

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.



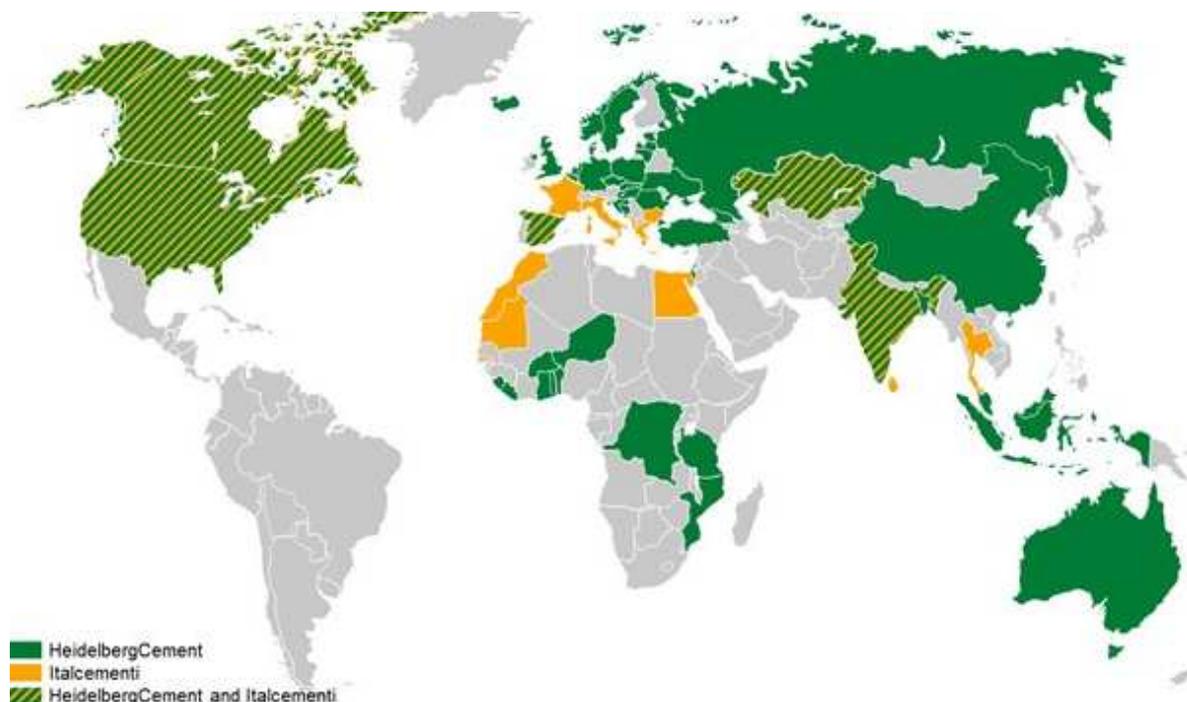
■ Italcementi ed il Gruppo HeidelbergCement

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 CO₂, 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



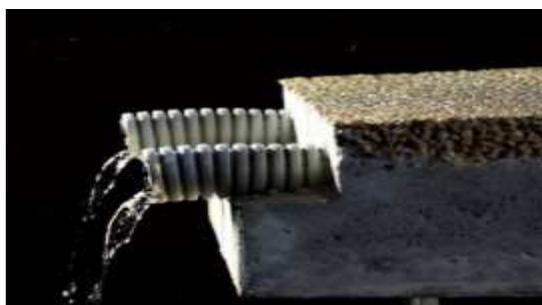
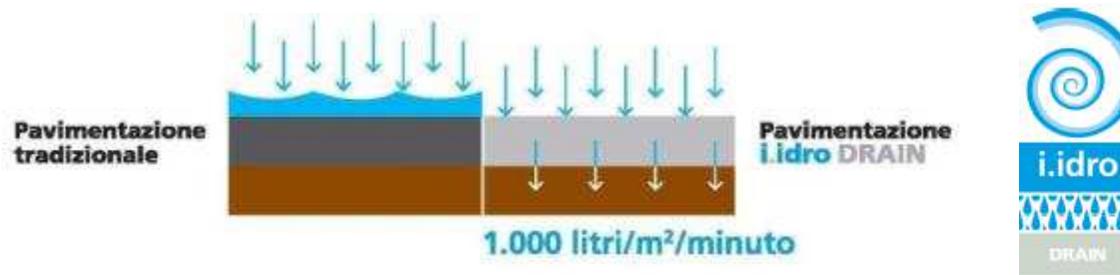
Prodotto per le pavimentazioni continue pedonali o carrabili che potesse dare caratteristiche di drenaggio e durabilità.

