

**Università degli Studi di Napoli Federico II**  
**Dipartimento di Ingegneria Civile,**  
**Edile ed Ambientale**



Corso di Laurea Triennale in  
**INGEGNERIA PER L'AMBIENTE E IL TERRITORIO**

TESI DI LAUREA

**COMPRESSIBILITA' E RESISTENZA DI**  
**CALCESTRUZZI AERATI E FIBRORINFORZATI**

**RELATORE**

Ch.mo Prof. Ing.  
Gianfranco Urciuoli

**CANDIDATO**

Pierluigi Morgillo N49/40

**CORRELATORE**

Dott. Ing. Raffaele Papa

# *Sintesi dell'elaborato di tesi*

- **Calcestruzzo aerato**
  - *definizione e processi realizzativi*
  - *campi d'impiego*
  - *preparazione dei provini*
- **Calcestruzzo aerato fibrorinforzato**
- **Prove di resistenza a trazione**
- **Prove di compressione edometrica**
- **Prove di resistenza a taglio diretto**
- **Prove di compressione uniassiale**
- **Conclusioni**

La fase sperimentale del presente lavoro di tesi è stata eseguita presso il laboratorio di Ingegneria Geotecnica del dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Ambientale dell'Università degli Studi di Napoli Federico II.



L'obiettivo di tale sperimentazione è di determinare le proprietà meccaniche di provini in calcestruzzo aerato allo scopo di studiarne i possibili campi di applicazione in ambito geotecnico.

- **Calcestruzzo aerato**

- definizione e processi realizzativi

Il calcestruzzo aerato è un conglomerato cementizio composto da acqua, cemento portland e additivo schiumogeno preformato che genera bolle di aria.



I meccanismi di produzione delle bolle di aria possono essere:

- di tipo chimico



elementi prefabbricati

- di tipo meccanico

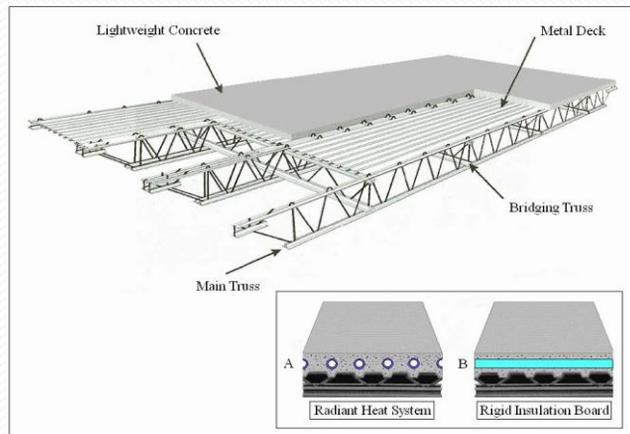
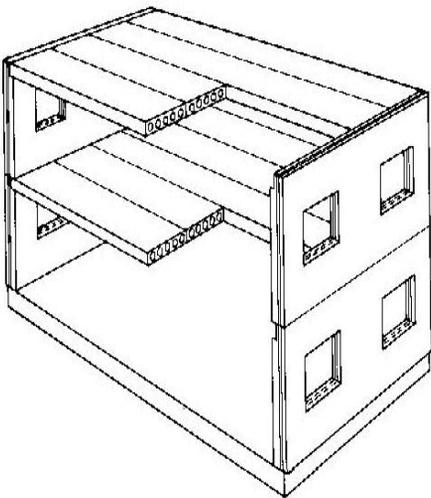


produzione in sito

## - campi di impiego

### Applicazioni strutturali

Tra i tanti possibili impieghi a livello strutturale, il calcestruzzo cellulare può essere usato per la realizzazione di pannelli leggeri isolanti.



Le celle di aria all'interno della matrice di calcestruzzo aerato a bassa densità conferiscono al materiale ottimi requisiti di isolamento termico ed acustico, proprietà che rendono questi materiali adatti per tinte, coperture e altre strutture simili.

