

edilportale®
smart
village
in tour MADE_{expo}
in collaborazione con

30 maggio 2013 – i.lab Italcementi Group

Il nuovo volto del cemento come materiale innovativo e sostenibile

Ing. Stefano CANGIANO

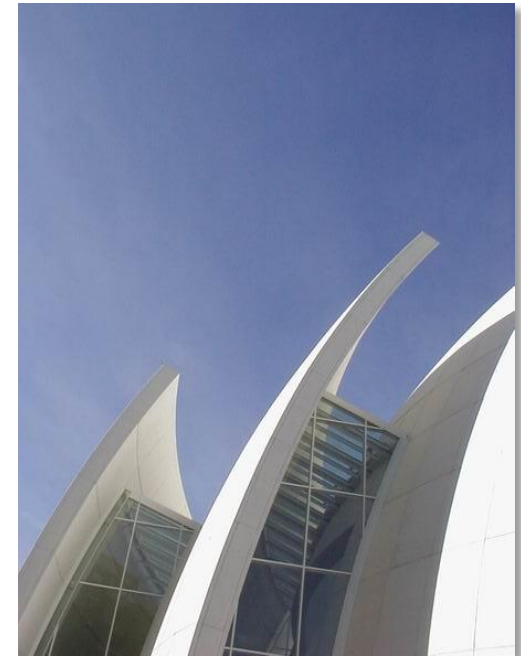


Le frontiere dell'innovazione tecnologica dei materiali cementizi

Tradizionalmente il calcestruzzo è considerato come un materiale da costruzione in grado di resistere alle comuni azioni meccaniche di compressione monoassiale e di durabilità.