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	Obbligo (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	Obbligo (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	Obbligo (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	Obbligo (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	Obbligo (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

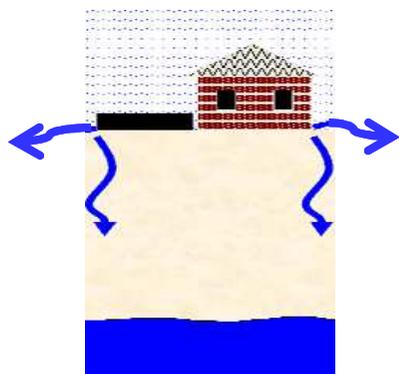
- Risparmio idrico
- Recupero delle acque meteoriche
- Recupero delle acque grigie

CONTESTO LOCALE

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

■ Calcestruzzi drenanti - Proprietà fisico-meccaniche

Gestione delle acque meteoriche



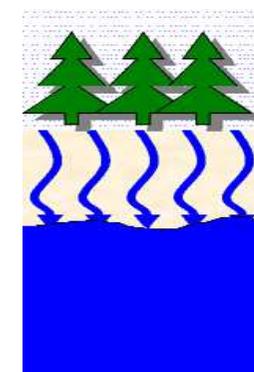
Costruzione impermeabile

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

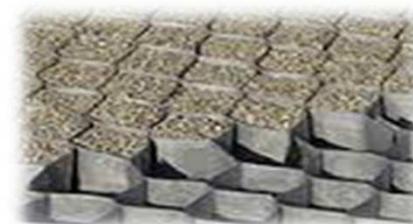
Le comuni pavimentazioni drenanti

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/m²/min)

Acquazzone: 10 mm/h (0.17 lt/m²/min)

Nubifragio: > 30 mm/h (0.50 lt/m²/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**

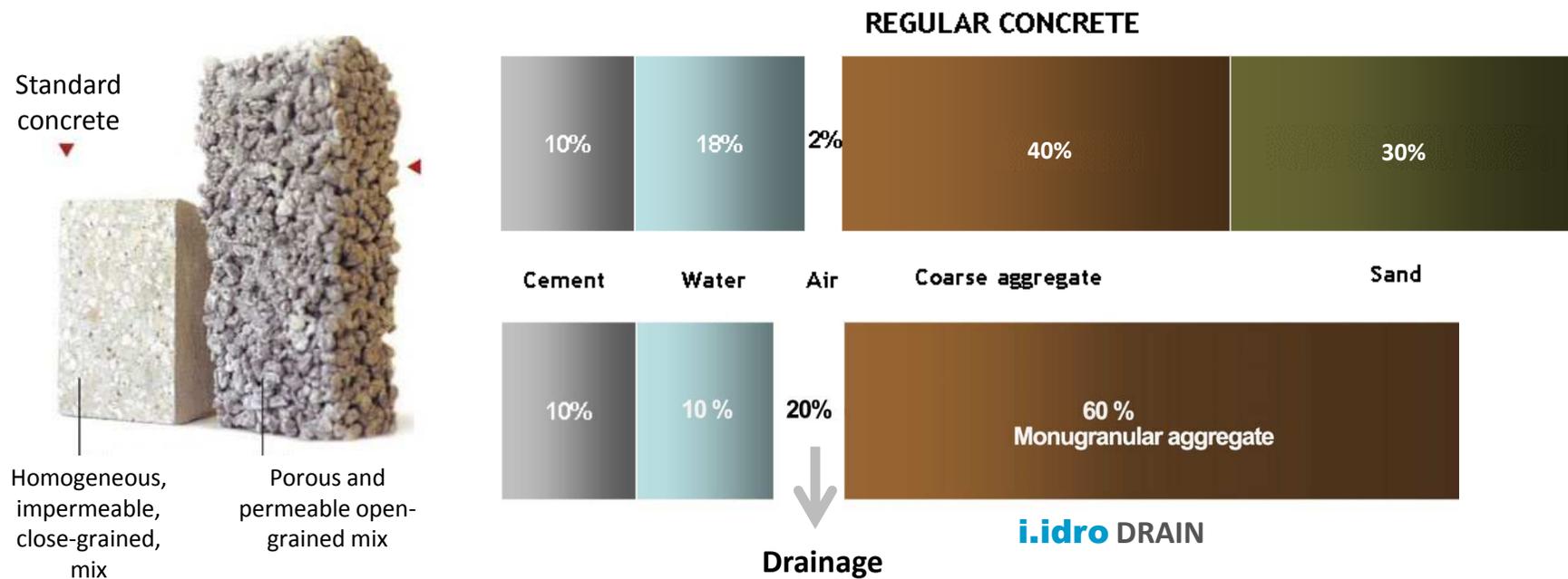
Un ulteriore unità di misura usata è il **m/s** che necessita invece di una conversione per equipararla alle altre.

