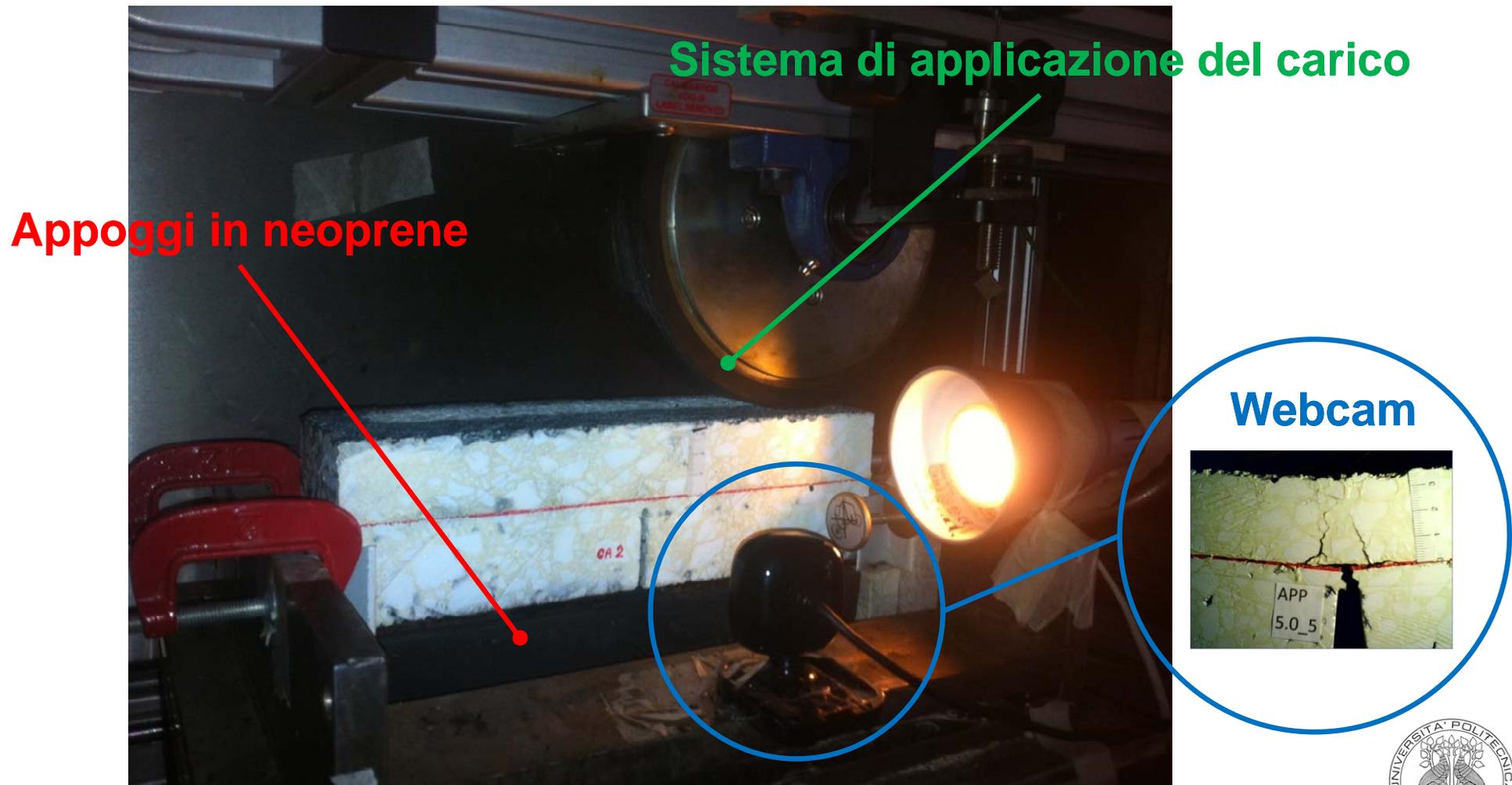
Programma Sperimentale di Laboratorio

Resistenza alla fessurazione di riflessione



Programma Sperimentale di Laboratorio

Resistenza alla fessurazione di riflessione



Programma Sperimentale di Laboratorio

Programma di prove

PROVA ASTRA

Configurazione	Provini di laboratorio (T = 20°C)			Provini prelevati in sito (T = 20°C, $\sigma = 0.2$ MPa)			
	$\sigma = 0.0$ MPa	$\sigma = 0.2$ MPa	$\sigma = 0.4$ MPa	Superficie nuova		Superficie fresata	
				con primer	senza primer	con primer	senza primer
Non rinforzata	3	3	3	-	3	-	-
APP5.0	3	3	3	3	3	3	3
APP12.5	3	3	3	3	3	3	3
SBS5.0	3	3	3	3	3	3	3
SBS12.5	3	3	3	3	3	3	3
Geocomposito A	3	3	3	-	3	-	3
Geocomposito B	3	3	3	-	3	-	3

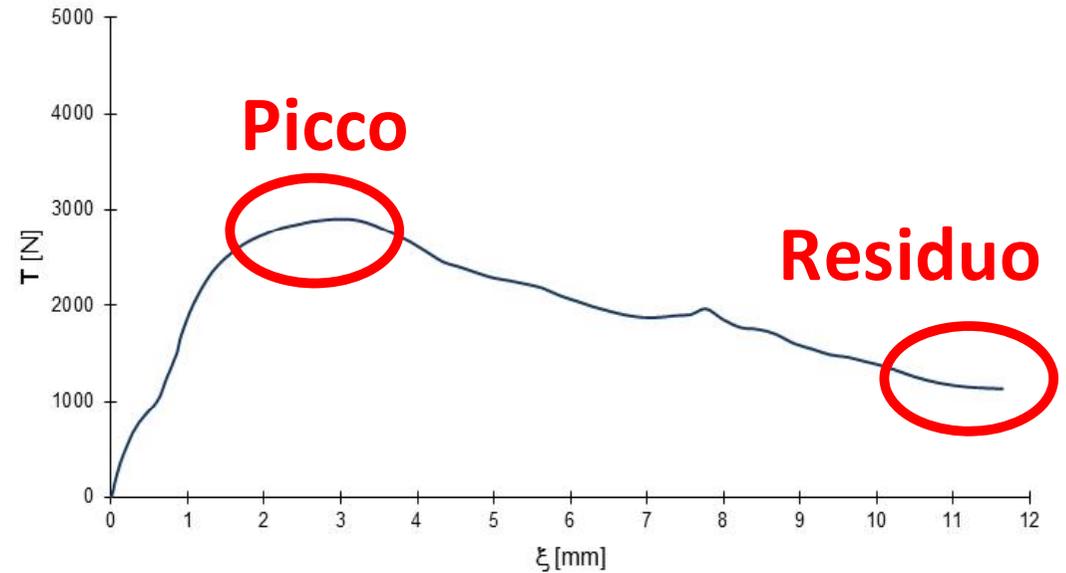
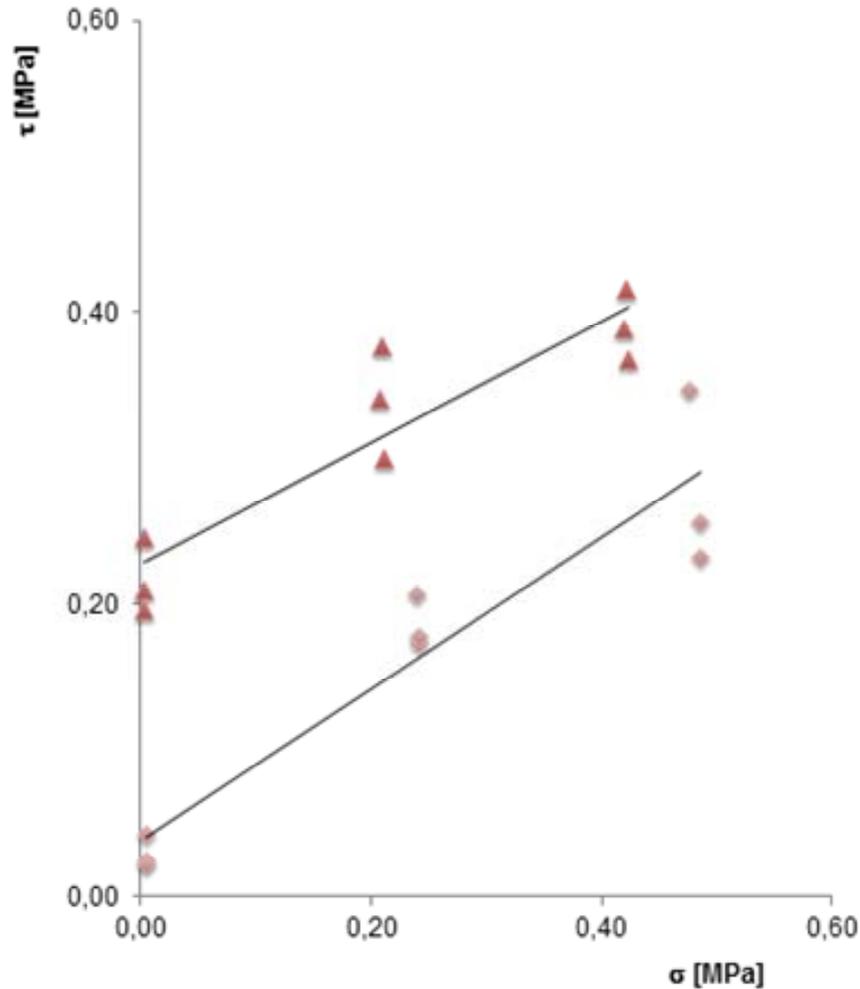
REFLECTIVE CRACKING TEST

Configurazione	Provini di laboratorio (T = 30°C)	
	Carico = 520 N	Carico = 615 N
Non rinforzata	2	-
APP5.0	2	2
APP12.5	2	2
SBS5.0	2	2
SBS12.5	2	2
Geocomposito A	2	-
Geocomposito B	2	-