## Applicazioni geotecniche

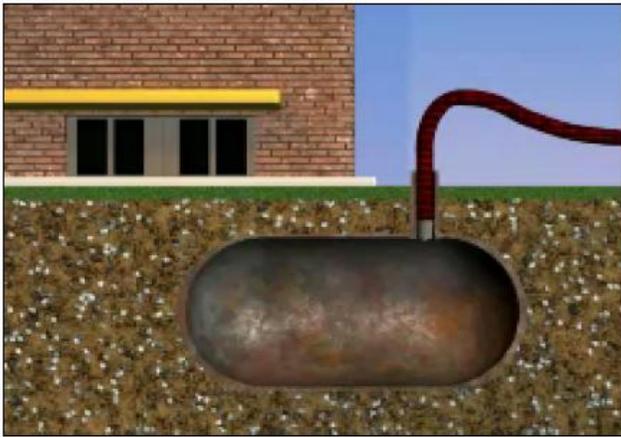
- riempimento cavità;
- riempimento di scavi e costruzioni di rilevati alleggeriti;



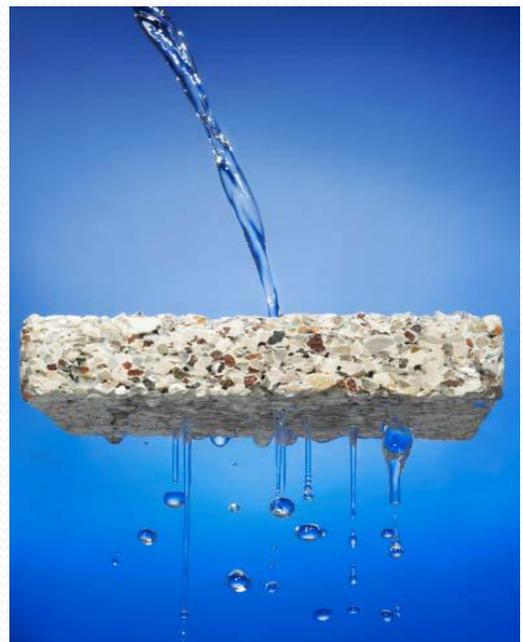
- riempimento dell'intercapedine tra le condotte interrate ed il terreno;



- riempimento di serbatoi sotterranei non più in uso e di strutture che devono essere abbandonate piuttosto che demolite;



- riempimento alle spalle dei muri di sostegno;
- sottofondo rilevati;
- opere di sostegno;
- sistemi di drenaggio (per l'elevata permeabilità).



- preparazione dei provini

La boiaccia cementizia è stata preparata utilizzando un cemento pozzolanico di tipo Duracem 32,5 R.



Il valore ideale di densità della boiaccia cementizia è di  $1,6 \text{ kg/ dm}^3$  ; per ottenere tale valore è stato miscelato un quantitativo di acqua e polvere di cemento in rapporto pari a 0,5.

La schiuma si realizza insufflando aria in pressione all'interno di una miscela fluida, composta da acqua e agente schiumogeno preformato. Tale procedura è possibile grazie all'impiego di un aeratore.



L'agente schiumogeno viene miscelato con l'acqua in una percentuale pari al 2% in volume. Insufflando aria ad una pressione di 2,6 bar si ottiene una schiuma con densità pari a 47,5 g/l.

Schiuma e boiaccia cementizia sono state miscelate con l'ausilio di un trapano miscelatore ad elica.

Il rapporto in volume schiuma / boiaccia ideale è pari a 2,5.



Sono state realizzate due miscele identiche con la sola differenza dell'aggiunta di fibre di polipropilene (pari allo 0.2% in peso).

- **Calcestruzzo aerato fibrorinforzato**

Le fibre possono contribuire a migliorare le prestazioni meccaniche del calcestruzzo. Esse aumentano la tenacità, ossia la capacità di resistere alla propagazione delle fessure, e migliorano la duttilità del conglomerato.



Per la sperimentazione sono state utilizzate fibre di polipropilene. Esse sono largamente impiegate perché possiedono le seguenti proprietà:

- ottime ausiliarie antifessurative,
- di facile lavorazione,
- leggere,
- chimicamente inerti.

Hanno costi relativamente limitati e in presenza di “medie” temperature si dissolvono, compiendo una doppia azione benefica: assorbono calore nel processo di evaporazione e impediscono al calore di penetrare con rapidità in tutto lo spessore del manufatto.