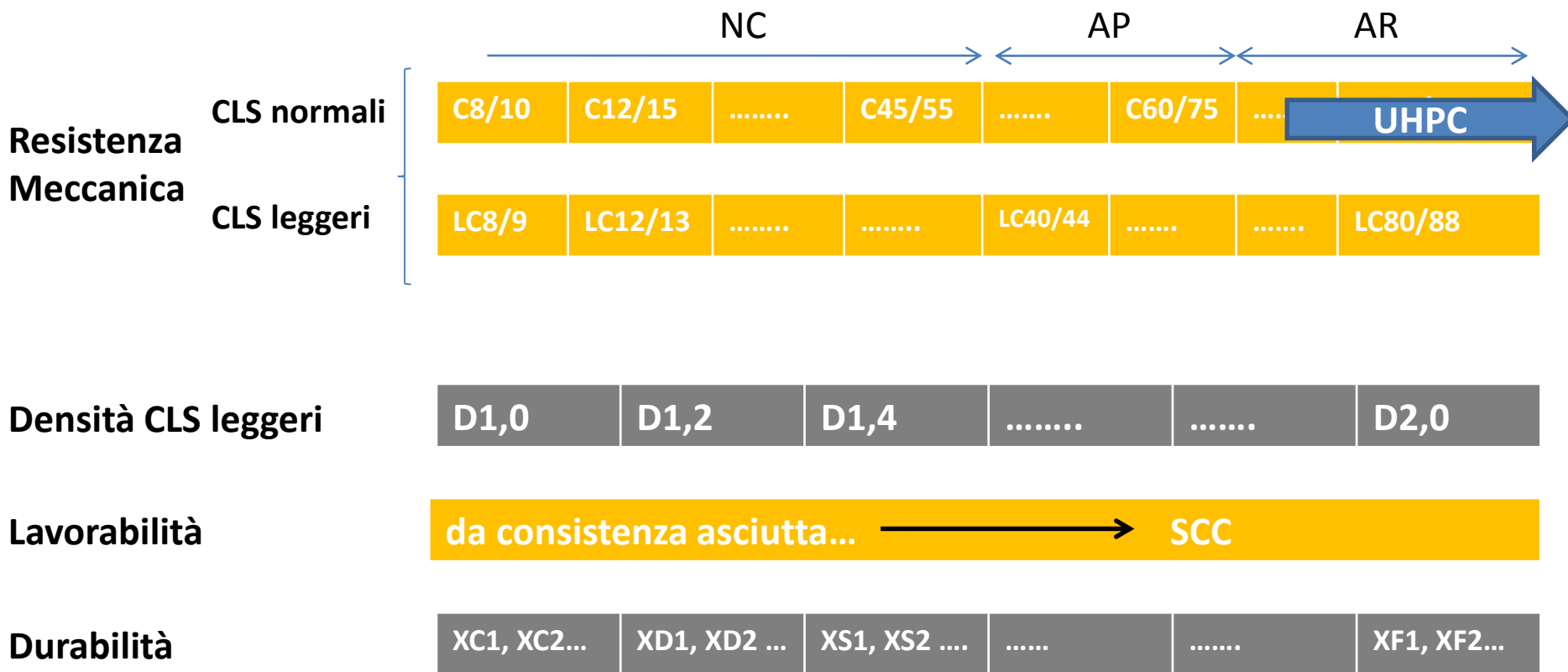
Chiesa Dives in Misericordia - Roma



Chiesa Dives in Misericordia - Roma

In virtù della sua versatilità è in grado di offrire soluzioni architettoniche di grande pregio.

Prestazioni consolidate e quadro normativo





Driving Parameters

Resistenza Meccanica

Tenacità / Duttilità

Durabilità

Densità

Consistenza

Materiali innovativi per strutture in zona sismica: requisiti

La struttura deve avere ***adeguata resistenza e capacità di dissipare energia***, con cicli di isteresi stabili sotto ripetute sollecitazioni cicliche.

→ INCREMENTO PRESTAZIONI MECCANICHE IN CAMPO ELASTICO E TENACITA'

L'edificio e la struttura nel suo complesso ***devono essere il più possibile leggeri per ridurre le masse inerziali e quindi la risposta sismica strutturale***

→ RIDUZIONE DELLA DENSITA';

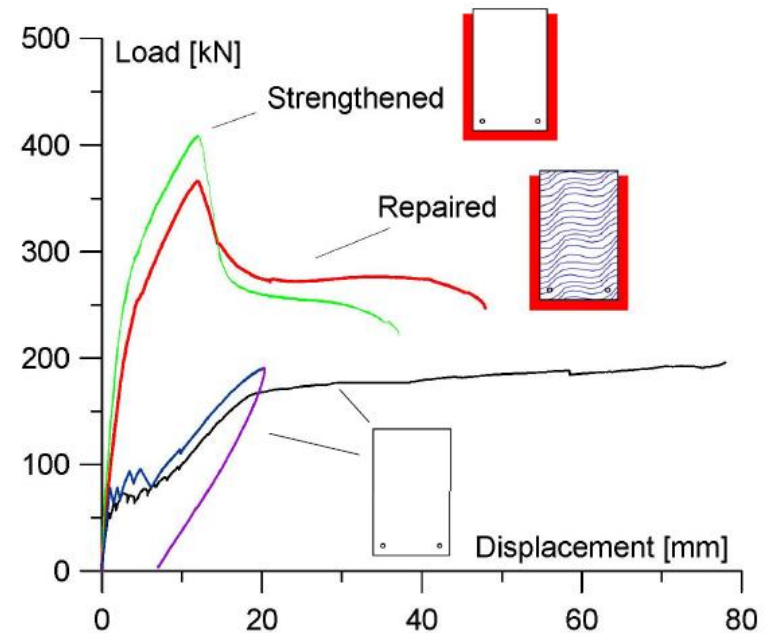
La struttura deve avere ***sufficiente rigidezza iniziale per abbassare la risposta in termini di spostamento e*** minimizzare così i danni anche in conseguenza di deboli scuotimenti

→ MANTENIMENTO DEL MODULO ELASTICO A FRONTE DELLA RIDUZIONE DI DENSITA'

E' appena il caso di ricordare che la risposta sismica delle strutture dipende oltre che dai materiali impiegati anche da un corretto approccio progettuale.

Materiali innovativi per strutture in zona sismica: le applicazioni

- Rinforzo/adeguamento sismico di strutture esistenti: incamiciature e ringrossi di pilastri, travi, solai, nodi trave-pilastro, ecc.