126 Prove ASTRA
22 Prove Anti-reflective Cracking

Elaborazione Risultati

Prova ASTRA



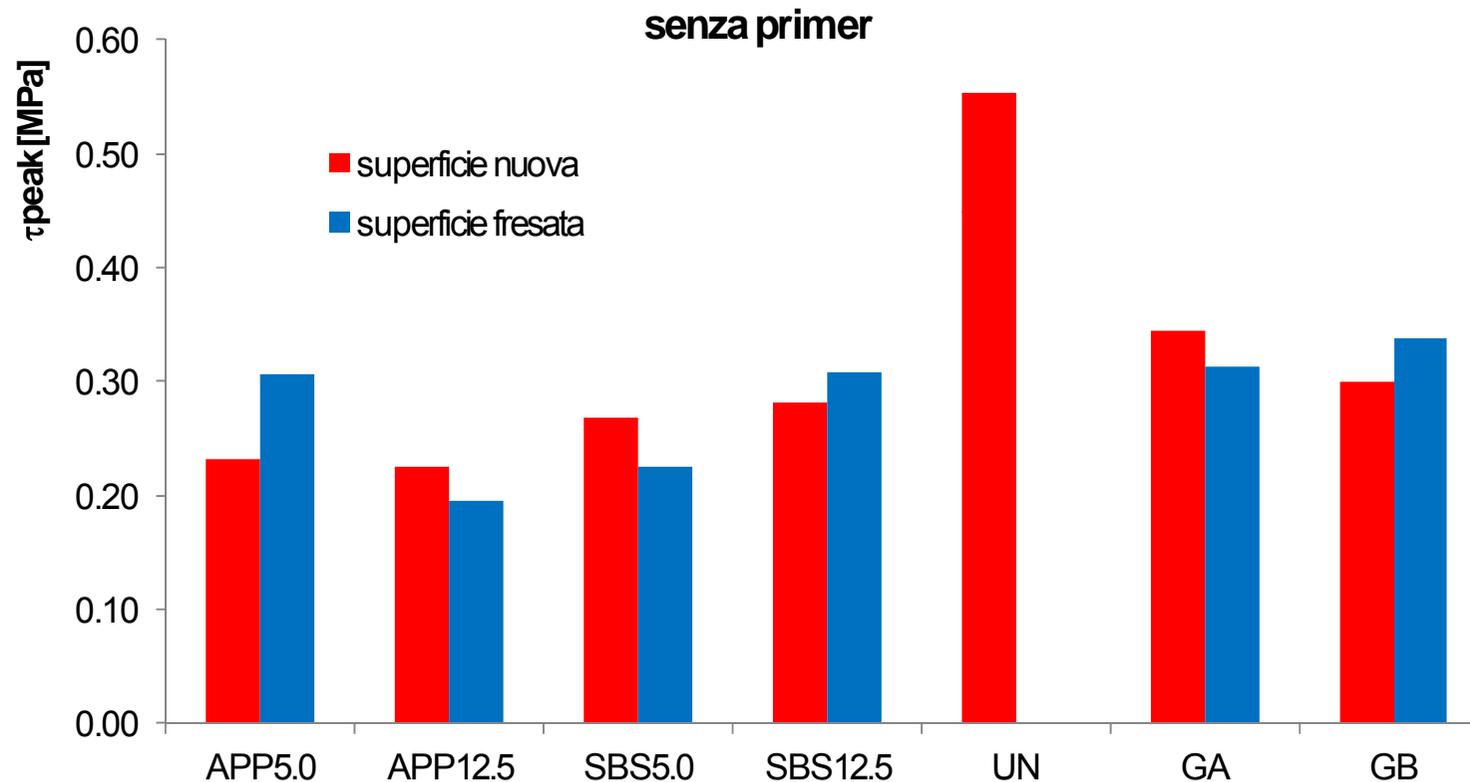
$$\tau_{peak} = \sigma_n \tan \varphi_{peak} + c_0$$

$$\tau_{res} = \sigma_n \tan \varphi_{res} + c_{res}$$

Analisi Risultati

Prova ASTRA

Campioni prelevati in sito – $T = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$; $\sigma = 0.2\text{ MPa}$



- ❑ Resistenza a taglio ridotta in presenza del rinforzo (sup. nuova)
- ❑ Resistenza a taglio garantita in presenza di superficie fresata

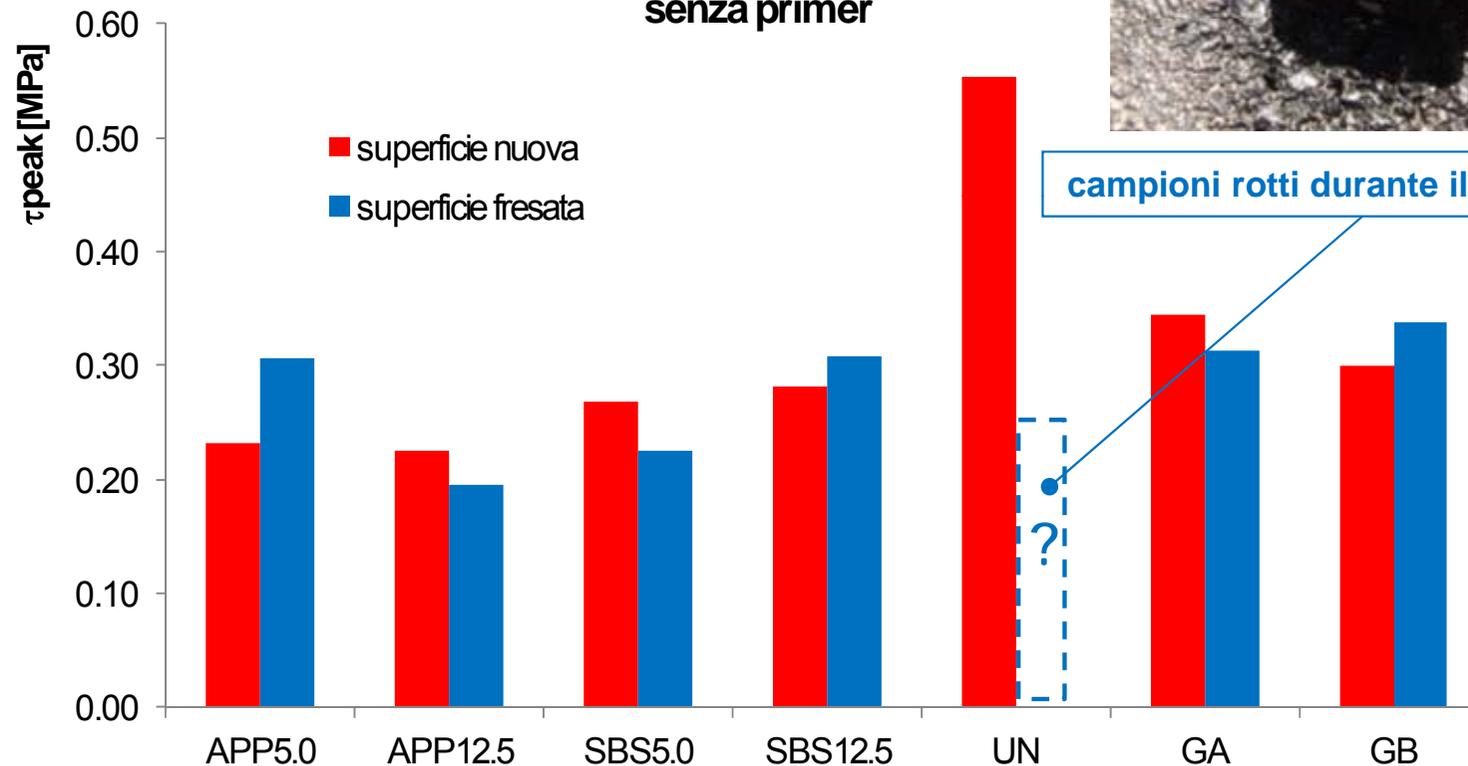


Analisi Risultati

Prova ASTRA

Campioni prelevati in sito – $T = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$; $\sigma_c = 10\text{ MPa}$

senza primer



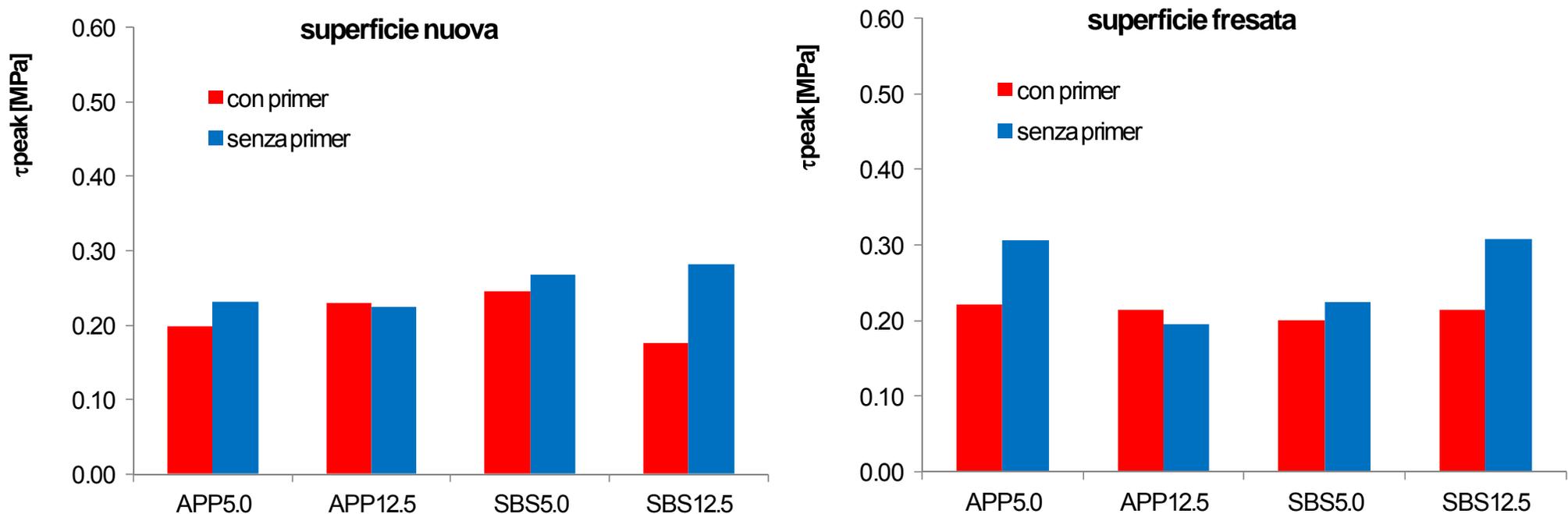
campioni rotti durante il carotaggio

- ❑ Resistenza a taglio ridotta in presenza del rinforzo (sup. nuova)
- ❑ Resistenza a taglio garantita in presenza di superficie fresata

Analisi Risultati

Prova ASTRA

Campioni prelevati in sito – $T = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$; $\sigma = 0.2\text{ MPa}$

