

# Utilizzo delle schiume di vetro nella produzione di calcestruzzi leggeri

Alessandro Morbi

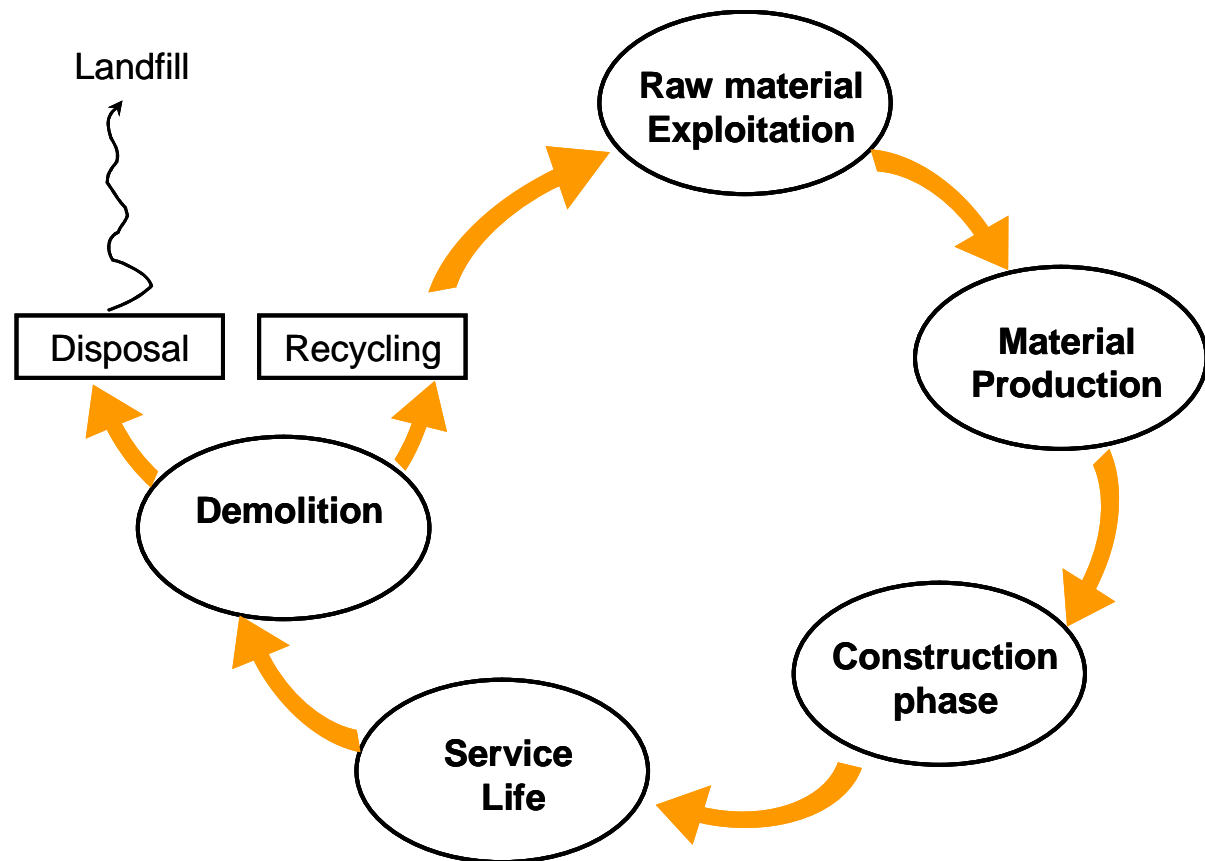
21/11/2009



# Sostenibilità dei materiali da costruzione

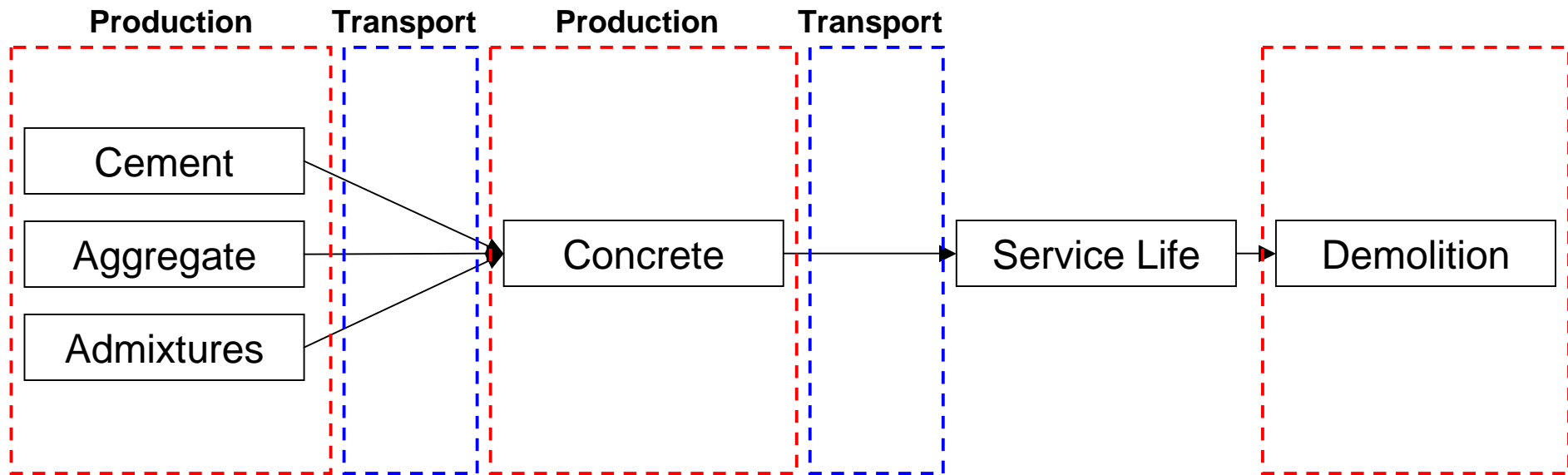
## Life Cycle Analysis

- Emissioni
- Energia
- Valorizzazione
- Durabilità



# Life cycle analysis

Esempio: Calcestruzzo Ordinario



Emissioni di CO<sub>2</sub> in atmosfera:

- 82% produzione clinker
- 16% trasporti

# Calcestruzzi sostenibili

## Benefici ambientali

### ➤ Sostenibilità attiva

- Valorizzazione rifiuti (vetro)
- no componenti organici (polistirolo, poliuretano)
- basso contenuto di cemento (riduzione emissioni CO<sub>2</sub>)
- riciclo del calcestruzzo

### ➤ Sostenibilità passiva

- efficienza energetica degli edifici
- benessere degli ambienti interni

## Benefici economici

- tempi di costruzione
- tempi e costi di trasporto
- bassi consumi energetici durante la vita utile degli edifici