- Realizzazione di strutture nuove



Resistenze Meccaniche

L'obiettivo di incrementare le resistenze meccaniche è perseguito attraverso lo sviluppo di materiali caratterizzati da **porosità molto fine**.

Tali materiali includono la presenza di aggiunte di natura sostanzialmente pozzolanica, derivanti da processi industriali.

Dalla riduzione della porosità non discendono solo **elevate resistenze a compressione** (> 70 MPa alle 24 ore) ma anche uno sviluppo progressivo delle resistenze oltre i 28 giorni (>130 MPa) fino a raggiungere 150 MPa oltre i 60 giorni.

In parallelo, il **modulo elastico** cresce in misura significativa da circa 30000 MPa a 24 ore, sino ad oltre 45.000 MPa a 28 giorni.

Resistenze Meccaniche - Consistenza

E' possibile ottenere queste prestazioni meccaniche molto spinte offrendo inoltre delle **lavorabilità** modulabili in relazione alle possibili applicazioni attraverso opportuni sistemi di additivazione.



DURABILITA'

La ridotta porosità comporta inoltre una elevata resistenza alle azioni ambientali aggressive (carbonatazione, attacco dal gelo, ecc.)



Tenacità *

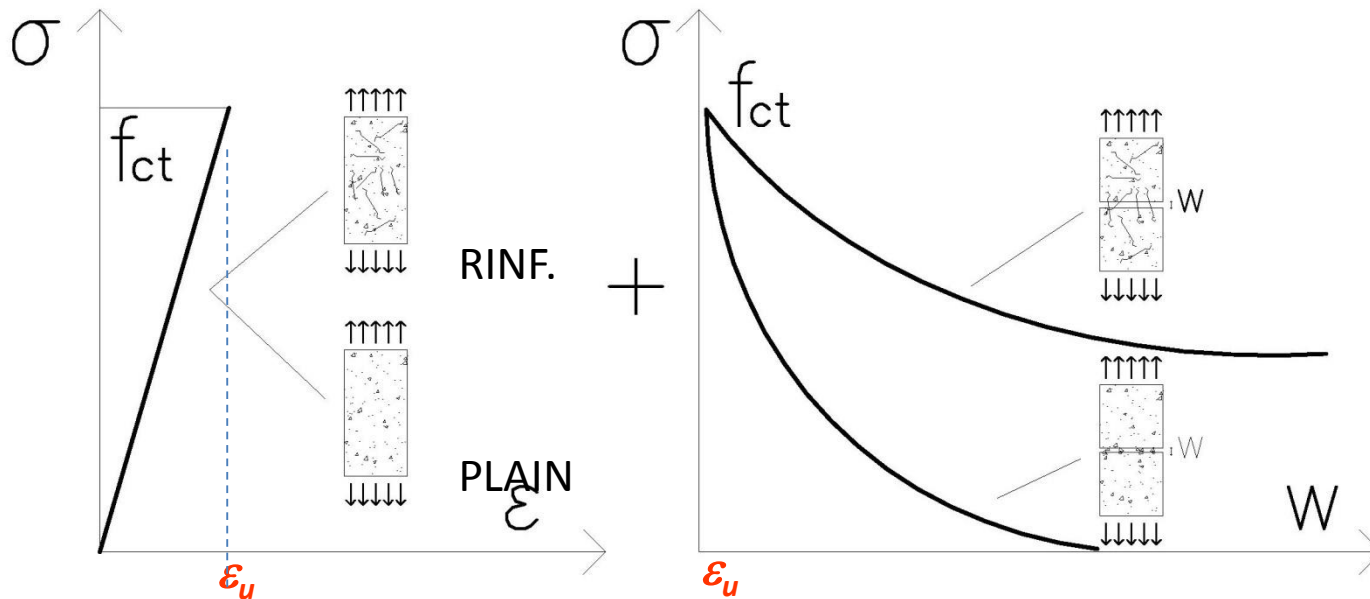
Lo sviluppo di materiali cementizi ad altissime resistenze include anche lo studio e la validazione di rinforzi diffusi (anche ibridi) costituiti da **fibre** aventi forma e dimensioni appropriate.