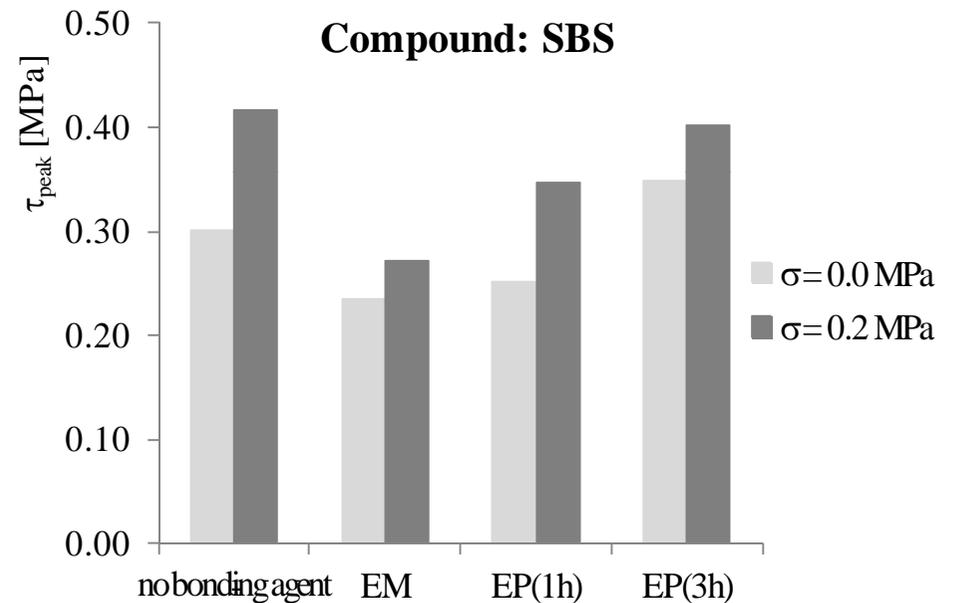
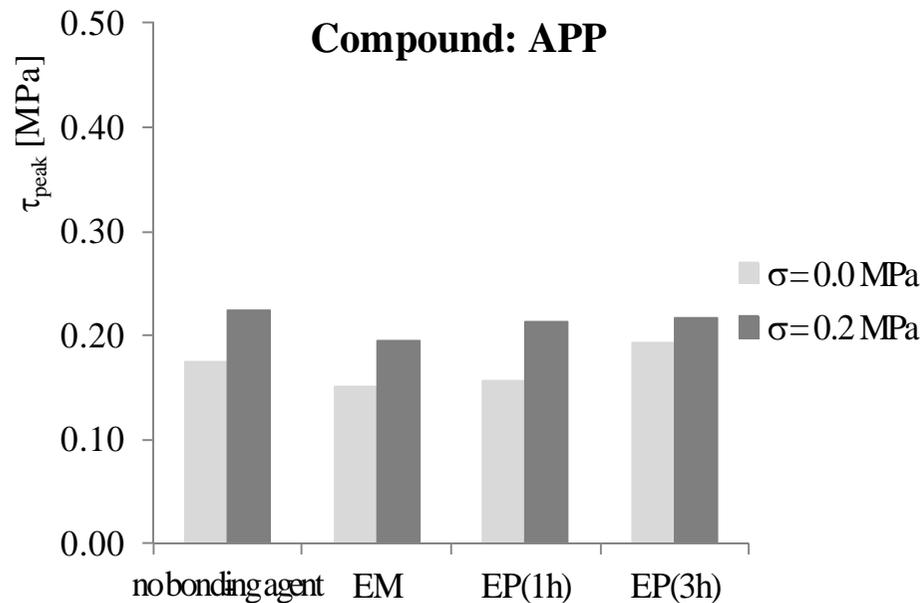


- ❑ Compound SBS garantisce prestazioni mediamente superiori
- ❑ Agente legante all'interfaccia inibisce membrana termo-adesiva

Sintesi Risultati Sperimentazione Precedente

Prova ASTRA

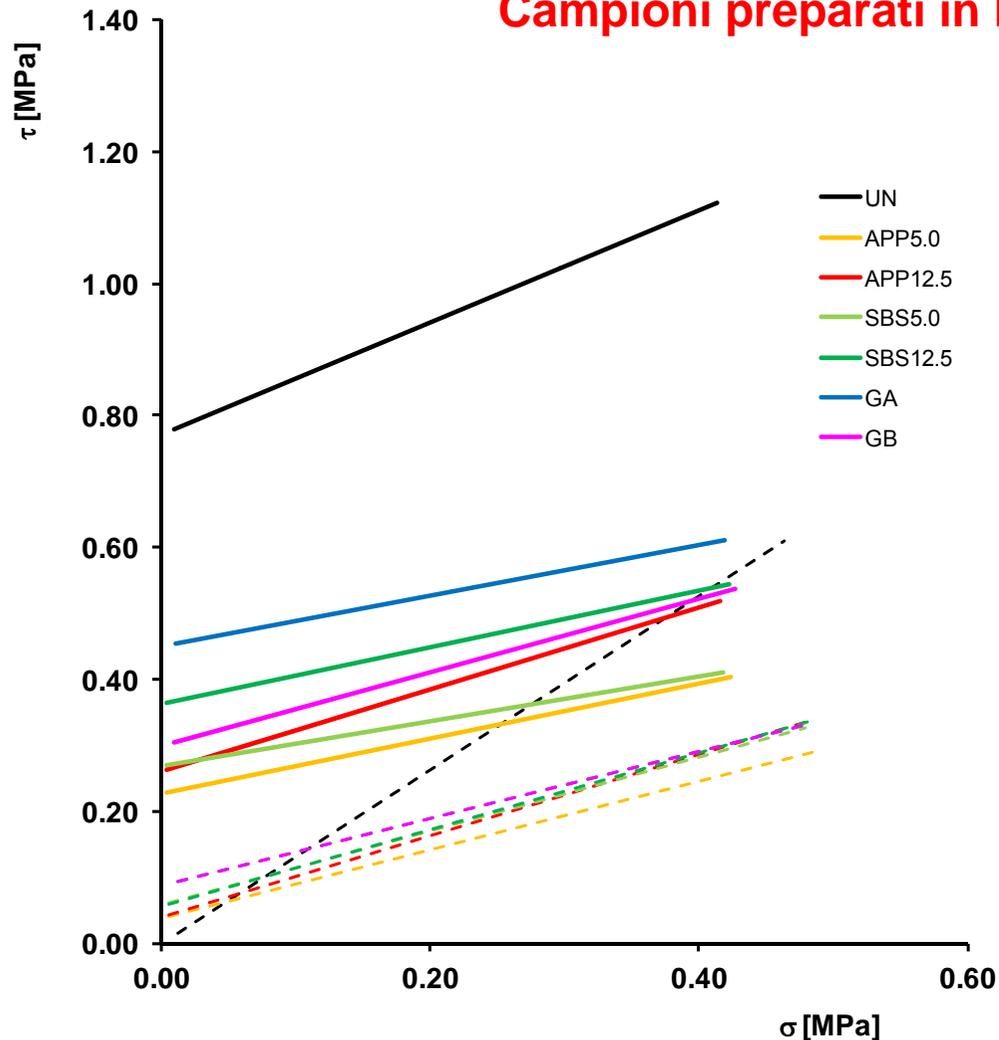
Influenza delle natura del compound



Analisi Risultati

Prova ASTRA

Campioni preparati in laboratorio – T = 20 °C

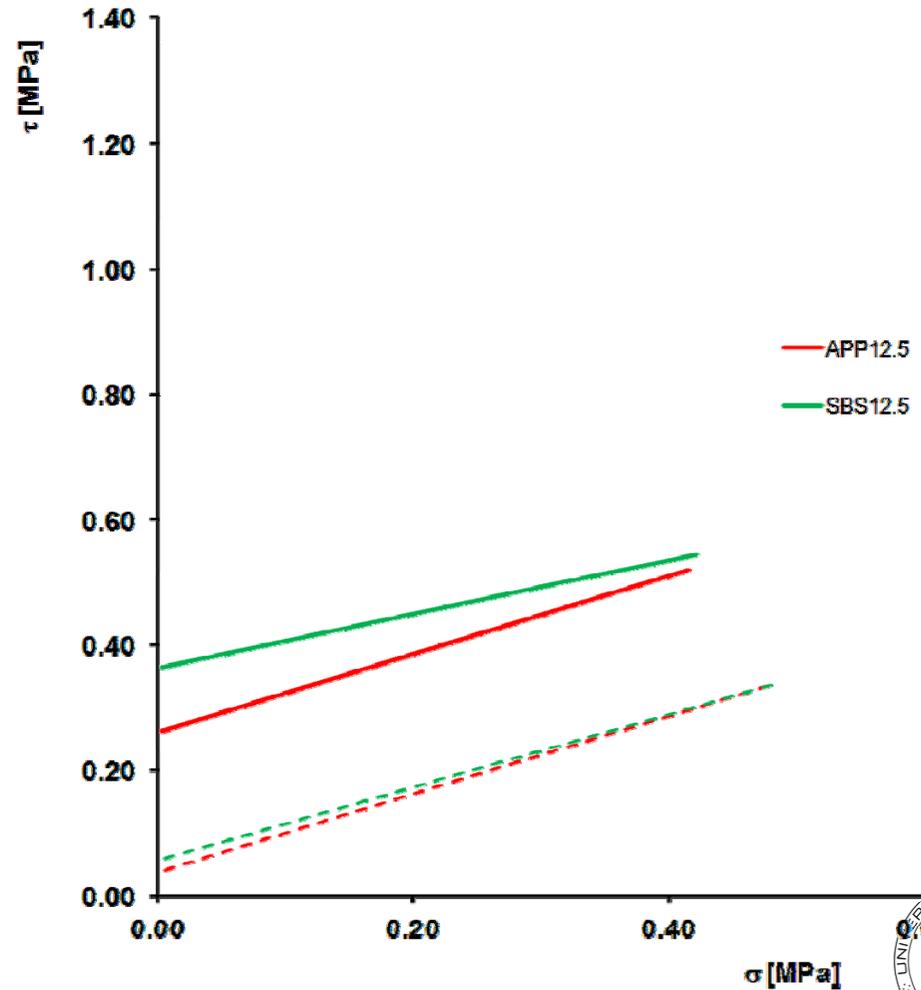
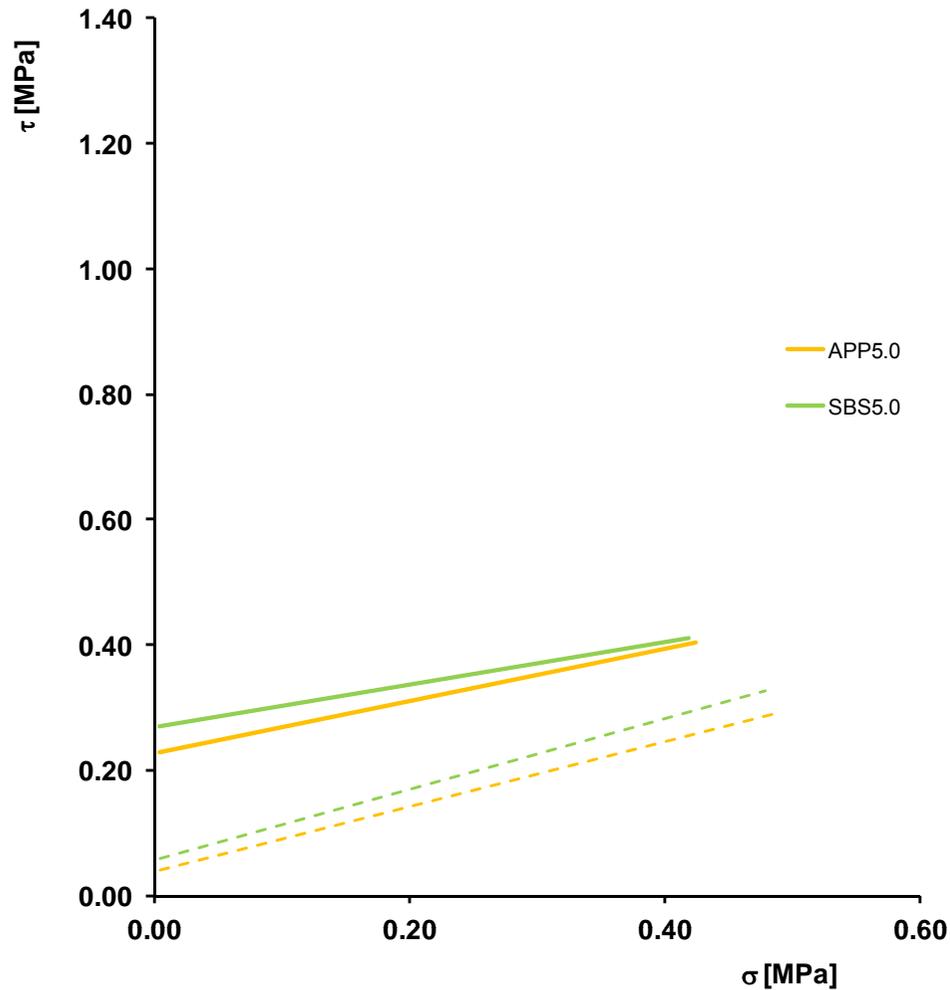