# Calcestruzzi leggeri sostenibili

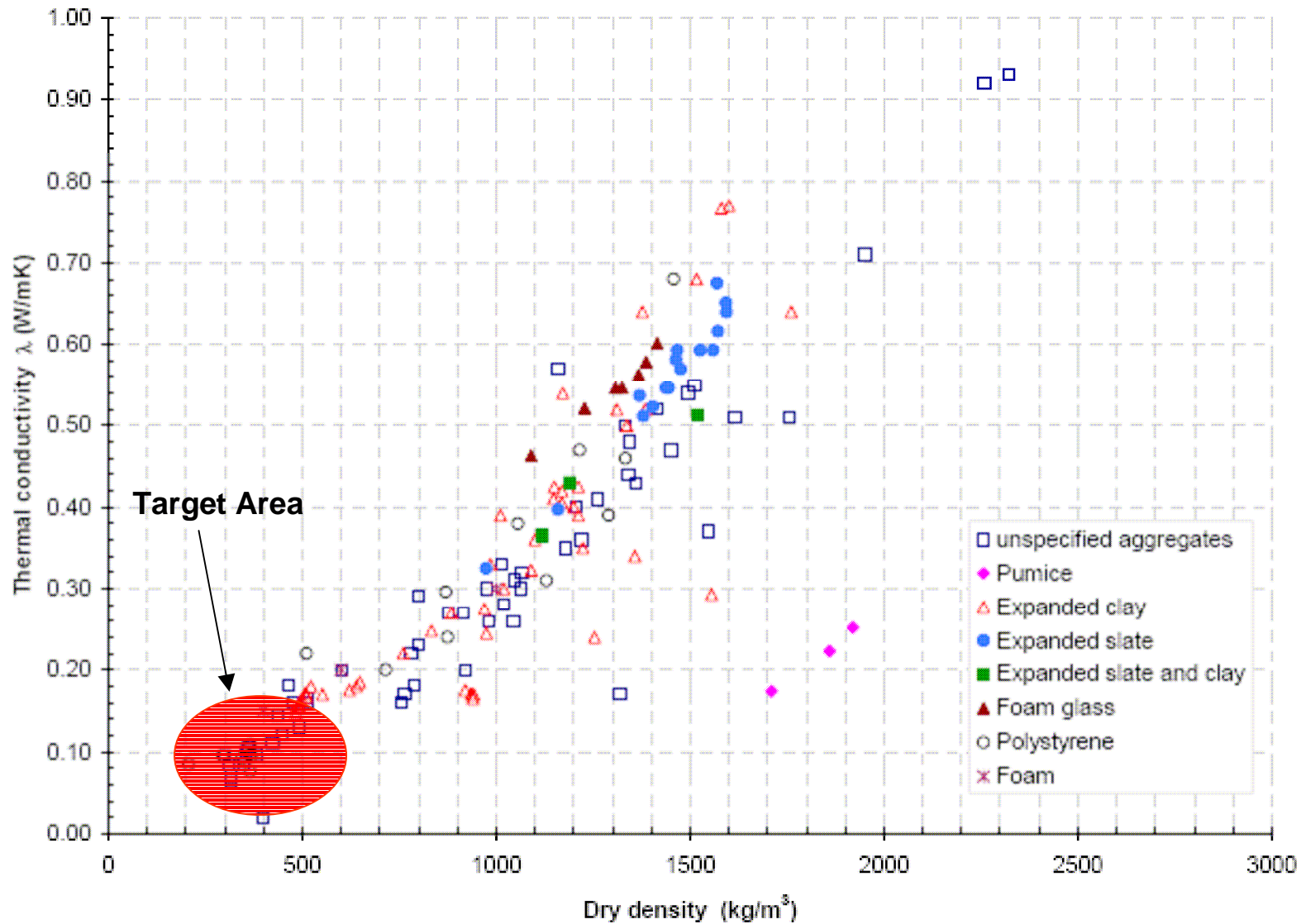
## 1) Calcestruzzi leggeri (500-1700 Kg/m<sup>3</sup>) con le seguenti caratteristiche:

- **Basso coefficiente di conducibilità termica ( $\lambda$ )**
  - basso scambio di calore
  - riduzione dei picchi termici
- **Bassa resistenza al passaggio del vapore ( $\mu$ )**
  - garanzia di ambienti asciutti e salubri
- **Inerzia termica**
  - sfasamento dell'onda termica

## 2) Pannelli multistrato per pareti perimetrali:

- **Cantieri a secco**
- **Conformità a direttive europee sull'efficienza energetica**

# Conducibilità termica



# Calcestruzzi leggeri sostenibili

## Sostenibilità dei componenti

- **Cemento**

Per ogni kg di clinker prodotto circa 1 kg di CO<sub>2</sub> viene immesso nell'atmosfera

Prodotti della reazione idraulica del cemento conducono molto bene il calore

Aggiunta di prodotti secondari di processi industriali (loppa d'altoforno)

Il dosaggio di cemento (e quindi di clinker) in questi calcestruzzi è molto basso

- **Aggregati**

Aggregati naturali

Aggregati da riciclo, leggeri, con bassi valori di assorbimento di acqua e bassi valori di conducibilità termica

