

## ***Calcestruzzi drenanti - Proprietà fisico-meccaniche***

***Seminario: Compatibilità e invarianza idraulica***  
**22 Novembre 2018**

**Massimo Borsa**

Responsabile Laboratori di Innovazione  
Global Product Innovation

## ■ Agenda

- Italcementi e il Gruppo HeidelbergCement
- Calcestruzzi drenanti  
Proprietà fisico-meccaniche
  - Introduzione generale
  - Proprietà idrauliche
  - Proprietà fisico-meccaniche
  - Dimensionamento del Sistema drenante – esempi di stratigrafie



- Italcementi e il Gruppo HeidelbergCement

# Italcementi e la sua storia

## Italcementi, la storia e il futuro del cemento in Italia



Da oltre 150 anni, Italcementi è **leader in Italia** nel settore dei **materiali per le costruzioni**.

Dal primo cemento macinato in un mulino ad acqua l'8 febbraio 1864, fino al cemento biodinamico protagonista a Expo 2015 Milano, **la storia di Italcementi si intreccia allo sviluppo e alla crescita dell'Italia**.

Una presenza diffusa e radicata sul territorio, con la capacità di offrire **prodotti e soluzioni innovativi e di qualità** per il mercato del **cemento** e del **calcestruzzo**.

Nel gennaio 2018, Italcementi ha acquisito tutte le attività italiane di **Cementir Holding**, confermando la sua leadership industriale e di mercato in Italia.

# Italcementi e il Paese Italia

## Il ruolo di Italcementi nella crescita del Paese

La vocazione per l'**innovazione** e lo stretto legame con il mondo dell'**architettura** e dell'**ingegneria** appartengono da sempre a Italcementi e hanno trovato espressione nel contributo alla realizzazione di importanti opere tra cui l'**Autostrada del Sole**, **Palazzo Pirelli**, realizzato nel 1956 a Milano su progetto di **Giò Ponti** e **Pierluigi Nervi**, e la sala delle udienze papali a Roma, conosciuta come **Sala Nervi**.

In anni più recenti, lo sviluppo dei prodotti con cui sono stati realizzati il padiglione italiano a EXPO Shanghai 2010 e **Palazzo Italia**, luogo icona di EXPO Milano 2015.



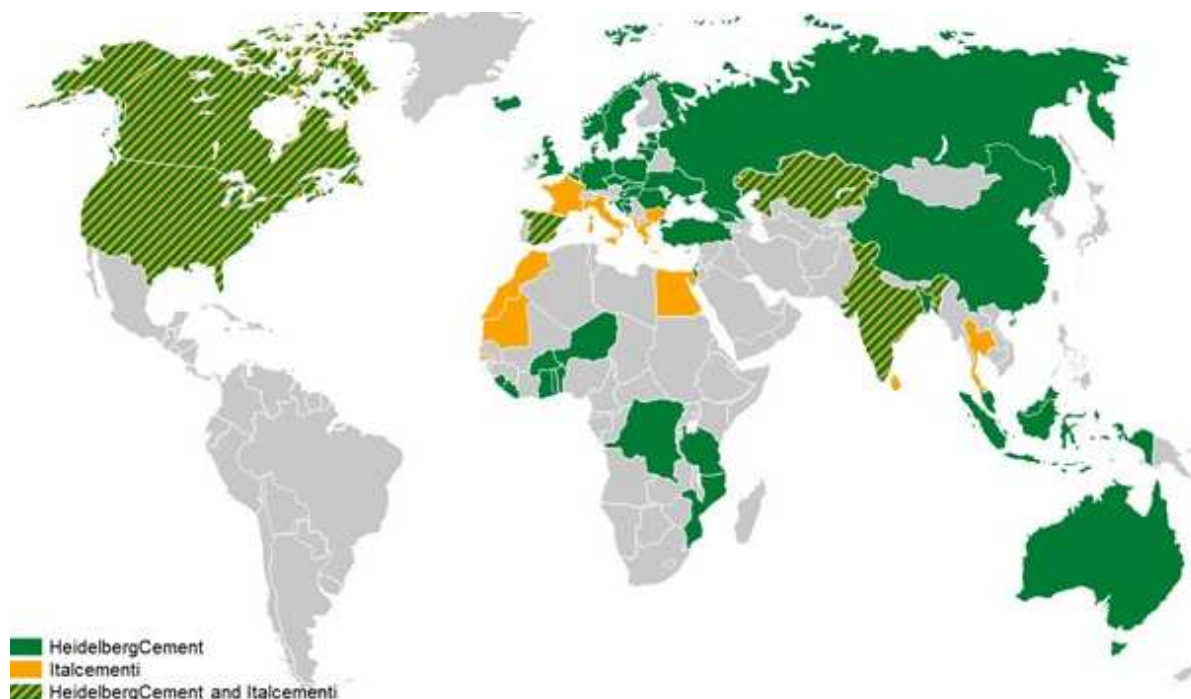
# ■ Italcementi ed il Gruppo HeidelbergCement

## HeidelbergCement, un Gruppo leader nel mondo

Dal primo luglio 2016 si è aperta una nuova era della storia di Italcementi.