- **Prove di resistenza a trazione**

Per eseguire le prove di rottura a trazione è stata utilizzata una pressa in grado di applicare carichi fino a 100 kN.

Il carico applicato è stato misurato utilizzando una cella di 5 kN.



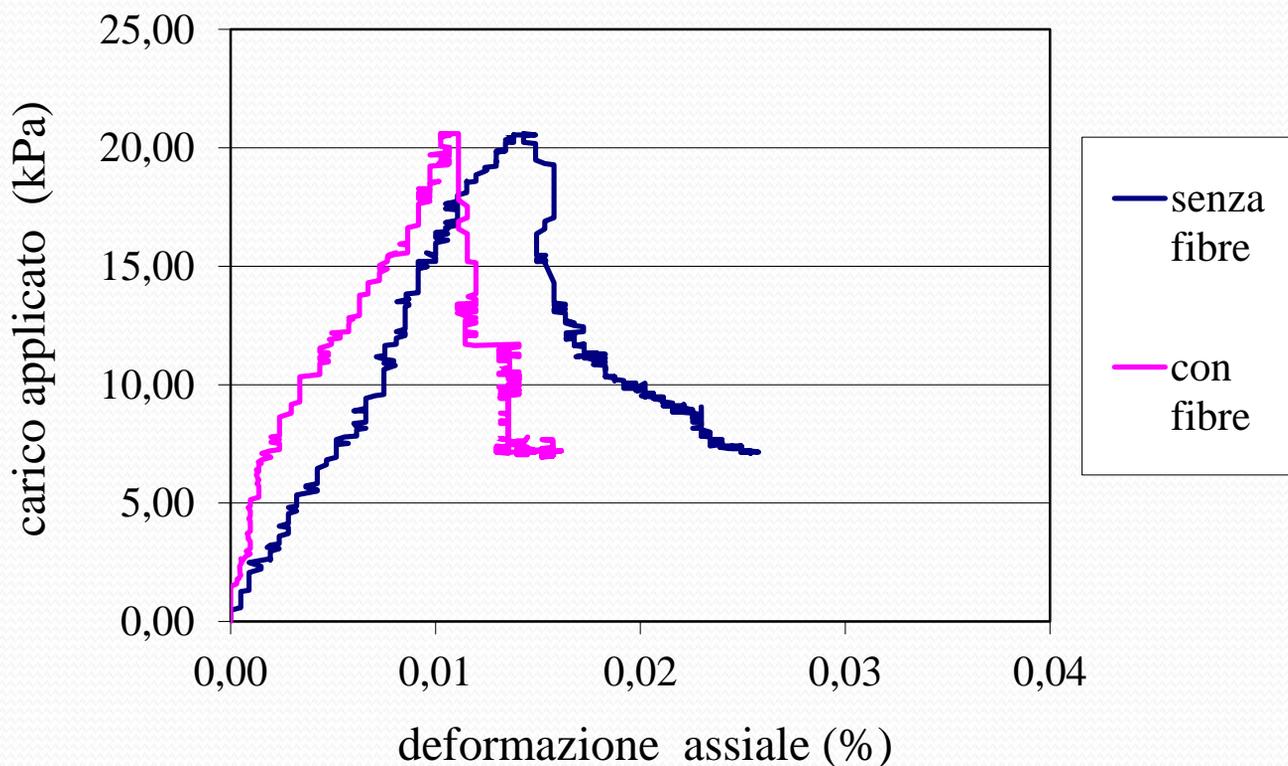
Si è imposto un moto del pistone dall'alto verso il basso alla velocità di 0,002 mm/min.

## *Strumentazione*

- resina Araldite 2000 plus:  
consente l'incollaggio del provino alle basi
- centralina di lettura automatica:  
consente di leggere in automatico le  
deformazioni del provino e il carico applicato



## *Risultati ottenuti*



Dal confronto dei due diagrammi tensione-deformazione dei provini in calcestruzzo aerato si evince che il provino con le fibre è più rigido e più fragile rispetto a quello senza fibre.