Aggregati di vetro espanso



**Fino al 90% del volume di materiale riciclato**

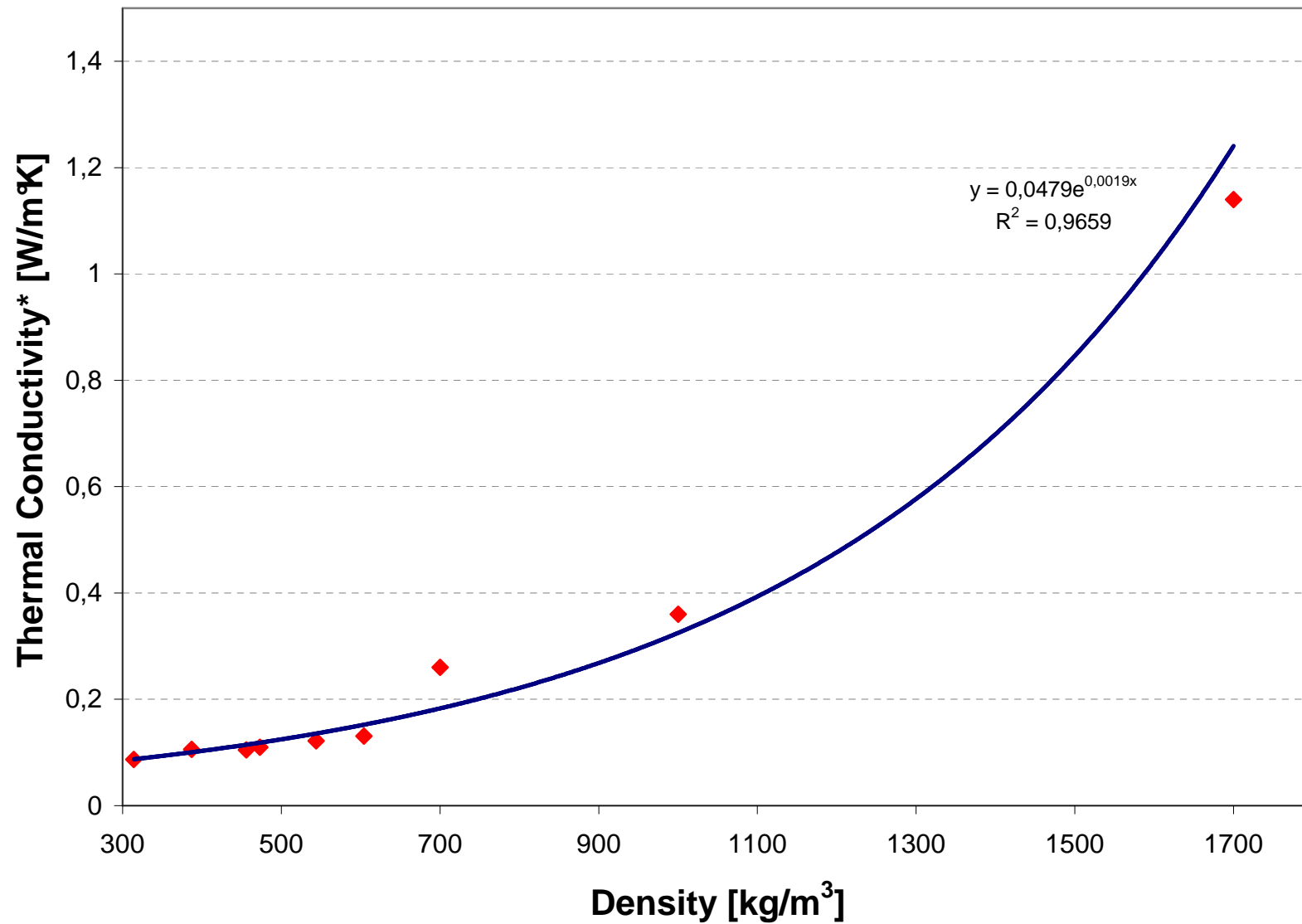
# Calcestruzzi leggeri sostenibili

## Prestazioni (esempi)

	MIX 1	MIX 2	MIX 3	MIX 4
Densità [kg/m <sup>3</sup> ]	500	650	1000	1700
Conducibilità Termica [w/mK]	0,11*	0,13*	0,3*	0,9*
Permeabilità al vapore [μ]	2	2	8	35
Resistenza alla Compressione [MPa]	-	7	12	30
Modulo elastico dinamico [MPa]	1300	3200	6000	15000
* Prove eseguite secondo metodo di prova interno				