La società oggi è parte di **HeidelbergCement Group**, il principale attore mondiale nella fornitura verticalmente integrata di materiali da costruzione:

- ❑ 60.000 dipendenti
- ❑ presente in circa 60 Paesi
- ❑ oltre 3.000 siti produttivi
- ❑ 17 miliardi di euro di fatturato



**Numero 1 nel business aggregati, numero 2 nel cemento e numero 3 nel Ready-Mixed Concrete**

# ■ Italcementi e l'innovazione

## I prodotti: qualità, innovazione e sostenibilità

**Cementi e calcestruzzi tradizionali.**

**Cementi bianchi** utilizzati per opere ad alto valore estetico.

**Cementi fotocatalitici** a base del principio attivo **TX Active®** in grado di migliorare la qualità dell'aria.

**Cementi innovativi: trasparente** (EXPO 2010 Shanghai); **biodinamico** (EXPO 2015 Milano); cementi per **design** e **arredo**.

**Calcestruzzi resistenti all'acqua di mare.**

**Calcestruzzi per pavimentazioni industriali durevoli.**

**Calcestruzzi per le strade e le gallerie.**

**Calcestruzzo drenante i.idro DRAIN**, per pavimentazioni che rispettano il ciclo naturale dell'acqua.



## Ricerca e Innovazione in Italcementi e HeidelbergCement

- **La R&D e Innovazione di Prodotto sulle linee di business cemento, aggregati e ready-mixed concrete sono concentrate in due Centri di Ricerca**
  - **Leimen:** focalizzato sulla riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub>, l'uso efficiente delle risorse, la diminuzione dei costi di produzione, e le soluzioni a valore aggiunto nel calcestruzzo
  - **Bergamo:** focalizzato sull'innovazione di prodotto, lo sviluppo delle applicazioni in calcestruzzo di fascia alta, e sulle nuove opportunità di mercato
- **Tutti i progetti sono definiti ed implementati dai team di entrambi i Centri in stretta collaborazione con le Unità Operative dei Paesi**
  - **La stretta collaborazione già dalle fasi iniziali dei progetti facilita sia l'efficiente implementazione dei risultati sviluppati che un rapido lancio sul mercato**







# Calcestruzzi drenanti

## Proprietà fisico-meccaniche

- Introduzione generale
- Proprietà idrauliche
- Proprietà fisico - meccaniche
- Dimensionamento del Sistema drenante  
– esempi di stratigrafie

# ■ Calcestruzzi drenanti - Proprietà fisico-meccaniche

## Introduzione generale

La soluzione drenante tipo i.idro DRAIN

Se una pavimentazione stradale (pedonabile o carrabile) portasse vantaggi al territorio in termini di:

- Sostenibilità ambientale
- Sicurezza
- Durabilità
- Comfort
- Gestione acque meteoriche



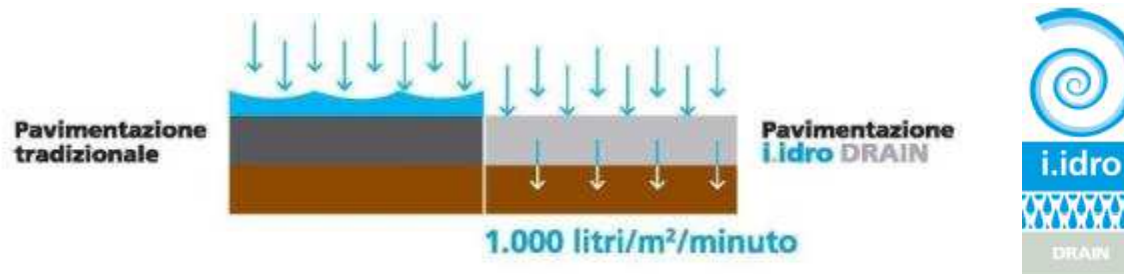
*Prodotto per le pavimentazioni continue pedonali o carrabili che potesse dare caratteristiche di drenaggio e durabilità.*

# Calcestruzzi drenanti - Proprietà fisico-meccaniche

## Come rinfrescare le città con soluzioni drenanti

I calcestruzzi drenanti tipo **i.idro DRAIN** sono un'innovativa formulazione di calcestruzzo **in grado di drenare l'acqua**.

Grazie al loro speciale mix design combinano la resistenza di una pavimentazione in calcestruzzo con una capacità drenante 100 volte superiore a quella di un terreno naturale.