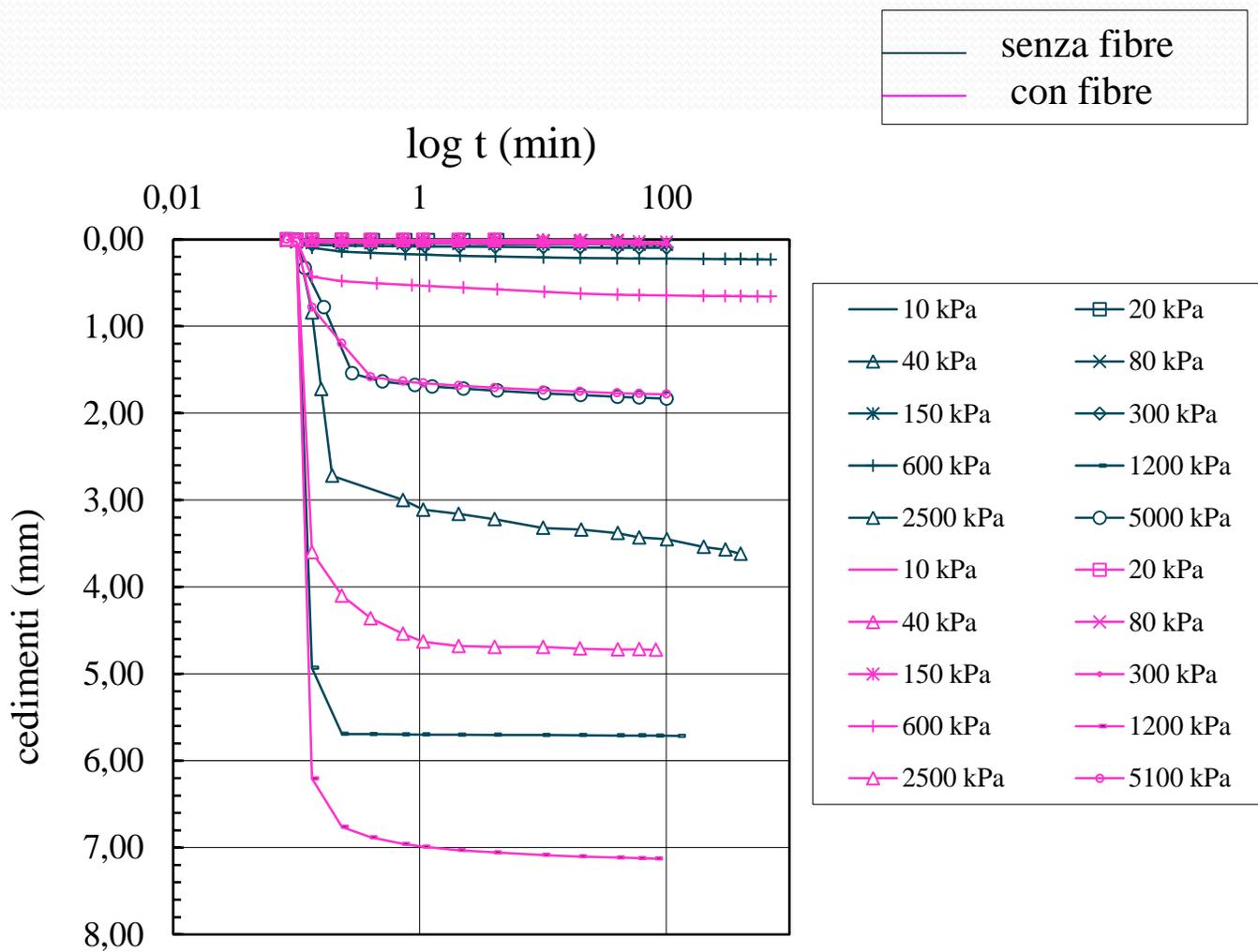
- **Prove di compressione edometrica**

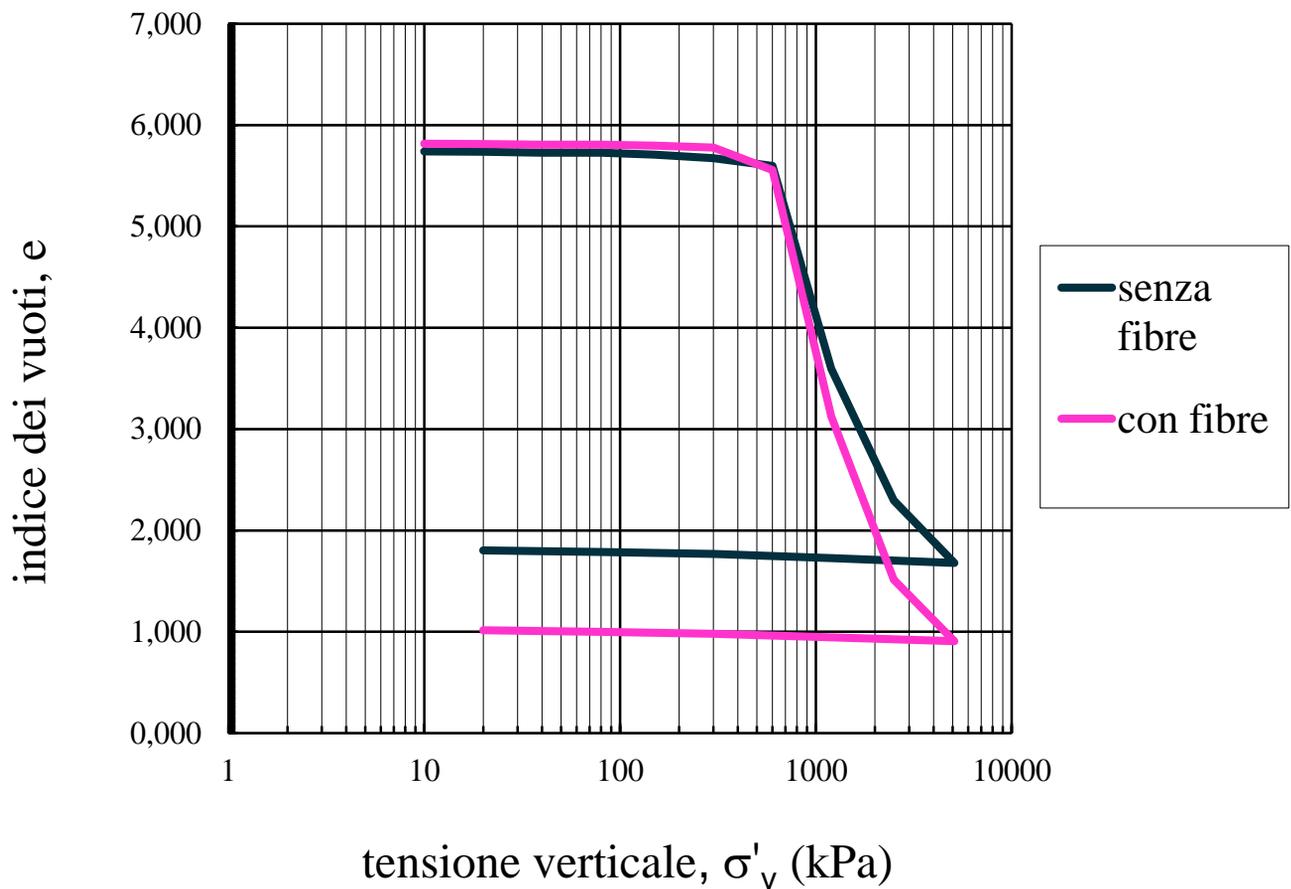
Per tali prove è stato utilizzato l'edometro.



Si è imposto un carico verticale incrementato con progressione geometrica.