- Resistenza a taglio ridotta in presenza del rinforzo
- Presenza di coesione residua nelle condizioni di attrito (post-picco)
- Geocomposito A fornisce migliori prestazioni interfaccia

Analisi Risultati

Prova ASTRA

Campioni preparati in laboratorio – T = 20 °C



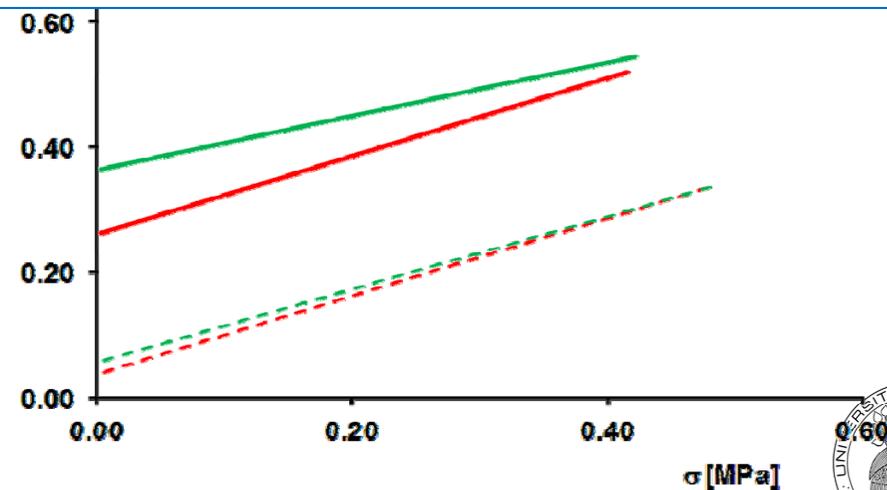
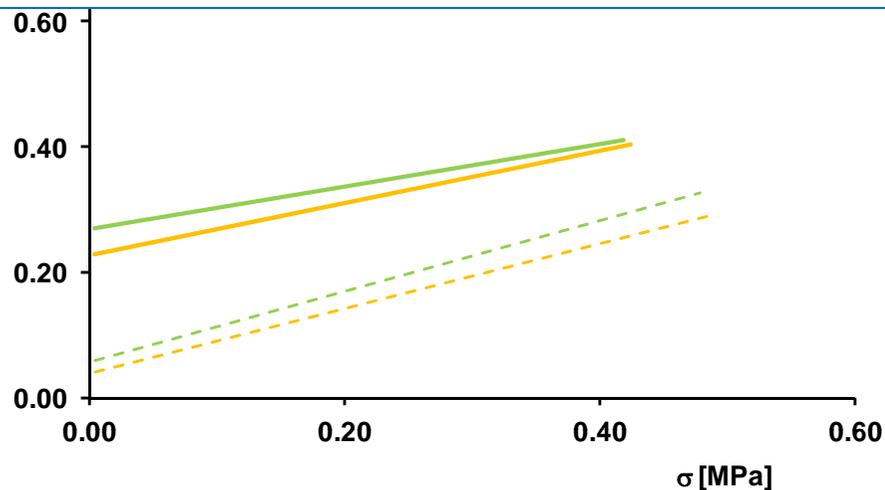
Analisi Risultati

Prova ASTRA

Campioni preparati in laboratorio – T = 20 °C



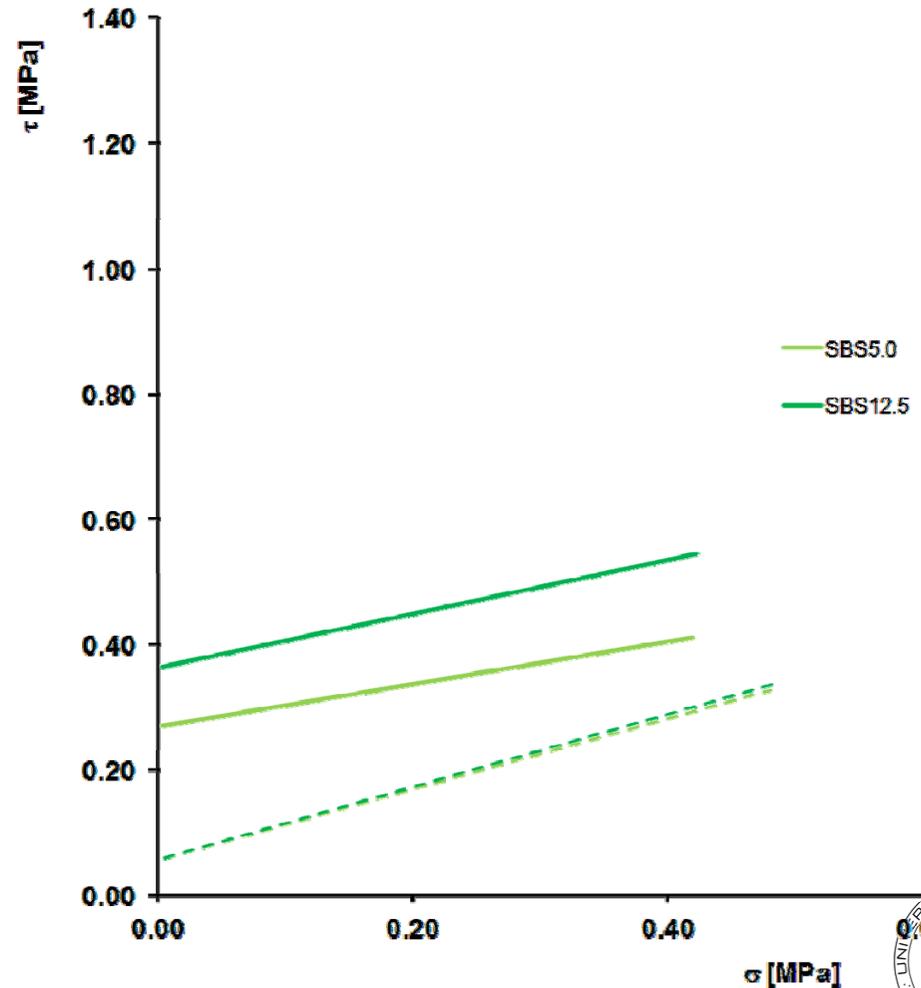
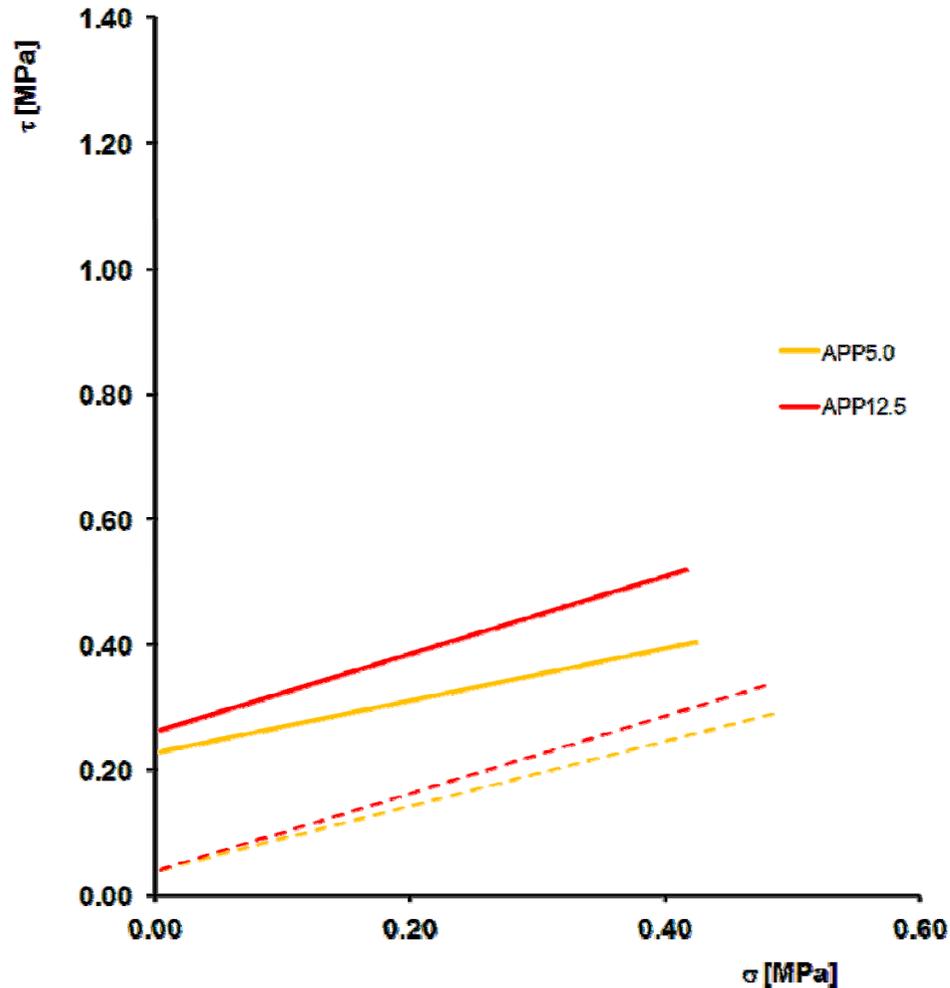
□ Compound SBS garantisce prestazioni mediamente superiori