# Calcestruzzi drenanti - Proprietà fisico-meccaniche

## Sostenibilità l'asset europeo del mercato dell'edilizia



**Direttiva Europea 31/2010**

**2019** scadenza per arrivare a nuovi edifici pubblici neutrali da un punto di vista energetico

**2021** scadenza per arrivare a nuovi edifici (pubblici e privati) neutrali da un punto di vista energetico

### PERMEABILITÀ DEI SUOLI EFFETTO "ISOLA DI CALORE" ESEMPI DI REGOLAMENTI EDILIZI

COMUNE	PROV.	REGOLAMENTO EDILIZIO (O ALTRO TIPO)	TIPO DI REQUISITO
Anzola dell'Emilia	BO	R.E. del 23/4/2008	<b>Obbligo</b> (nei casi di nuova costruzione e ristrutturazione deve essere assicurata una quota di superficie permeabile pari ad almeno il 50% della superficie scoperta di pertinenza degli edifici)
Aprilia	LT	R.E. modificato il 28/5/2008	<b>Obbligo</b> (nei casi di nuova costruzione e ristrutturazione deve essere assicurata una quota di superficie permeabile pari ad almeno il 50% della superficie scoperta di pertinenza degli edifici)
Bolzano	BZ	R.E. del 10/2/2004	<b>Obbligo</b> (certificazione Riduzione Impatto Edilizio per tutti gli interventi edilizi, residenziali e produttivi, imponendo come valori minimi un indice pari a 1,5 per le zone produttive e pari a 4 per le zone residenziali)
Montebelluna	TV	Allegato Energetico del 9/11/2009	<b>Obbligo</b> (in caso di nuova edificazione residenziale viene incentivata la realizzazione di una superficie permeabile di almeno il 90% rispetto al totale edificata)
Wadeno	MN	R.E. del Ottobre 2008	<b>Obbligo</b> (in caso di nuova edificazione residenziale la superficie permeabile del lotto deve essere almeno del 60% nel caso di insediamenti produttivi il 40%)

**RISORSE IDRICHE**

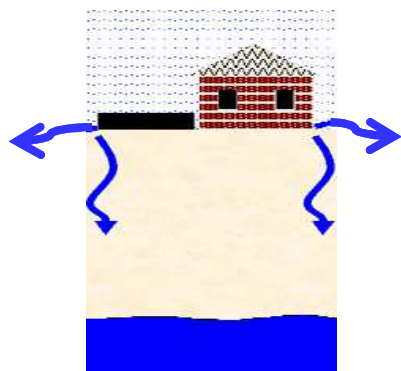
- Risparmio idrico
- Recupero delle acque meteoriche
- Recupero delle acque grigie

**CONTESTO LOCALE**

- Orientamento e schermatura
- Permeabilità del suolo
- Materiali locali e riciclabili

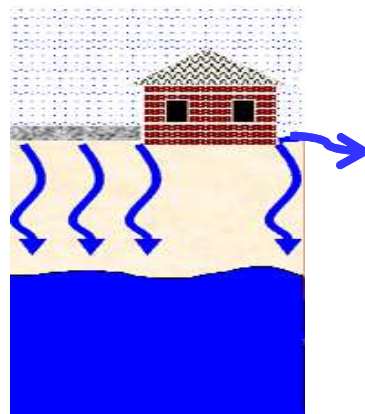
# ■ Calcestruzzi drenanti - Proprietà fisico-meccaniche

## Gestione delle acque meteoriche



Costruzione impermeabile

Necessita la creazione di un sistema di raccolta delle acque e gestione tramite sistemi fognari



Utilizzo di soluzioni permeabili

Calcestruzzo drenante tipo **i.idro DRAIN** favorisce il ripristino del ciclo naturale dell'acqua



Permeabilità naturale

Drenaggio naturale nel terreno



# ■ Calcestruzzi drenanti - Proprietà fisico-meccaniche

## Le comuni pavimentazioni drenanti

Il mercato attuale delle pavimentazioni drenanti è essenzialmente legato a:

➤ Masselli autobloccanti



➤ Grigliati plastici



➤ Stese di ghiaia



➤ Grigliati in cemento



# ■ Calcestruzzi drenanti - Proprietà fisico-meccaniche

## Proprietà idrauliche

Che cos'è i.idro DRAIN

**i.idro** DRAIN è un calcestruzzo innovativo per pavimentazioni con un' altissima capacità drenante, oltre **200 lt/mq\*min (mm/min)**.

La capacità drenante è garantita dall' accurata selezione degli aggregati che lo compongono e dalla specifica azione del legante cementizio utilizzato nella miscela.

L' adeguato rapporto cemento/aggregato permette di ottenere ottime performances fisico-meccaniche.





# Calcestruzzi drenanti - Proprietà fisico-meccaniche

## La capacità drenante



- La capacità drenante di **i.idro DRAIN** varia in funzione della tipologia di aggregati e mix

**15% - 25%**

**Percentuale di vuoti**  
Garantisce alta capacità  
drenante

**200**

**mm/minute**  
La capacità  
drenante

**Acq. portata a terra da:**

**Pioggia: 1 mm/h (0.017 lt/m<sup>2</sup>/min)**

**Acquazzone: 10 mm/h (0.17 lt/m<sup>2</sup>/min)**

**Nubifragio: > 30 mm/h (0.50 lt/m<sup>2</sup>/min)**

## Calcestruzzi drenanti - Proprietà fisico-meccaniche

### La capacità drenante

Le precipitazioni vengono misurate in **millimetri**, intendendo con questo i “**millimetri verticali di pioggia caduta sulla superficie di un metro quadrato**”.

Se ne deduce che **un millimetro di pioggia corrisponde a un litro d'acqua caduta sulla superficie di riferimento di un metro quadrato**.

Per definire la capacità drenante di un materiale si deve inserire anche un fattore tempo, cioè in quanto tempo l'acqua in superficie possa defluire attraverso la massa.