## Risultati ottenuti





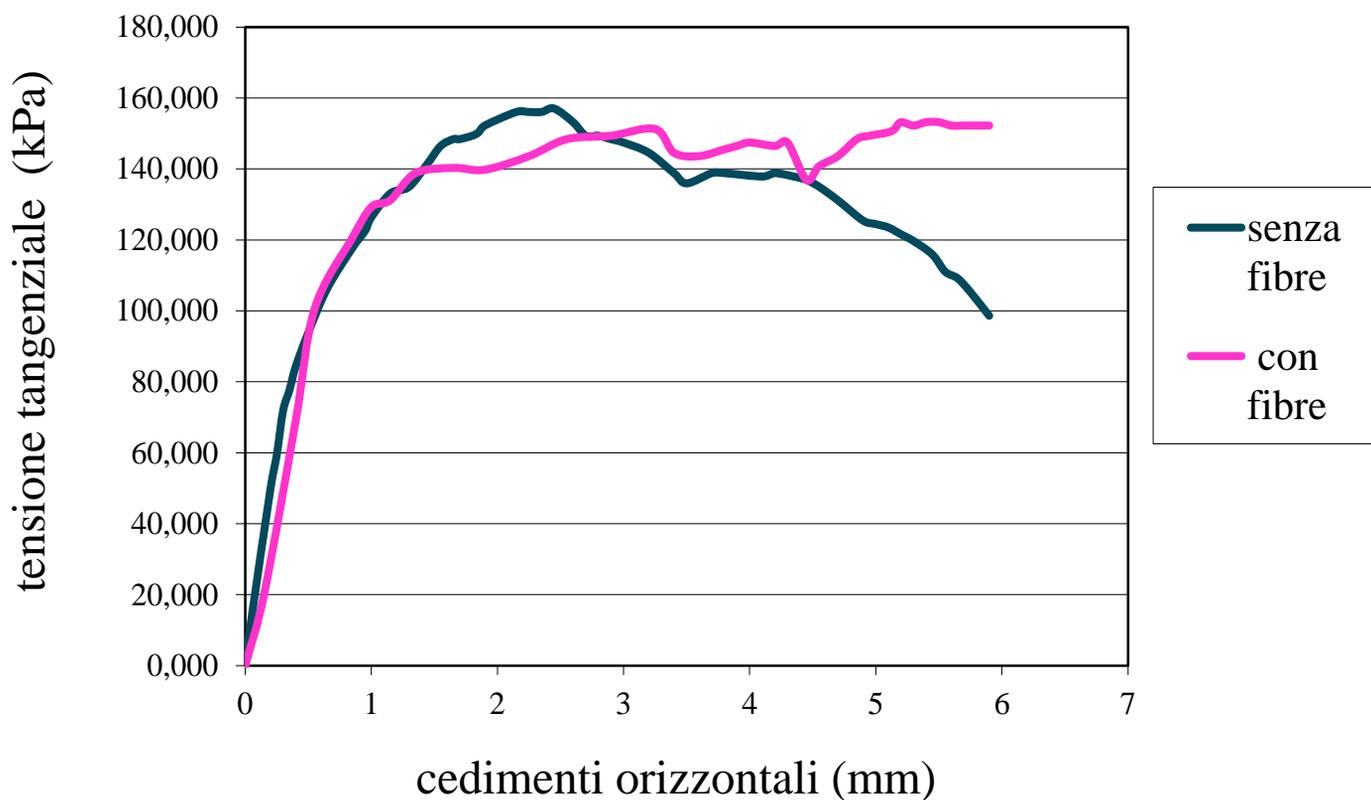
Dall'interpretazione di questi diagrammi si evince che in termini di compressibilità non c'è un'influenza sensibile del rinforzo.

- **Prove di resistenza a taglio diretto**

Per tali prove è stato utilizzato l'apparecchio di taglio diretto.



Si è imposta una tensione di confinamento pari a 50 kPa e si è applicato il carico parallelamente alla superficie di scorrimento ad una velocità di 0,012 mm/min.



Dall'analisi dei risultati ottenuti si può notare come i due provini mostrino, sostanzialmente, un comportamento simile.