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/m³
- ❑ **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

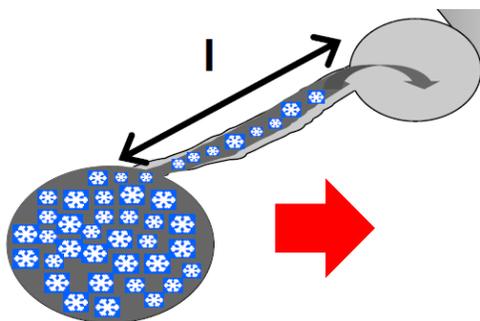


+9% IN VOLUME



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

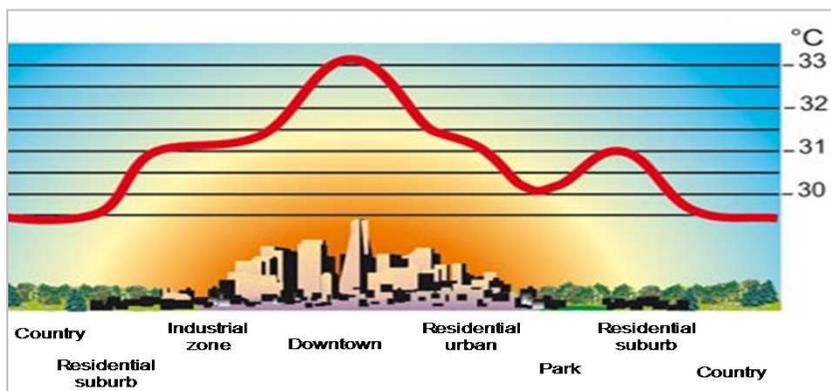
Soddisfa ASTM 666

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	0 (reference value is 5)
Aged asphalt	6 (reference value is 12-15)
i.idro DRAIN grey	29
i.active DRAIN grey	33
i.idro DRAIN white	63
i.active DRAIN white	65

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**



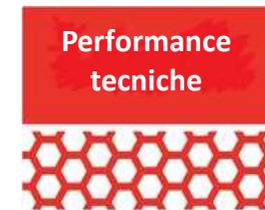
**Performance
estetiche**



**Sostenibilità
e confort**



**Progettazione
strutturale**



**Performance
tecniche**



**Progettazione
idraulica**



**Performance
idrauliche**

■ 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

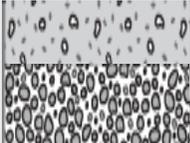
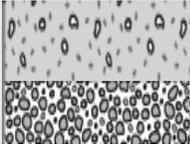
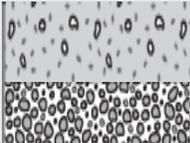
Progettazione del sistema