Analisi Risultati

Prova ASTRA

Campioni preparati in laboratorio – T = 20 °C



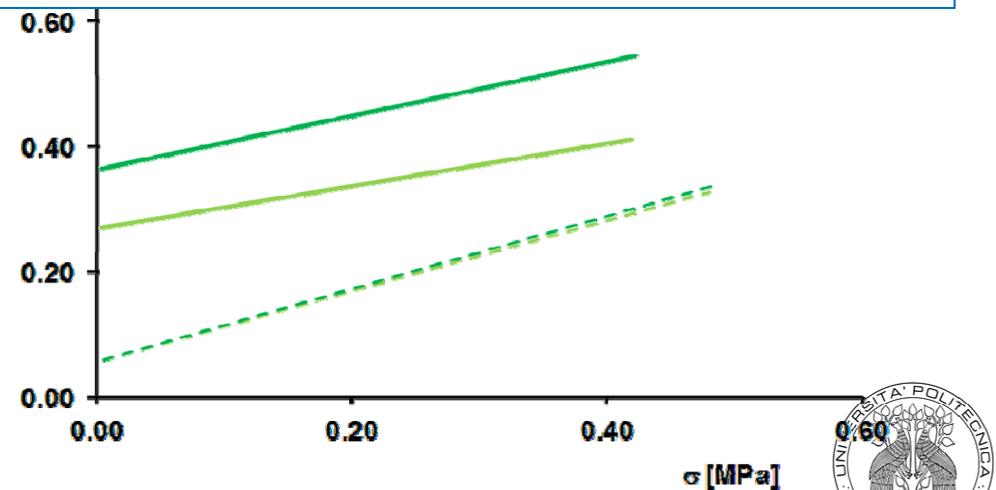
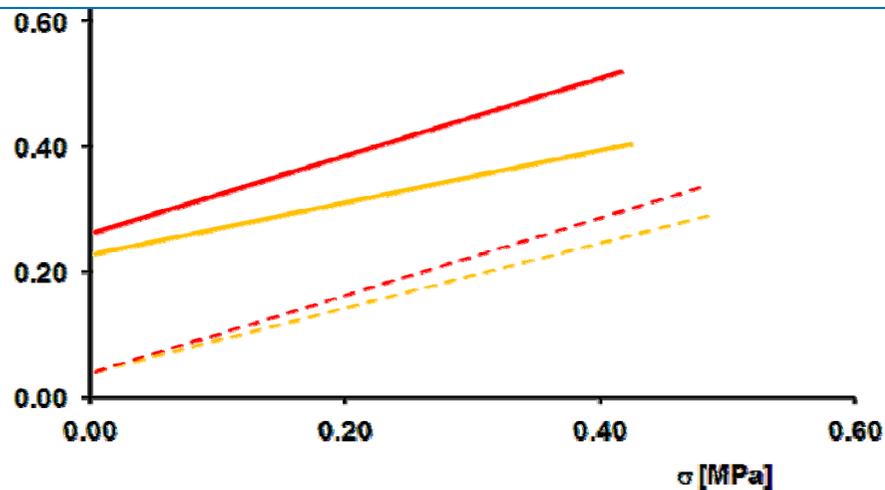
Analisi Risultati

Prova ASTRA

Campioni preparati in laboratorio – T = 20 °C



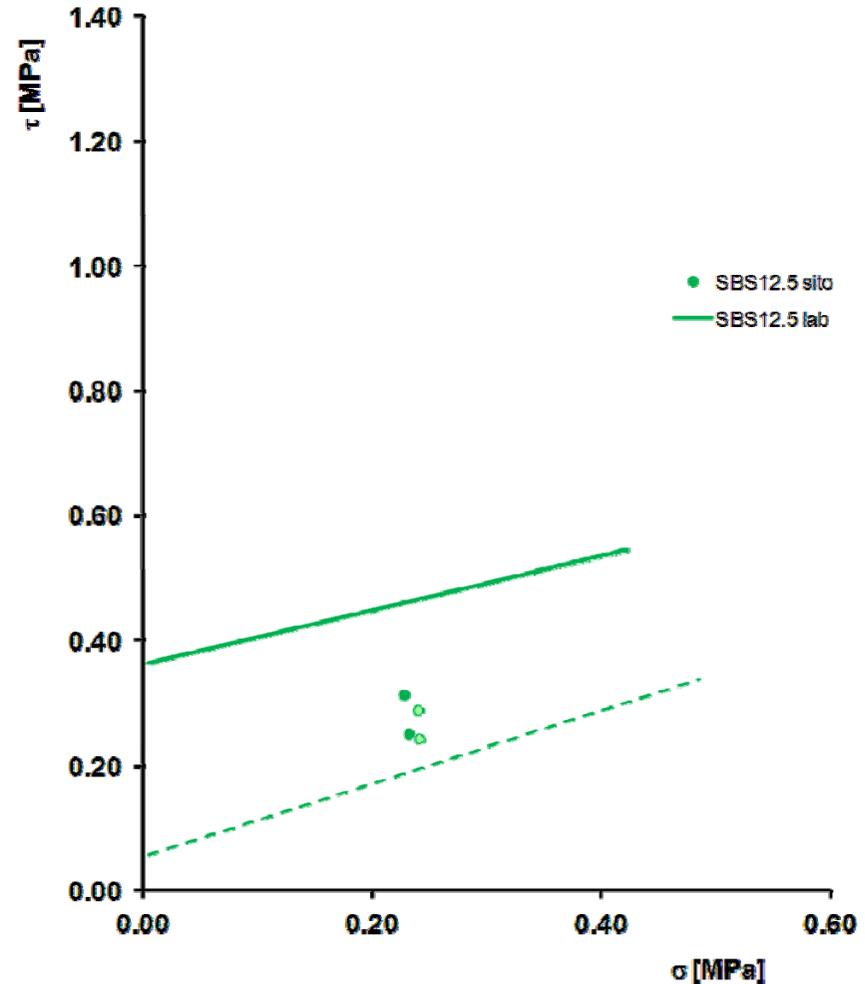
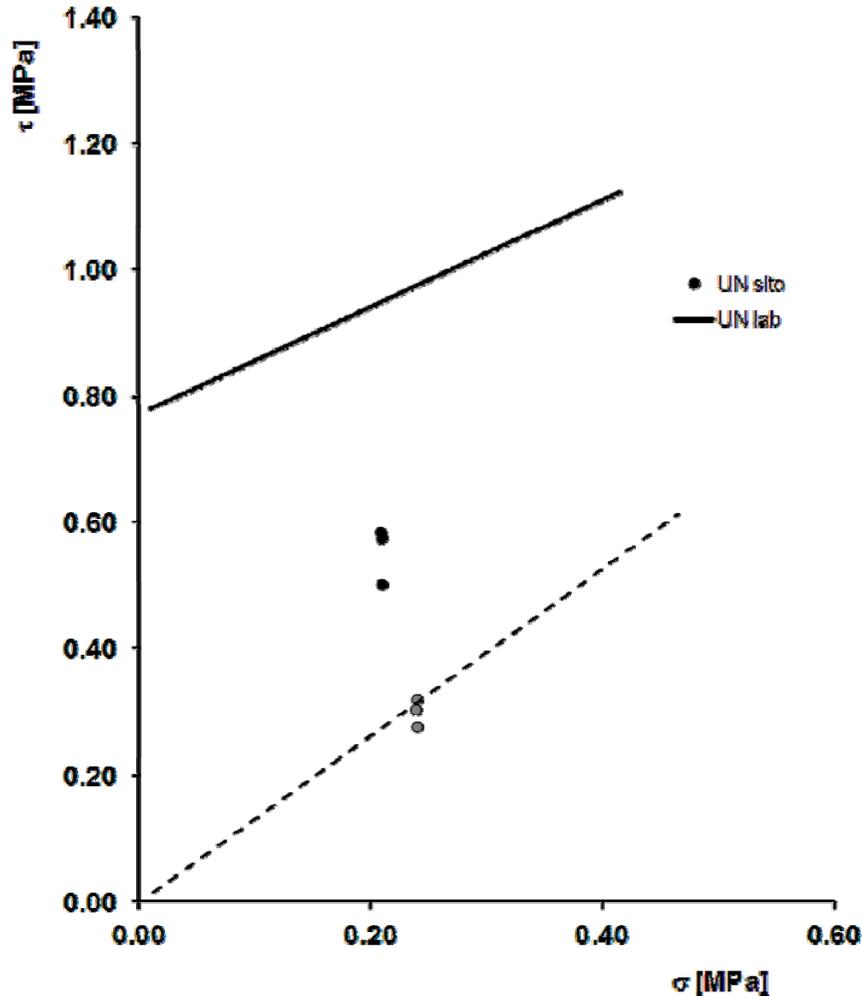
☐ Maglia della rete da 12.5 mm² evidenzia un migliore comportamento