Lo studio di ottimizzazione comprende non solo criteri di incremento della tenacità, ma la necessità di non pregiudicare eccessivamente la lavorabilità.

Tale aspetto riveste un ruolo cruciale in quanto il sistema di rinforzo consente al materiale di mantenere resistenze residue apprezzabili oltre carico di picco anche in presenza di deformazioni imposte relativamente elevate.

** È la resistenza opposta dal materiale all'avanzamento del processo di frattura (statico, dinamico o per urto) per effetto della sua capacità di dissipare energia di deformazione. E' una proprietà intrinseca del materiale*

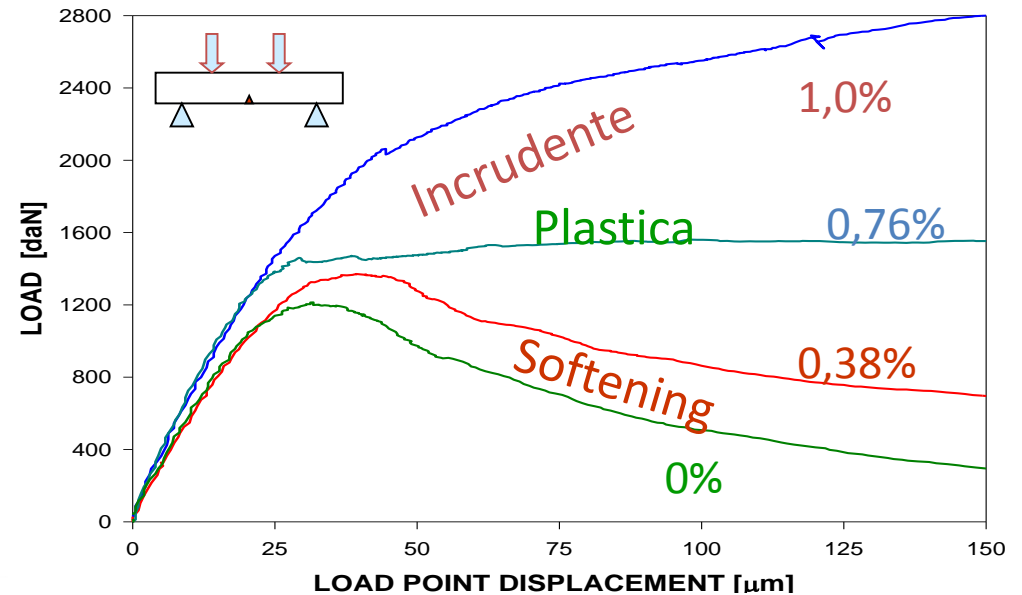
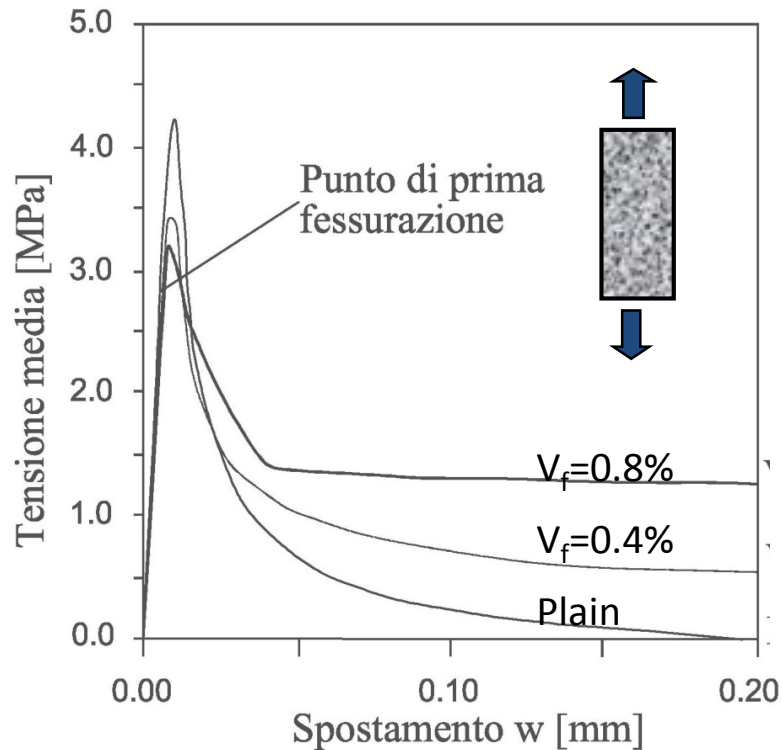
Tenacità – azione locale delle fibre