Quindi

**100 litri/mq/min**

sono uguali a **100 mm/min**

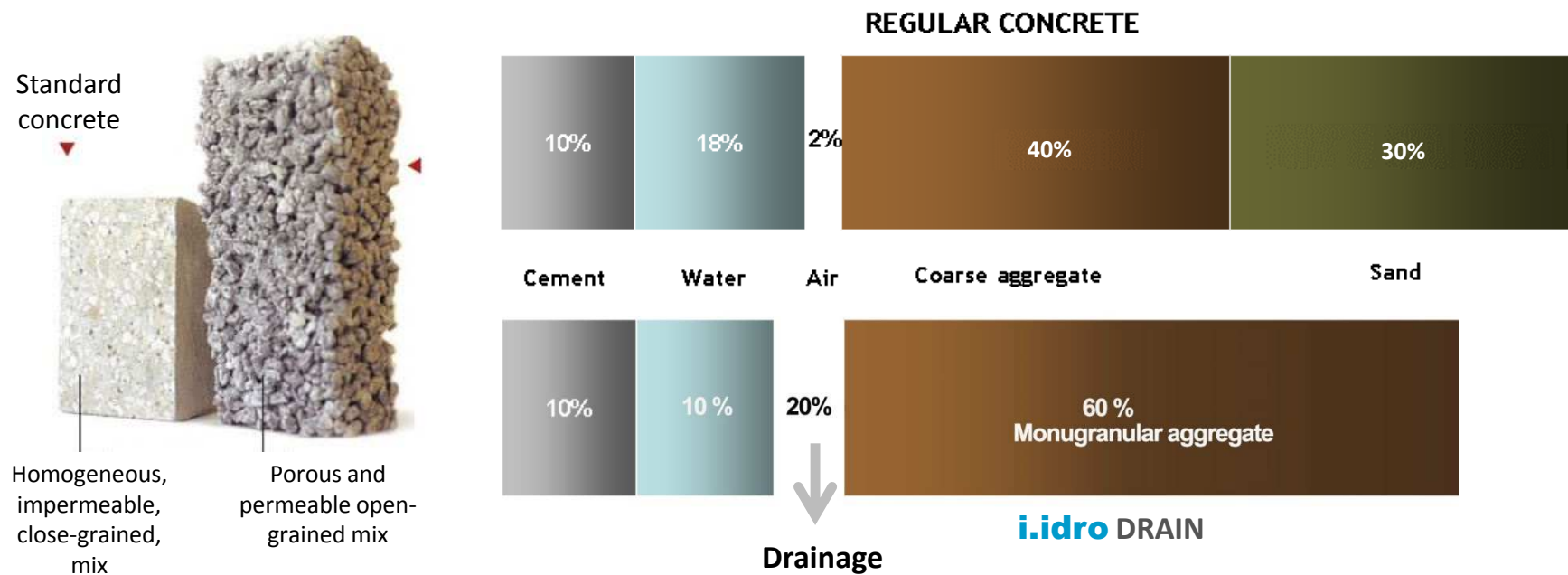
Un ulteriore unità di misura usata è il **m/s** che necessita invece di una conversione per equipararla alle altre.

Es. **100 mm/min = 0,0017 m/s**

Apparato di misura in accord  
alla UNI EN 12697- 40

# Calcestruzzi drenanti - Proprietà fisico-meccaniche

Le differenze rispetto ad un calcestruzzo ordinario



# Calcestruzzi drenanti - Proprietà fisico-meccaniche

## Proprietà fisico - meccaniche

Capacità drenante	Classe di riferimento	Materiale di riferimento
Molto alta	> 1000 mm/min	Ghiaia sciolta Asfalto drenante
Alta	> 200 mm/min	Pietrisco
Bassa	> 50 mm/min	Sabbia
Molto bassa	< 10 mm/min	Limo e limo argilloso Asfalto

i.idro DRAIN



### Principali caratteristiche

Percentuale di vuoti	< 15% - < 25%
Resistenza a flessione	> 1 MPa
Resistenza a compressione	> = 15

## ■ Calcestruzzi drenanti - Proprietà fisico-meccaniche

Caratteristiche tecniche di **i.idro DRAIN**

- ❑ **Grigio o pigmentato**
- ❑ **Massa volumica (fresco):** 1.700 – 2.100 Kg/m<sup>3</sup>
- ❑ **Diametro massimo aggregato:** 9 – 22 mm
- ❑ **Porosità:** 15% - 25% di vuoti
- ❑ **Permeabilità\*:** ≥ 200 mm/min
- ❑ **Resistenza a compressione a 28 gg\*:** > 15 Mpa
- ❑ **Area libera superficiale drenante:** 25%
- ❑ **Resistenza a flessione:** > 1 MPa

\* in funzione del grado di costipamento raggiunto

# ■ Calcestruzzi drenanti - Proprietà fisico-meccaniche

Testato ai cicli gelo e disgelo

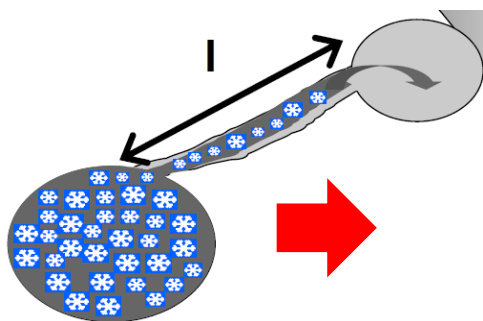


+9% IN VOLUME



Thermal shock

La pasta cementizia con pori interconnessi progettati per assorbire l'aumento di volume grazie alla presenza di specie additivi.