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

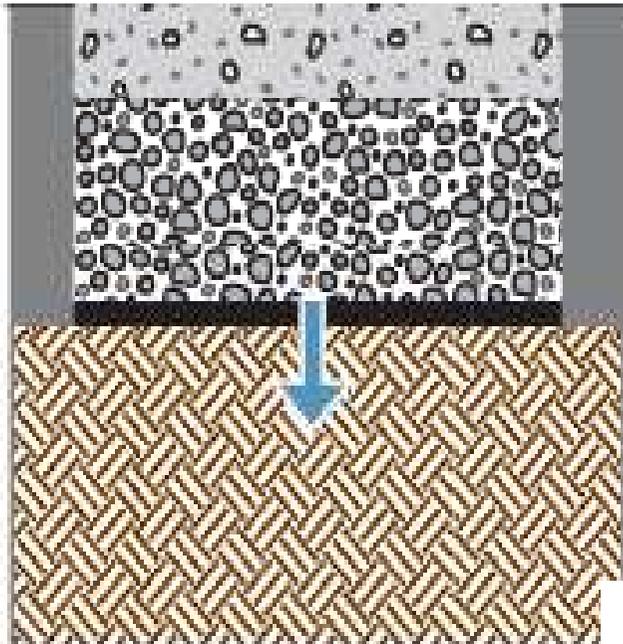
Tipiche sezioni e dimensionamento

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

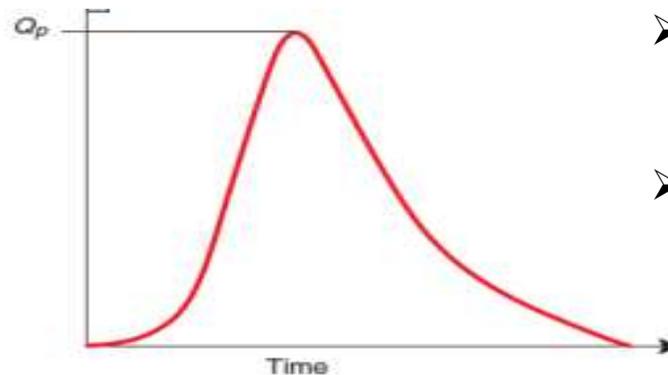
Il vantaggio idraulico



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

- Drenaggio
- Stoccaggio

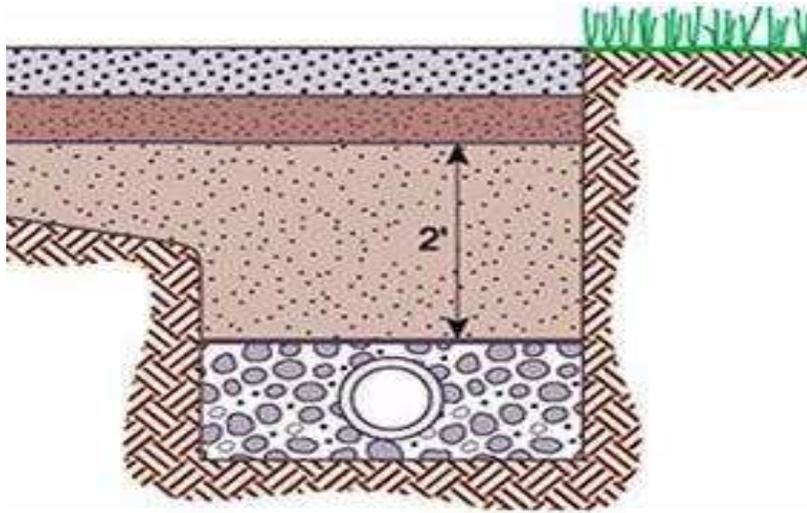
La capacità di stoccaggio è assicurata dal volume di vuoti presenti nello strato di i.dro DRAIN (15% to 25% di vuoti), e nel misto granulare (20% to 40% vuoti)