Nel ramo ascendente del diagramma sforzo deformazioni il calcestruzzo, fibrorinforzato e non, presenta generalmente una risposta sostanzialmente lineare. Non si evidenziano significative differenze di comportamento imputabili alla presenza di fibre poiché il quadro fessurativo è modesto.

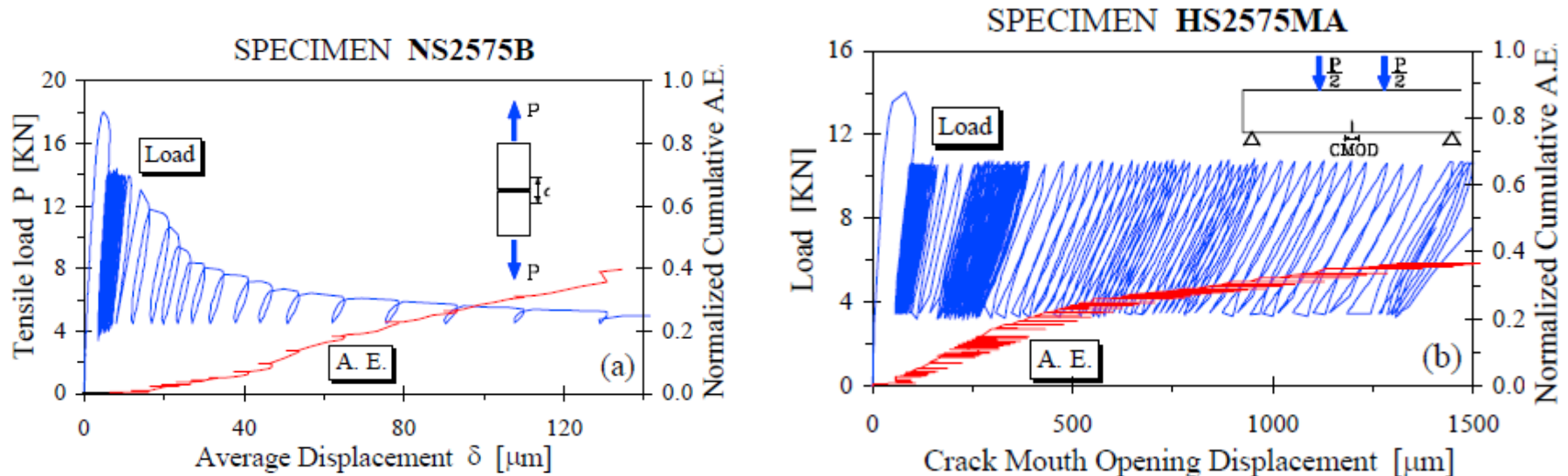
Raggiunta la deformazione ultima (ϵ_u) corrispondente alla resistenza a trazione del materiale (f_{ct}), il quadro fessurativo evolve in misura tale da rendere evidente il beneficio apportato dal rinforzo fibroso. In corrispondenza di ϵ_u s'innescano infatti il meccanismo di azione delle fibre che si manifesta con un incremento della resistenza di post-fessurazione del calcestruzzo.

Tenacità – azione delle fibre in trazione diretta e in flessione



Tenacità – Effetto sulla capacità dissipativa

L'incremento di tenacità si traduce in un aumento della **capacità dissipativa** della energia di deformazione in presenza di **carichi oligociclici**, tipici degli scuotimenti sismici.