- A livello microscopico, miglior resistenza al gelo/disgelo
- A livello macroscopico, deflusso delle acque

Soddisfa ASTM 666

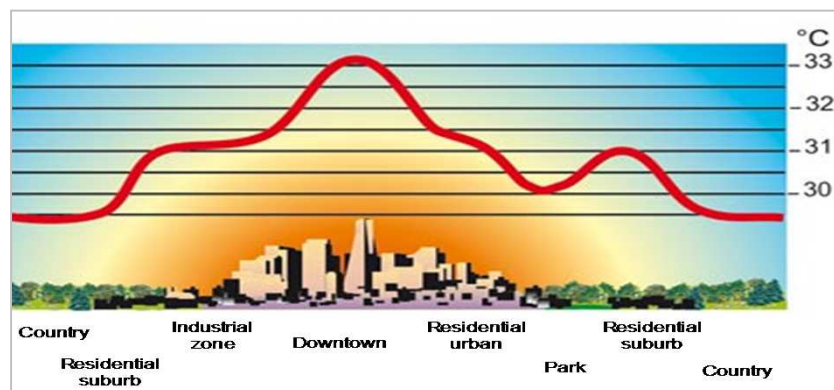


# Calcestruzzi drenanti - Proprietà fisico-meccaniche

## SRI – indice di riflessione solare

L'effetto albedo è garantito da:

- Struttura open-grade
- Colorazione chiara del calcestruzzo



Material	SRI*
New drain asphalt	<b>0</b> (reference value is 5)
Aged asphalt	<b>6</b> (reference value is 12-15)
i.idro DRAIN grey	<b>29</b>
i.active DRAIN grey	<b>33</b>
i.idro DRAIN white	<b>63</b>
i.active DRAIN white	<b>65</b>

Nel corso del mese di Settembre 2012, l'Unità Tecnica per l'Efficienza Energetica – Servizio Residenziale e Terziario di ENEA ha effettuato una serie di prove su campioni di vari materiali. Le misure e le successive elaborazioni sono state condotte con apparati sperimentali avanzati conformi alle normative ASTM E903, ISO 9050 ed EN 410.

Aggiornamento secondo criteri LEED v4 (33 new – 28 a 3 anni)



# ■ Calcestruzzi drenanti - Proprietà fisico-meccaniche

## Durabilità

Con **i.idro DRAIN**, aumenta la durabilità delle pavimentazioni, si annullano gli affossamenti e le deformazioni tipiche dell'asfalto, si riduce la formazione delle lastre di ghiaccio in superficie.



Deformazione asfalto



Assenza di Ghiaccio superficiale

# Calcestruzzi drenanti - Proprietà fisico-meccaniche

## Dimensionamento del Sistema drenante – esempi di stratigrafie

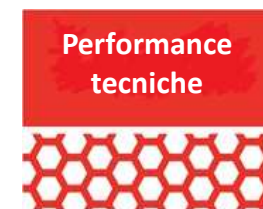
Aspetti progettuali di una pavimentazione



**Progettazione  
architettonica**



**Progettazione  
strutturale**

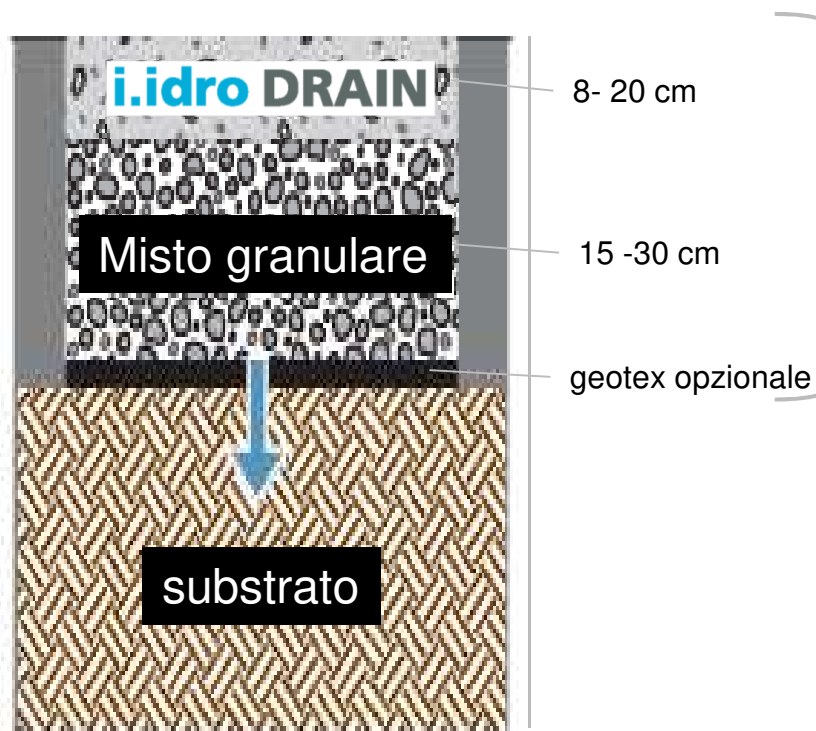


**Progettazione  
idraulica**



# ■ Calcestruzzi drenanti - Proprietà fisico-meccaniche

## Il sistema applicativo



Sistema **Drenante**

Gli spessori dei vari strati sono calcolati in funzione delle performance idrauliche e meccaniche richieste