Analisi Risultati

Prova ASTRA

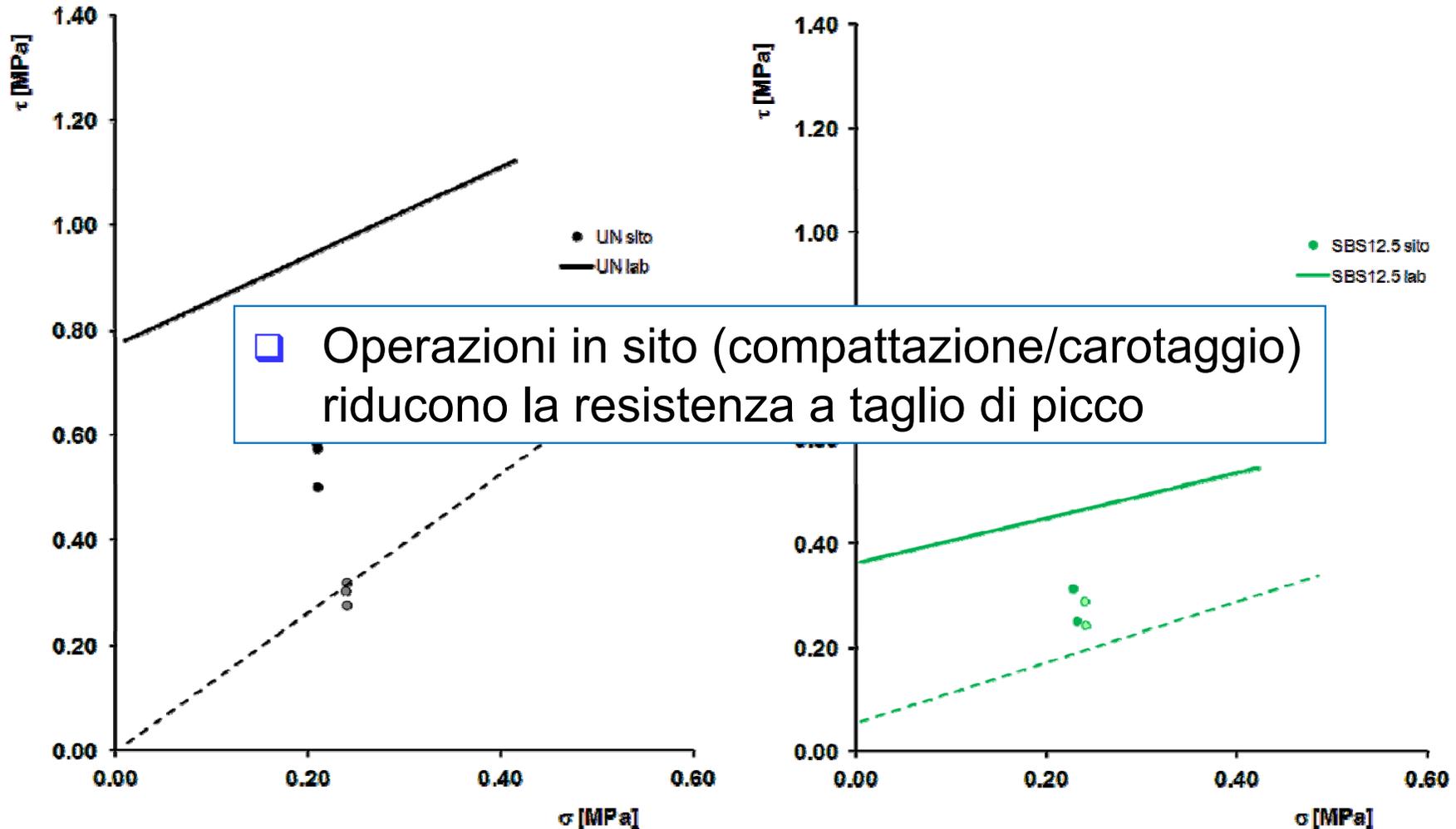
Campioni di laboratorio vs. Provini prelevati in sito – T = 20 °C



Analisi Risultati

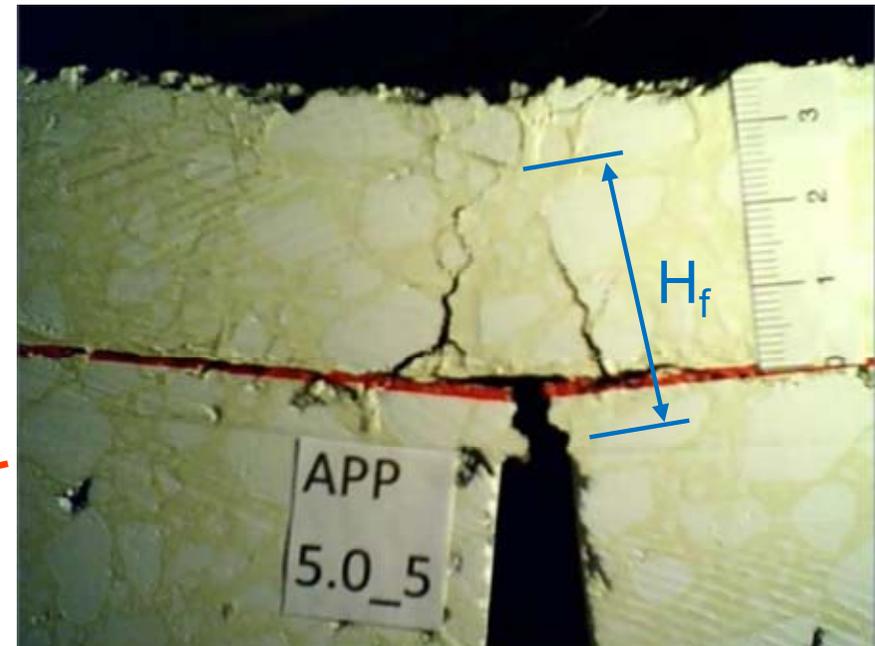
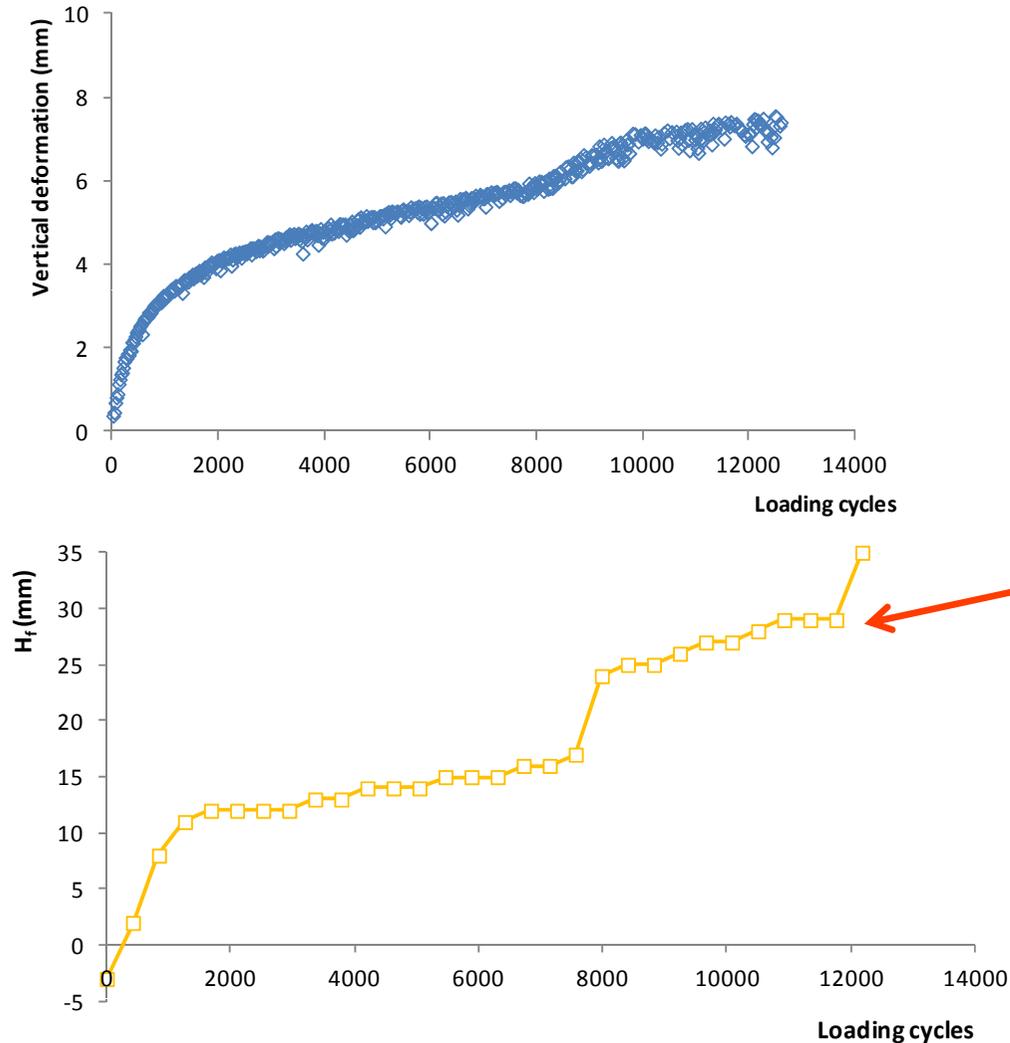
Prova ASTRA

Campioni di laboratorio vs. Provini prelevati in sito – T = 20 °C



Elaborazione Risultati

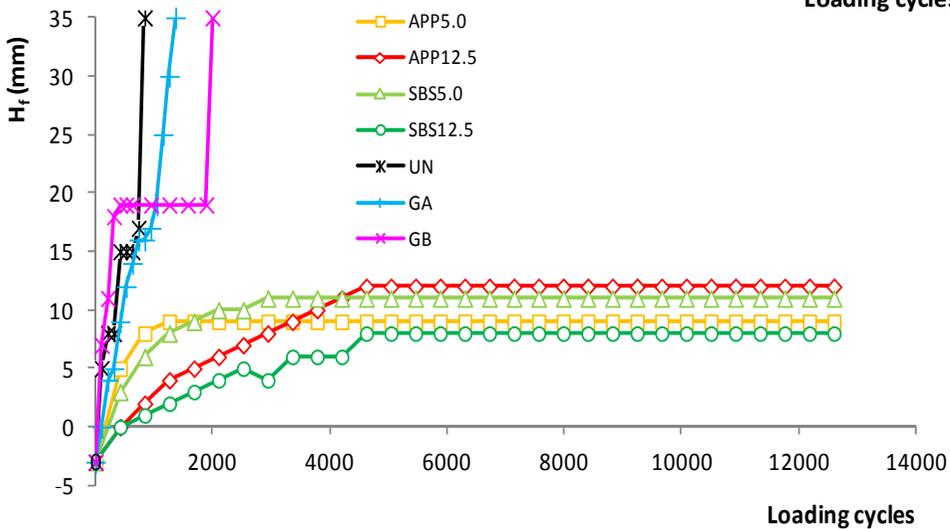
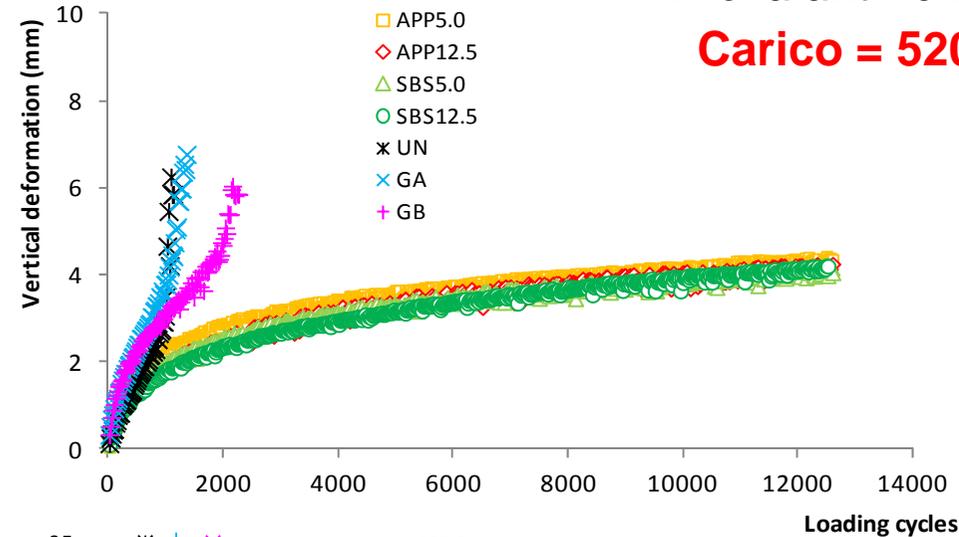
Prova anti-reflective cracking