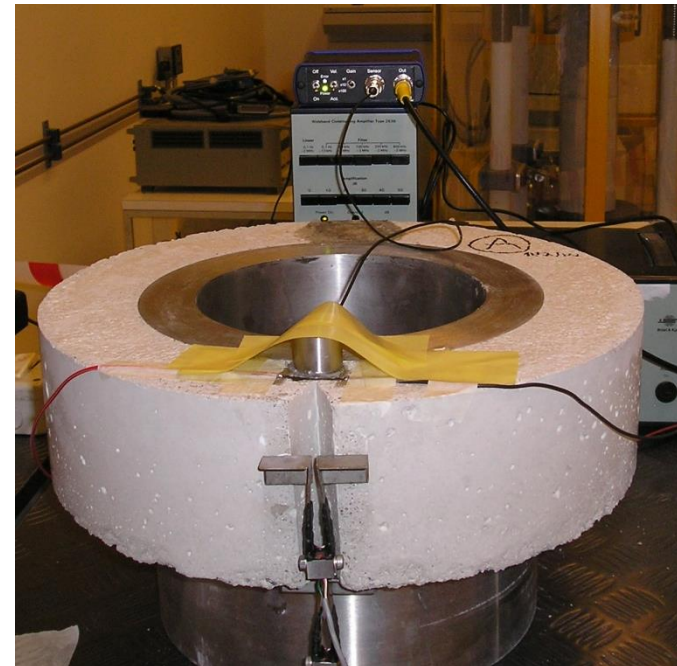
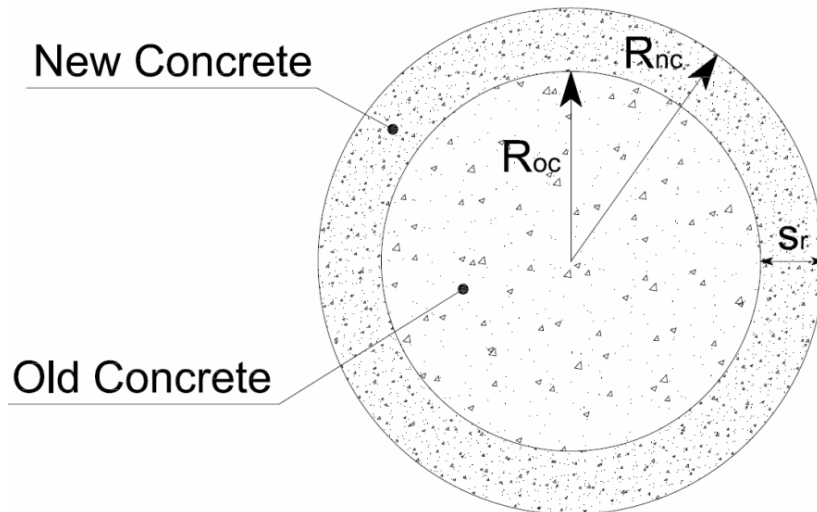


La capacità dissipativa del materiale rappresenta una condizione necessaria ma non sufficiente per garantire un comportamento globalmente antisismico della struttura.