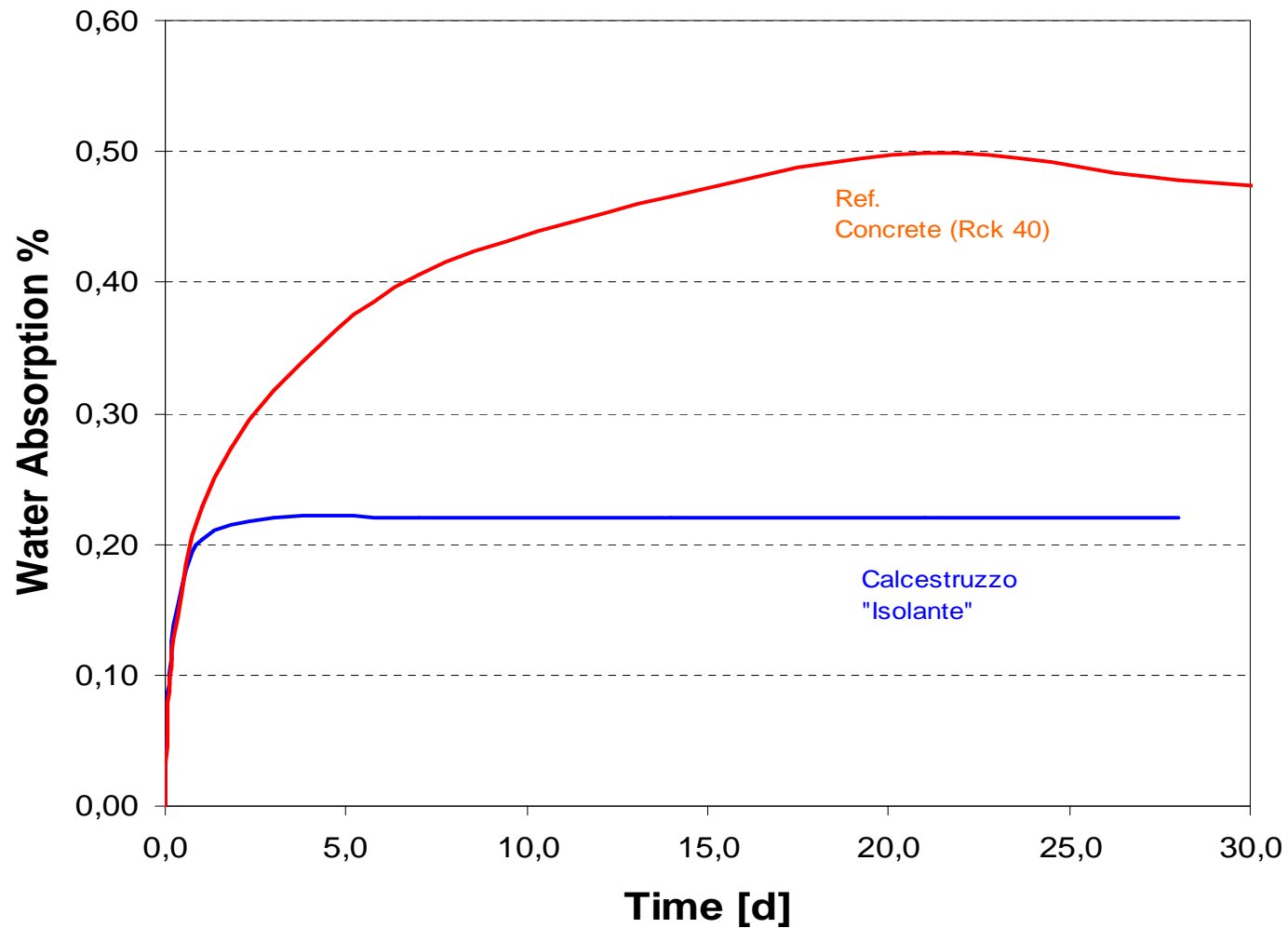
# Calcestruzzi leggeri sostenibili



\* Internal procedure

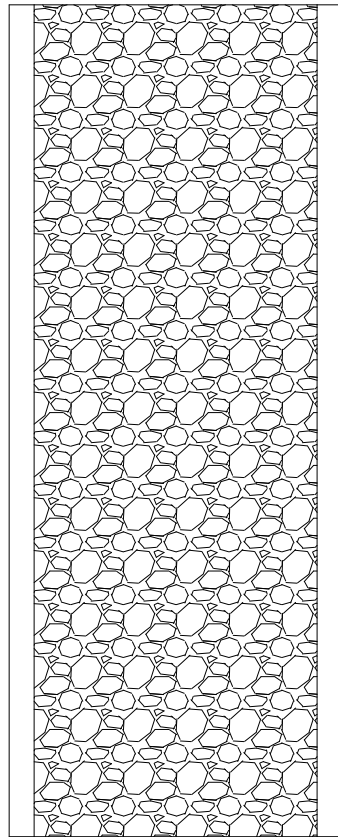
# Calcestruzzi leggeri sostenibili

## ➤ Assorbimento d'acqua



# Calcestruzzi leggeri sostenibili

## Esempio di applicazione: Pannelli di tamponamento



DLGS 311/06 → **Trasmittanza**

**Termoigrometria**

**Inerzia termica**

Calcestruzzo HPC

Calcestruzzo "Isolante"

# Calcestruzzi leggeri sostenibili

## Esempio di applicazione: Pannelli di tamponamento

- Verifica trasmittanza termica

$$U = 0.30 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Stratigrafia	s [cm]	$\lambda$ [w/mK]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\mu$
Calcestruzzo HPC	3	1,4	2400	15
Calcestruzzo Isolante	34	0,11	500	2
Calcestruzzo HPC	3	1,4	800	15

Limiti di legge		
Trasmittanza strutture verticali [w/m <sup>2</sup> K]		