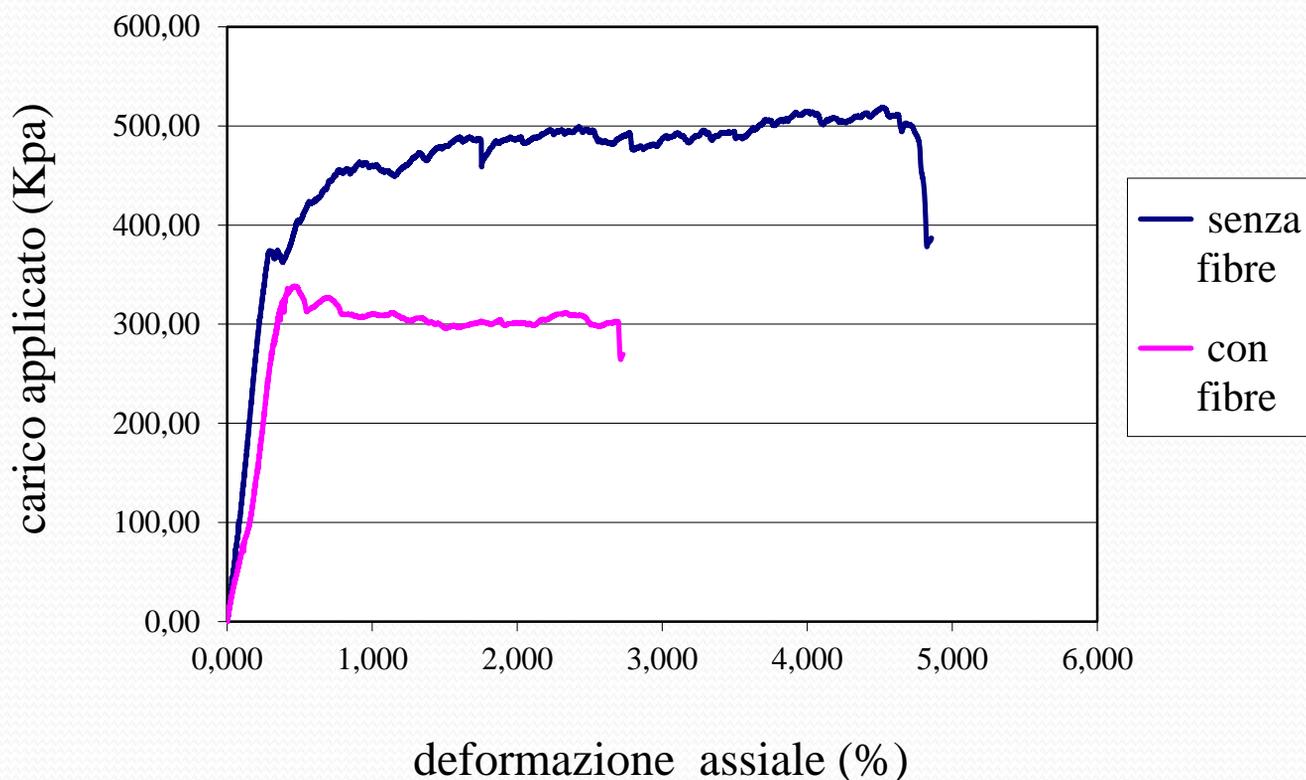
- **Prove di compressione uniassiale**

Per tali prove è stata utilizzata una pressa in grado di applicare sforzi assiali di compressione fino a 100 kN.



Il carico applicato è stato misurato utilizzando una cella da 100 kN; la velocità di avanzamento del pistone della pressa è stata impostata ad un valore di 0,002 mm/min.

## *Risultati ottenuti*



Dai due diagrammi si evince che la resistenza del provino fibrorinforzato è minore rispetto a quella del provino senza fibre: risultato inatteso e dovuto, probabilmente a problemi durante la fase di preparazione dei provini.

## • Conclusioni

Alla luce dei risultati ottenuti, è possibile constatare che: i due materiali (fibrorinforzato e non) raggiungono valori di resistenza a trazione, a taglio e a compressione piuttosto simili.

Questi, però, non sono i risultati attesi in quanto il calcestruzzo fibrorinforzato avrebbe dovuto mostrare una maggiore duttilità rispetto a quello senza fibre.

Ciò può essere legato al fatto che la lunghezza delle fibre utilizzate nella miscela è troppo piccola e la loro percentuale in peso troppo bassa.

La sperimentazione dovrà essere ripetuta in un prossimo futuro tenendo conto di questa esperienza.



**Grazie  
per  
l'attenzione**

**Pierluigi Morgillo**

Università degli Studi di Napoli Federico II