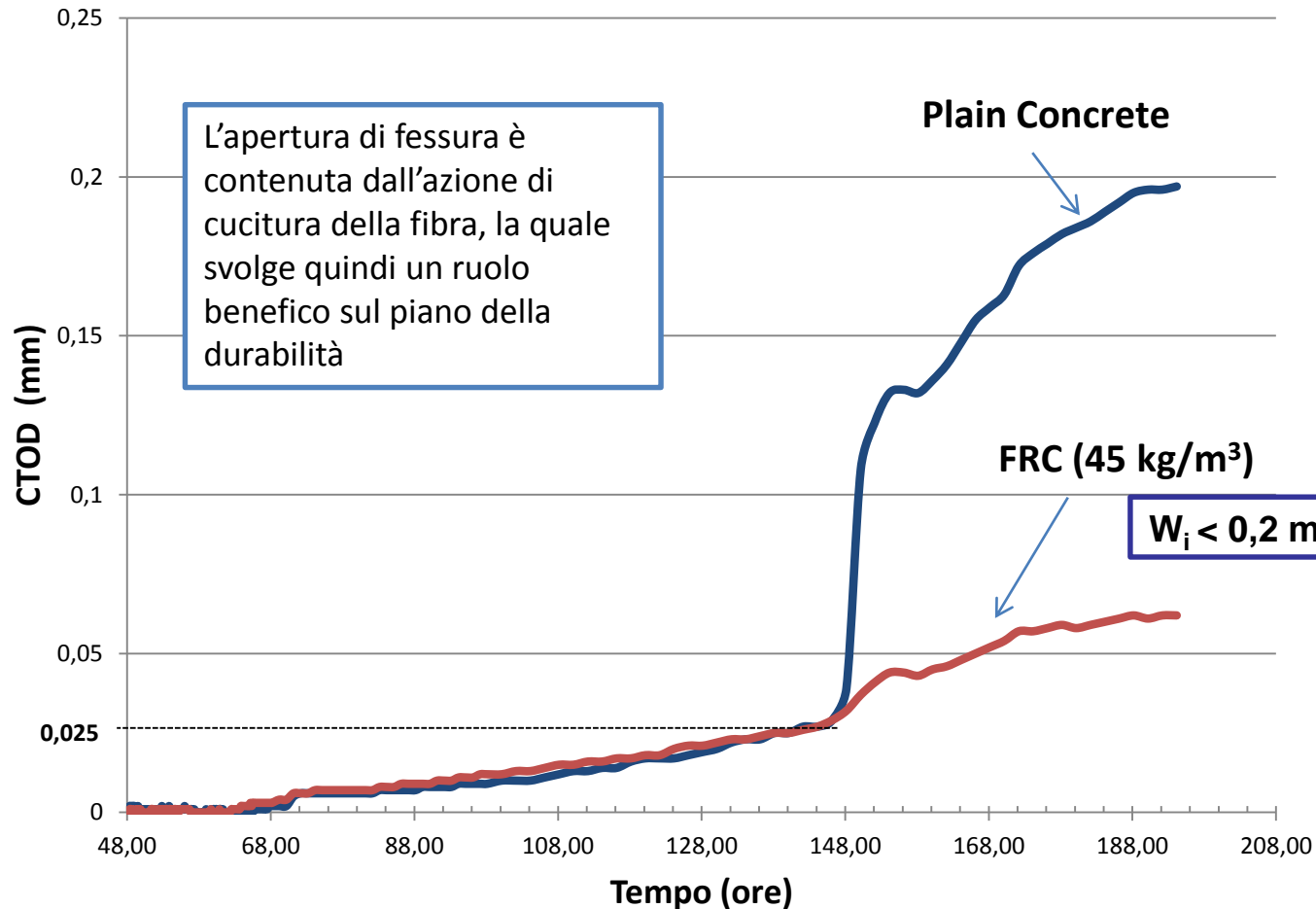
Una struttura antisismica può però avvalersi di materiali caratterizzati da risorse dissipative particolarmente accentuate.

Tenacità – Effetto sulla fessurazione da ritiro vincolato

Le prestazioni da ritiro del materiale, nel caso di incamiciature di elementi strutturali, devono essere opportunamente valutate tenendo conto delle tensioni indotte per effetto del vincolo rappresentato dal materiale di supporto. In tali condizioni, è più opportuno verificare la prestazione attraverso una metodo di prova che simuli le condizioni di vincolo nelle situazioni reali di applicazione.



Tenacità – Effetto sulla fessurazione da ritiro vincolato





Densità – Effetto sul modulo elastico

Questo parametro viene considerato nella progettazione di nuove strutture per le seguenti ragioni:

- Riduzione dei pesi propri della struttura;
- Riduzione delle masse inerziali per contenere gli effetti di accelerazioni prodotte da azioni sismiche;