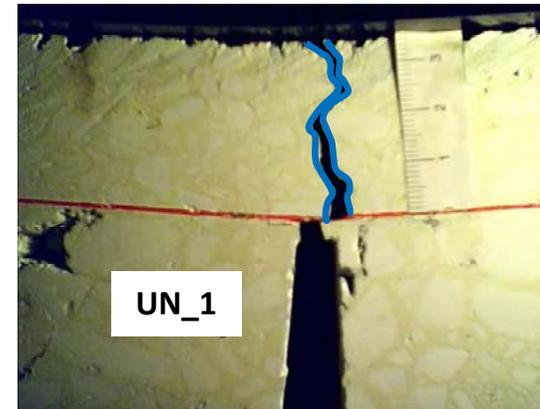
Analisi Risultati

Prova anti-reflective cracking

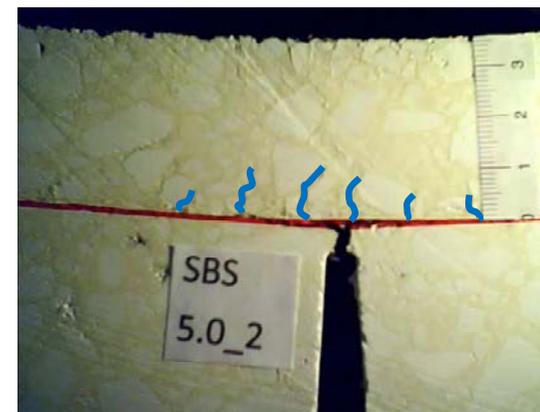
Carico = 520 N – T = 30 °C



1000 cicli di carico



12600 cicli di carico



Analisi Risultati

Prova anti-reflective cracking

Carico = 520 N – T = 30 °C

Non Rinforzata



1000 cicli di carico

Geocomposito A



2000 cicli di carico

Index [SBS5.0]



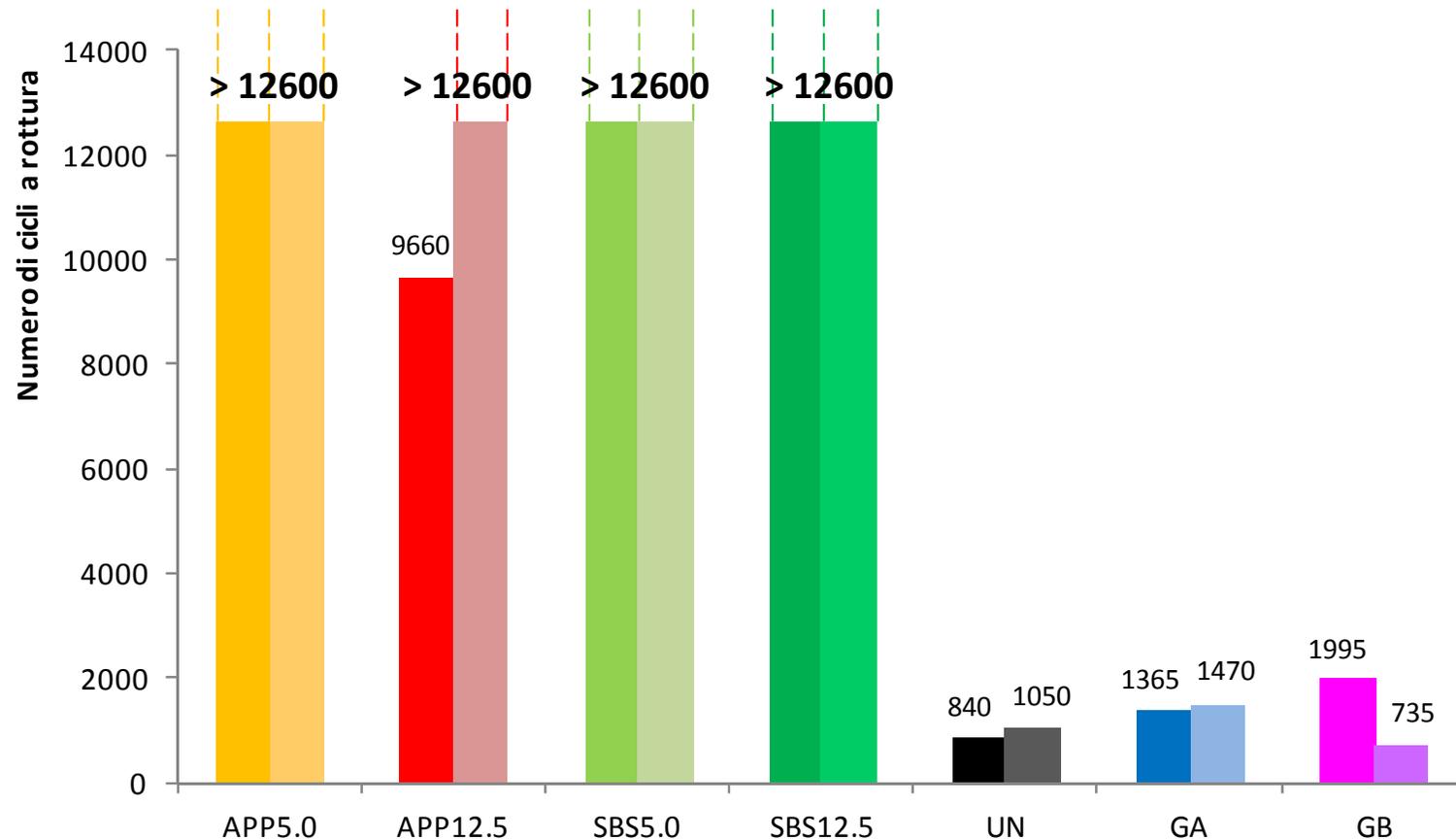
12600 cicli di carico

INDEX: prestazioni anti-reflective cracking almeno 5 volte superiori

Analisi Risultati

Prova anti-reflective cracking

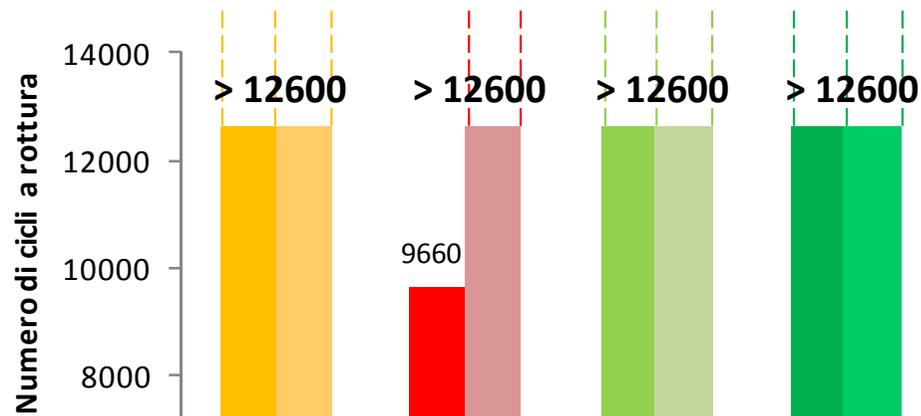
Carico = 520 N – T = 30 °C



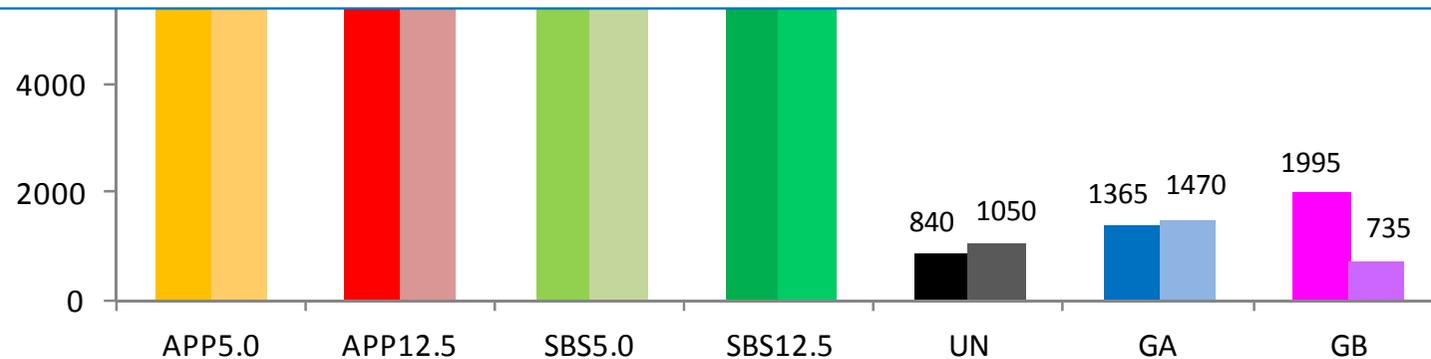
Analisi Risultati

Prova anti-reflective cracking

Carico = 520 N – T = 30 °C



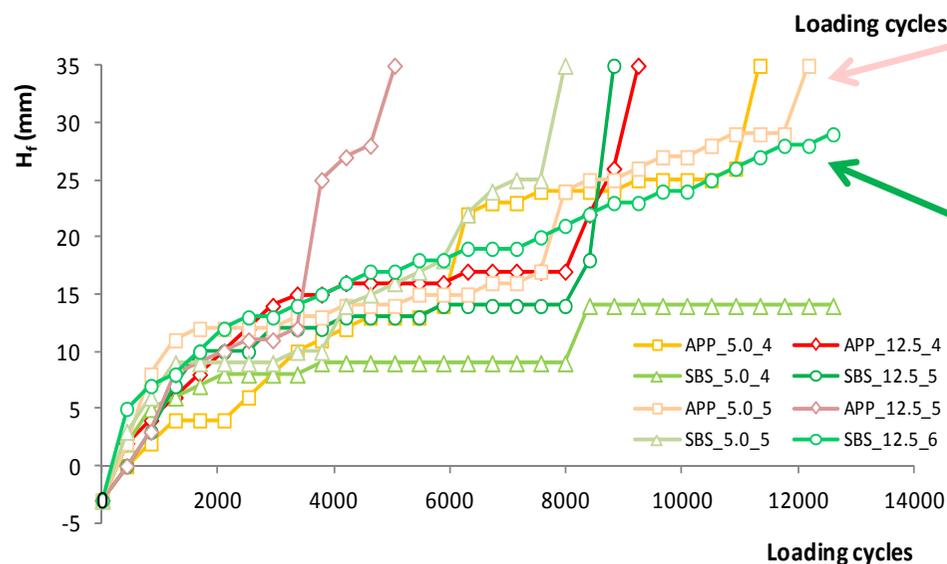
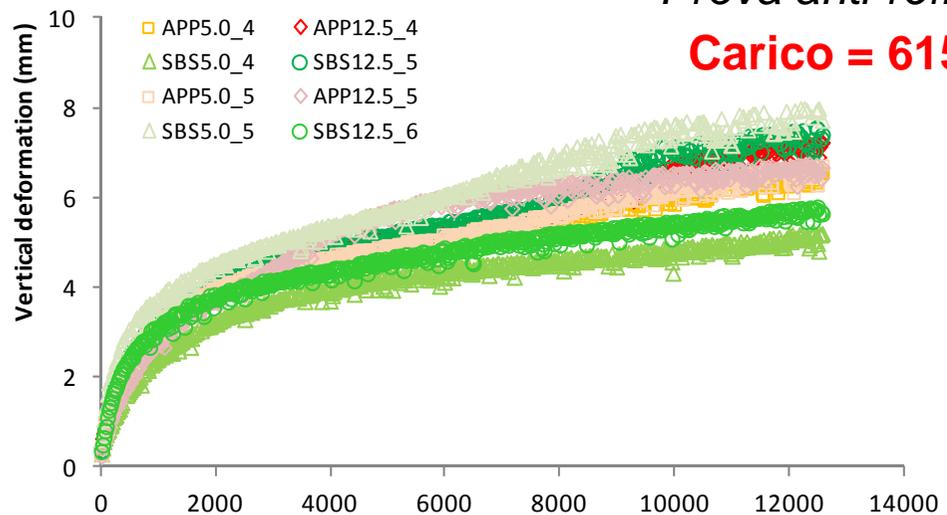
INDEX: prestazioni anti-reflective cracking almeno 5 volte superiori