Zona Climatica	01/01/08	01/01/10
A	0.72	0.62
B	0.54	0.48
C	0.46	0.4
D	0.4	0.36
E	0.37	0.34
F	0.35	0.33

# Calcestruzzi leggeri sostenibili

Questi materiali possono essere a loro volta riciclati in fase di dismissione per la produzione di aggregati leggeri per nuovi calcestruzzi.

**Esempio:**

Proprietà	
Resistenza a compressione [MPa]	23
Massa volumica [kg/m <sup>3</sup> ]	1800
Modulo elastico [MPa]	22000

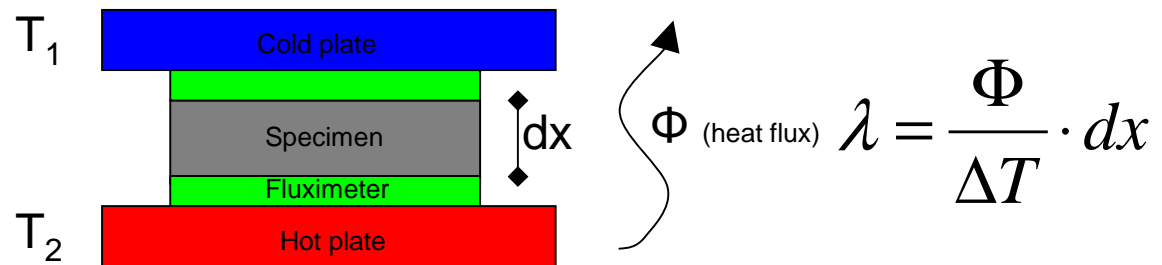
# Conducibilità termica

Thermal Transmittance

$$U = \frac{1}{1/a_i + s_1/\lambda_1 + s_2/\lambda_2 + \dots s_n/\lambda_n + 1/a_e}$$

- $S_n$  = n-layer Thickness
- $\lambda_n$  = thermal conductivity of n-layer
- $a_{i,e}$  = contribution of internal and external laminar layer

Thermal conductivity test set up





**GRAZIE PER LA VOSTRA CORTESE  
ATTENZIONE**