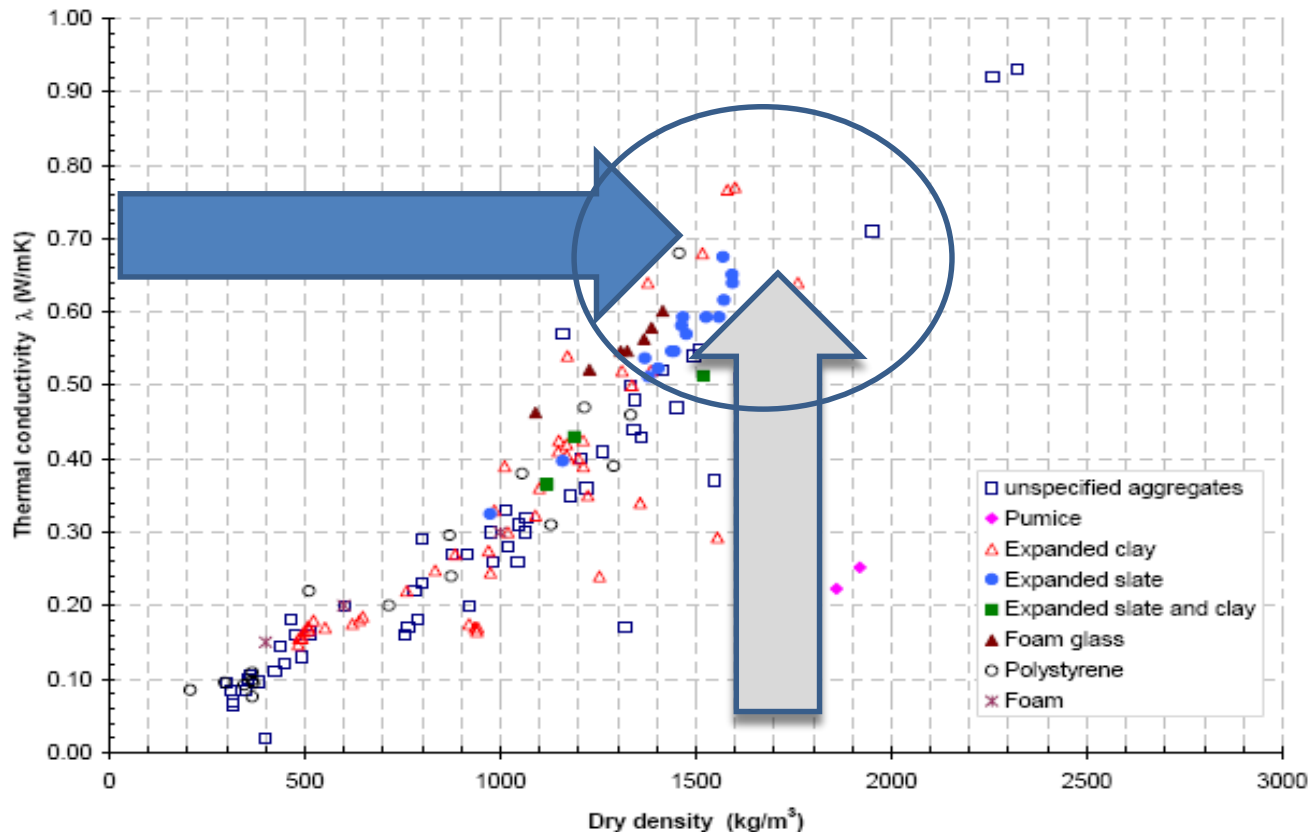
La EN206 prevede classi di resistenza per i calcestruzzi leggeri che si spingono fino a valori elevati (LC 80/88); tuttavia a tali valori di resistenza non corrisponde un modulo elastico comparabile a quello che si otterrebbe a pari resistenza nel caso di calcestruzzi normali.

Esempio

Si consideri un calcestruzzo normale con $f_{cm} = 70 \text{ MPa} \rightarrow 39000 \text{ MPa}$; ammettendo che lo stesso valore di resistenza si possa ottenere con alleggerito con densità di circa 1900 kg/m^3 , la riduzione conseguente riduzione del modulo elastico è pari a circa 10.000 Mpa . (Valori calcolati su base EC2).

Densità – Effetto sulla conducibilità termica

Come ulteriore ricaduta positiva di formulati alleggeriti, l'alleggerimento si traduce anche in un'apprezzabile riduzione della conducibilità termica del materiale con evidenti benefici nella riduzione dei ponti termici.



Sustainability – the new challenge

Lo sviluppo di questi materiali deve essere inquadrato in un contesto più generale di sostenibilità