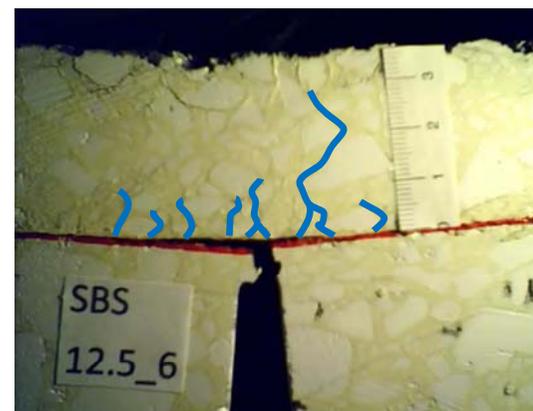
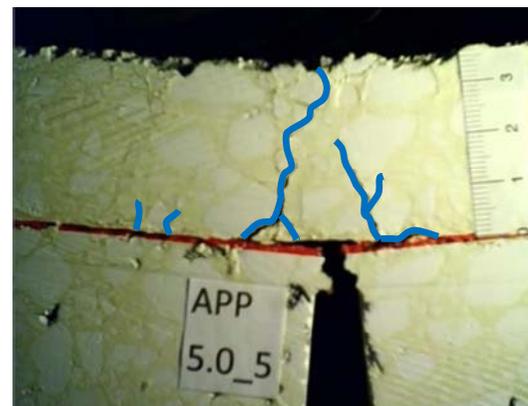
Analisi Risultati

Prova anti-reflective cracking

Carico = 615 N – T = 30 °C



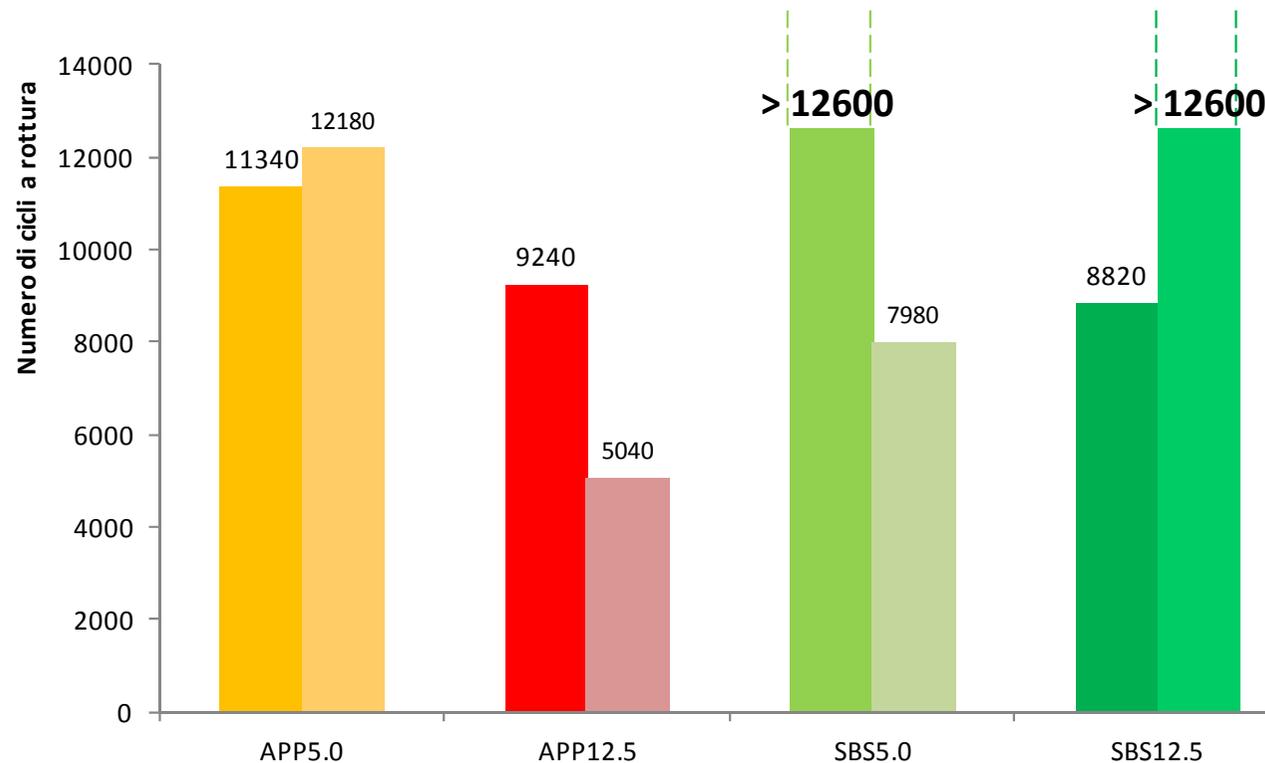
12600 cicli di carico



Analisi Risultati

Prova anti-reflective cracking

Carico = 615 N – T = 30 °C

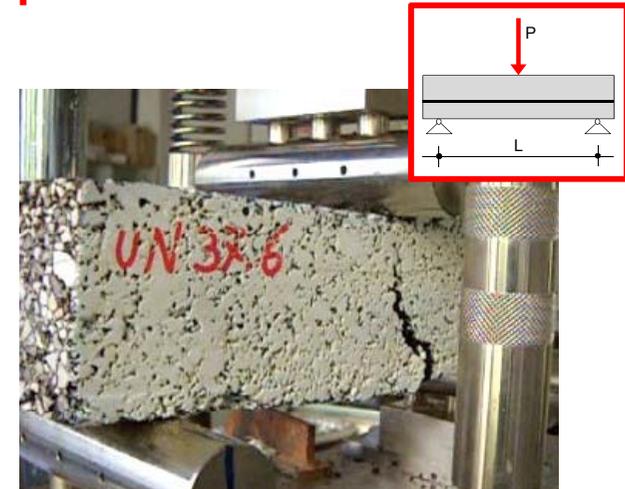
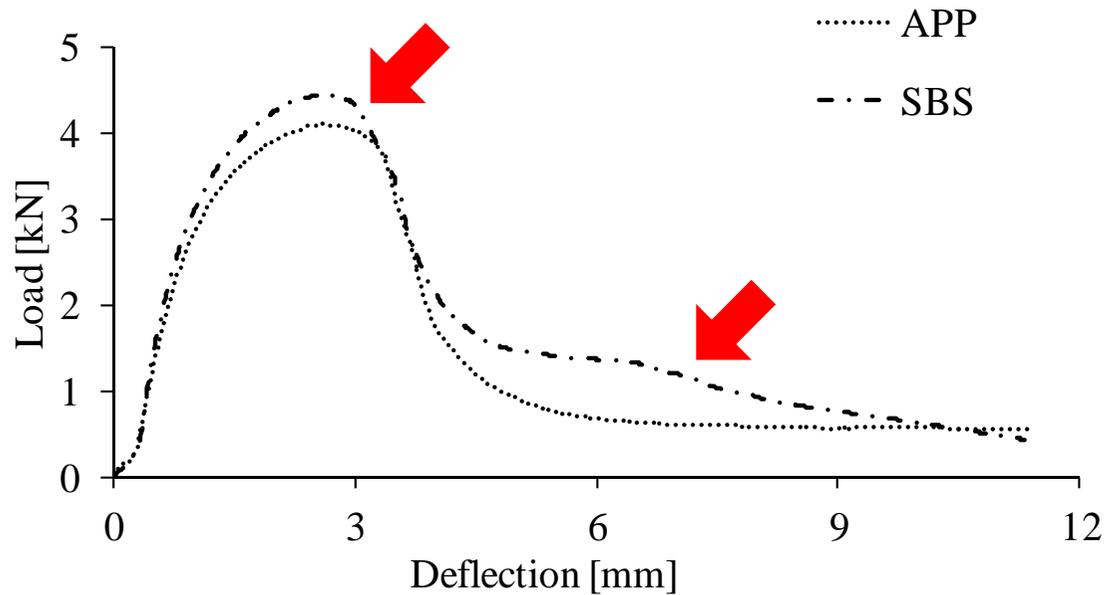


- ❑ Compound SBS mostra prestazioni tendenzialmente superiori
- ❑ Non si evidenziano differenze sensibili fra le diverse armature

Sintesi Risultati Sperimentazione Precedente

Prova di flessione su 3 punti

Influenza delle natura del compound



Configurazione	Geocomposito	P_{max} kN	δ mm	D N×m	T N×m
1	A	4.41	2.51	7.60	22.88
2	B	3.98	2.70	7.40	21.52
6	C (APP)	4.10	2.61	7.24	17.14
10	D (SBS)	4.45	2.63	7.99	20.59

Conclusioni

- ❑ Resistenza a taglio ridotta nel caso di interfacce rinforzate (***de-bonding controllato***)
- ❑ Resistenza a taglio garantita su superficie fresata (no mano d'attacco)
- ❑ Applicazione mano d'attacco non necessaria (sup. nuova e fresata)
- ❑ Effetto impermeabilizzante (no effetto pumping e infiltrazioni profonde)
- ❑ **Notevole resistenza nei confronti della fessurazione di riflessione**
- ❑ Soluzione ottimizzata: compound SBS + rete con maglia da 12.5 mm²