# ■ Calcestruzzi drenanti - Proprietà fisico-meccaniche

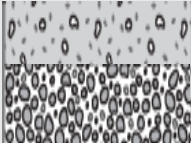
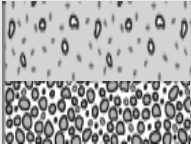
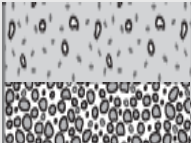
## Progettazione del sistema



1. Identificare le sollecitazioni, scegliere lo spessore per sopportare i carichi
2. Scegliere la soluzione da adottare per gestire lo smaltimento delle acque
3. Quindi, definire lo spessore da dare al sistema per il drenaggio

# Calcestruzzi drenanti - Proprietà fisico-meccaniche

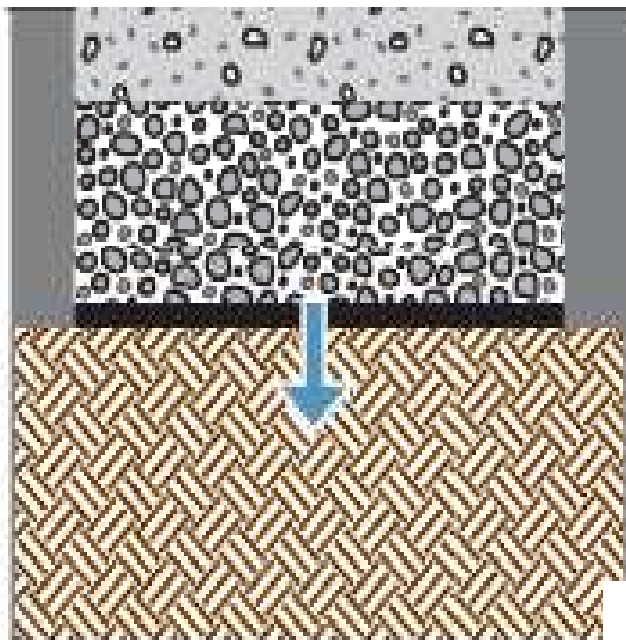
## Tipiche sezioni e dimensionamento

Applicazioni	Stratigrafia	Spessori
Marciapiede		i.idro DRAIN 8-10 cm
	Misto granulare*	Compattato $\geq 20$ cm
Parcheggio		i.idro DRAIN $\geq 15$ cm
	Misto granulare*	Compattato $\geq 30$ cm
Strada secondaria (Zone 30)		i.idro DRAIN 15 -20 cm
	Misto granulare*	Compattato $\geq 30$ cm

\* La dimensione del sottofondo dipende dal valore di  $M_d$  = modulo di deformazione del substrato e dal sistema di convogliamento delle acque.

# Calcestruzzi drenanti - Proprietà fisico-meccaniche

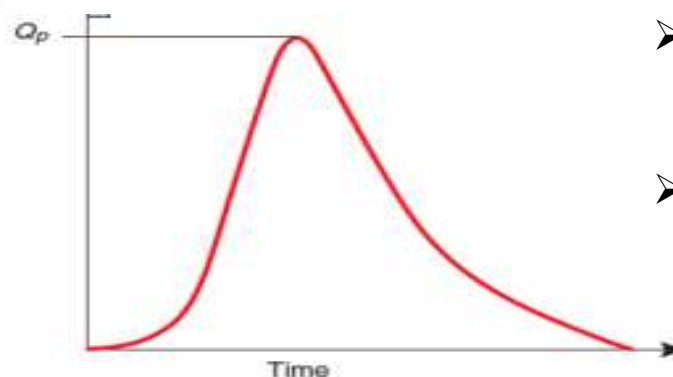
## Il vantaggio idraulico



Il sistema, opportunamente progettato, può svolgere una importante azione idraulica

- Drenaggio
- Stoccaggio

La capacità di stoccaggio è assicurata dal volume di vuoti presenti nello strato di i.dro DRAIN (15% to 25% di vuoti), e nel misto granulare (20% to 40% vuoti)

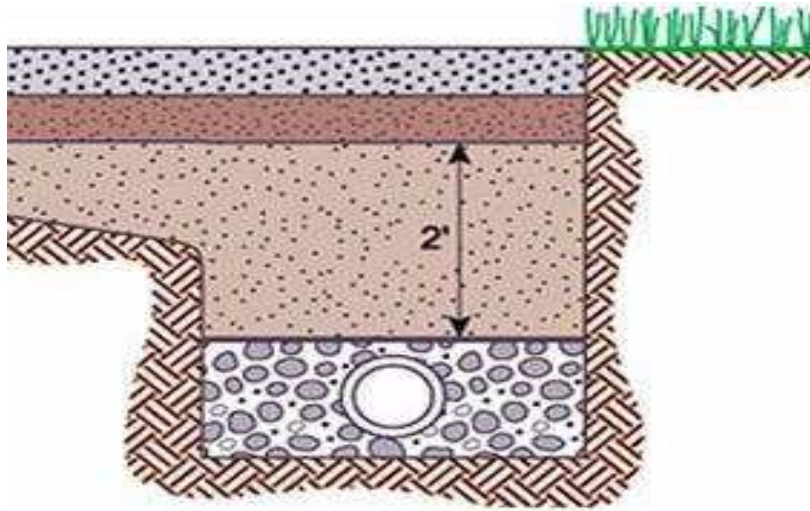


- Riduce i picchi delle piogge
- Invarianza idraulica (equilibrio idrogeologico)



## ■ Calcestruzzi drenanti - Proprietà fisico-meccaniche

Compatibile con i tradizionali sistemi gestione acque

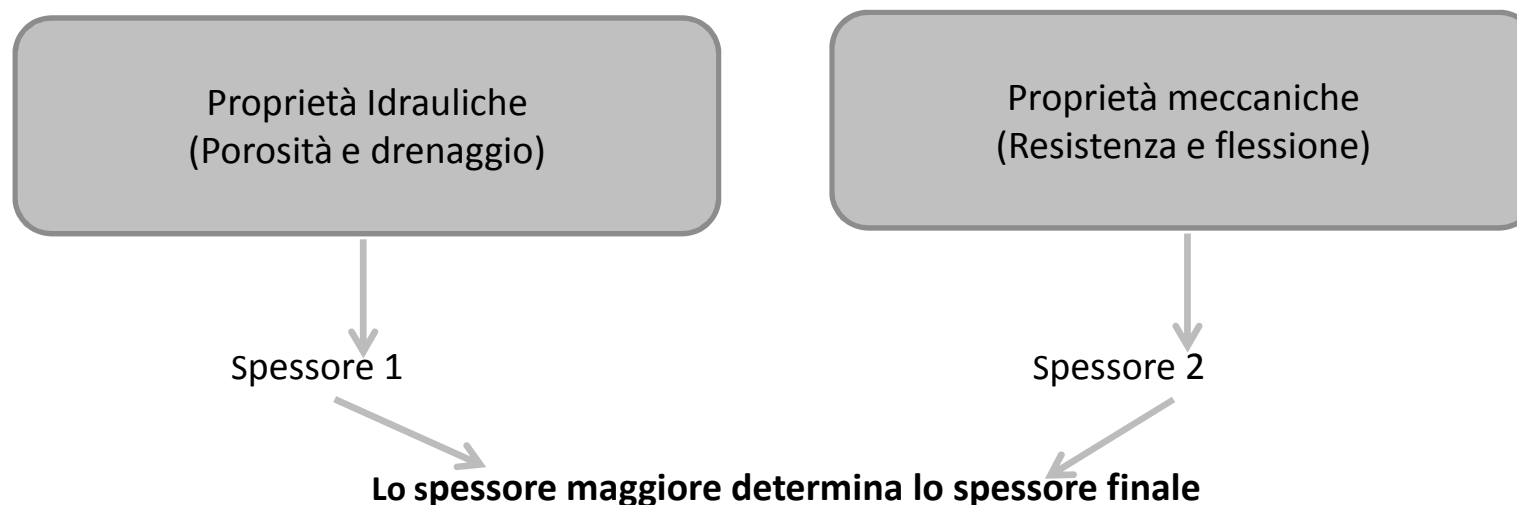


**i.idro DRAIN** è comunque compatibile con i tradizionali sistemi di **raccolta** ed il **riciclo** delle acque piovane, che possono essere adeguatamente convogliate attraverso la progettazione di opportuni sottoservizi.



## Calcestruzzi drenanti - Proprietà fisico-meccaniche

In sintesi, due fattori determinano lo spessore del sistema DRAIN

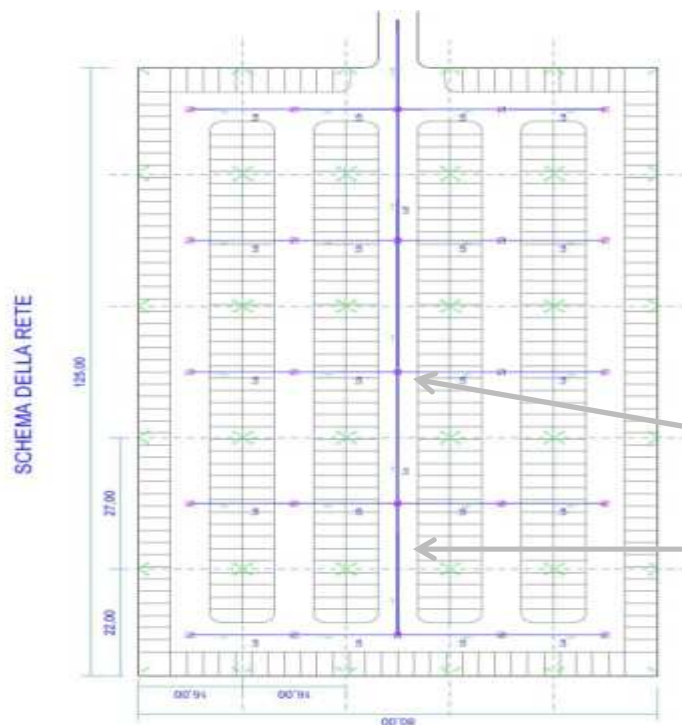


Le Proprietà idrauliche, come la permeabilità e il volume dei vuoti, E le proprietà meccaniche, come la resistenza e la rigidità. Il progettista seleziona le appropriate proprietà del materiale, l'appropriato spessore della pavimentazione, e le altre caratteristiche necessarie per soddisfare contemporaneamente le richieste idrauliche e quelle del carico dovuto al traffico.

Sono richieste analisi separate sia per le specifiche idrauliche che per quelle strutturali; lo spessore più alto della pavimentazione che viene fuori dalle due simulazioni determinerà il valore finale da scegliere per la progettazione.

# ■ Calcestruzzi drenanti - Proprietà fisico-meccaniche

Esempio: grandi superfici –soluzione tradizionale



Zona climatica: Bergamo  $Q_{max} = 350$  l/s

Zona climatica: Roma  $Q_{max} = 284$  l/s

Zona climatica: Bari  $Q_{max} = 297$  l/s

caditoie, pozzetti

Tubazioni

# ■ Calcestruzzi drenanti - Proprietà fisico-meccaniche

## Grandi superfici: alternativa 1

Sistema "Drain disperdente"



Totale drenaggio nel terreno

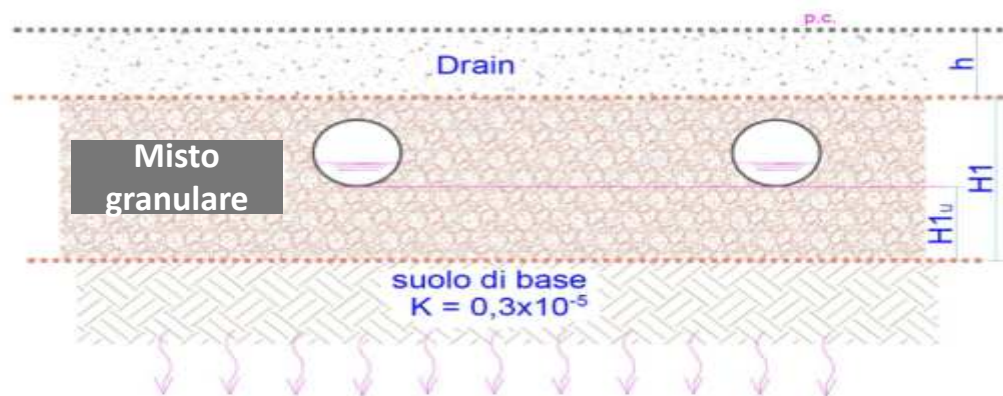
- Invarianza Idraulica
- Eliminazione rete gestione acque

Drain drena l'acqua dalla superficie lasciando che si accumuli nello strato di fondazione per successiva totale infiltrazione

# ■ Calcestruzzi drenanti - Proprietà fisico-meccaniche

## Grandi superfici: alternativa 2

Sistema "Drain misto"



drenaggio nel terreno

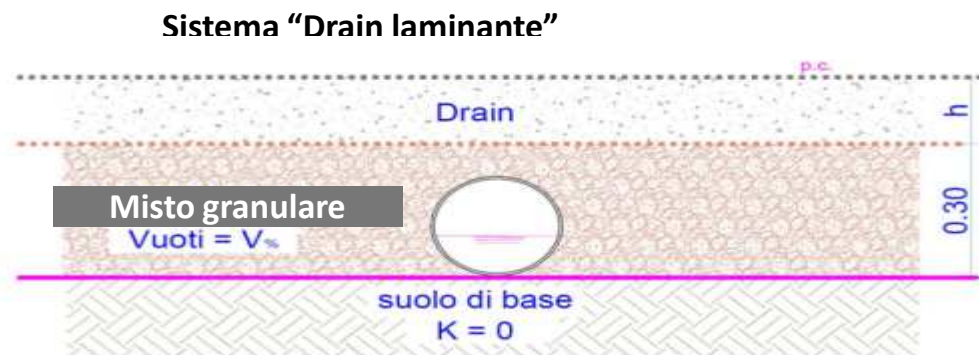
Smaltimento eccesso tramite rete

- Riduzione sensibile delle portate da scaricare rispetto a quelle che si avrebbero con la soluzione tradizionale della rete di tubi.

Drain drena l'acqua dalla superficie lasciando che si accumuli nello strato di fondazione, filtri nel terreno, e l'eccesso venga smaltito da un sistema di tubazioni drenanti

# Calcestruzzi drenanti - Proprietà fisico-meccaniche

## Grandi superfici: alternativa 3



Accumulo nel sottofondo

Graduale e costante rilascio nella rete

- Invarianza idraulica (sempre più citata dagli strumenti di pianificazione territoriale)
- Riduzione del picco di piena valutabile nell'ordine del 70% (portate defluenti più modeste e deflusso costante nel tempo).

Lo strato di Drain drena l'acqua dalla superficie lasciando che venga accumulata nel sottofondo, per un rilascio graduale in fognatura:

- Sensibili benefici sulla rete di drenaggio posta a valle dell'insediamento
- Rispetto il principio della invarianza idraulica sempre più citato dagli strumenti di pianificazione territoriale.
- Riduzione del picco di piena valutabile nell'ordine del 70% rendendo le portate defluenti più modeste e garantendo un deflusso costante nel tempo.



Grazie per l'attenzione