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

■ Calcestruzzi drenanti - Proprietà fisico-meccaniche

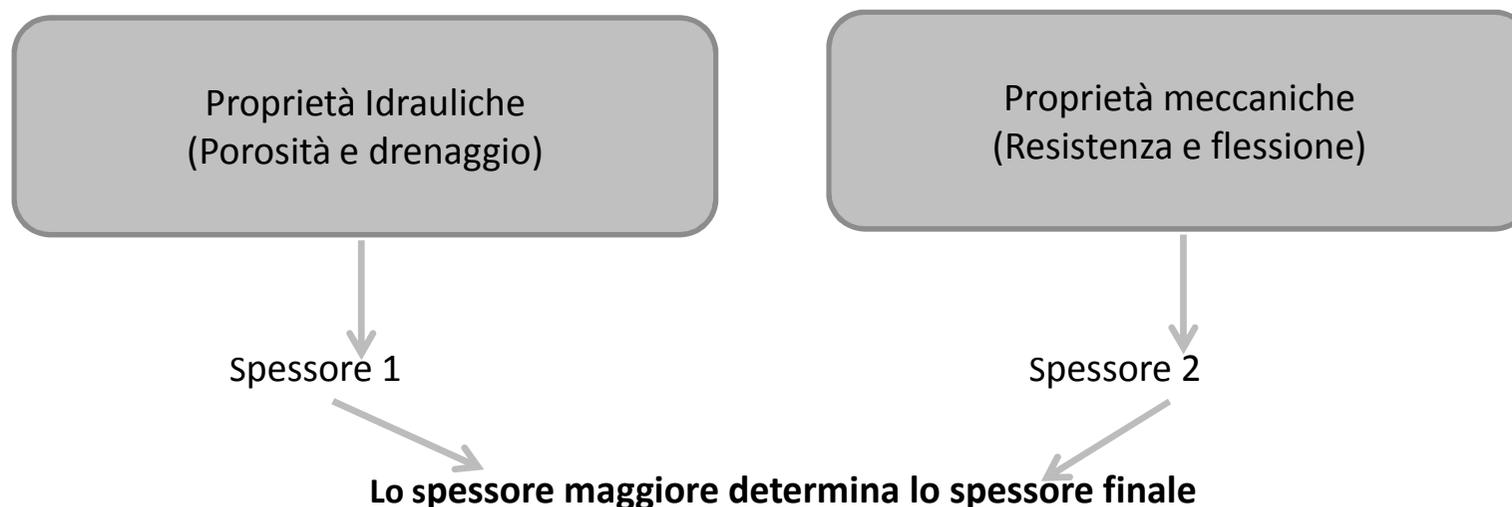
Compatibile con i tradizionali sistemi gestione acque



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

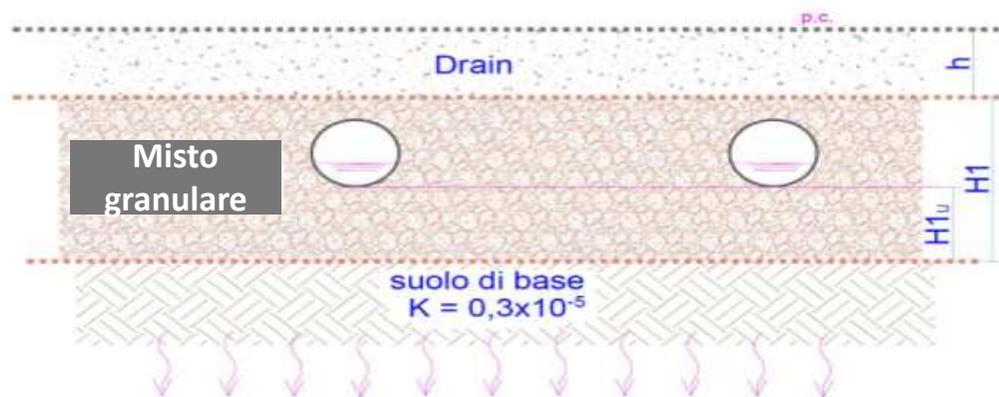
- Invarianza Idraulica
- Eliminazione rete gestione acque

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

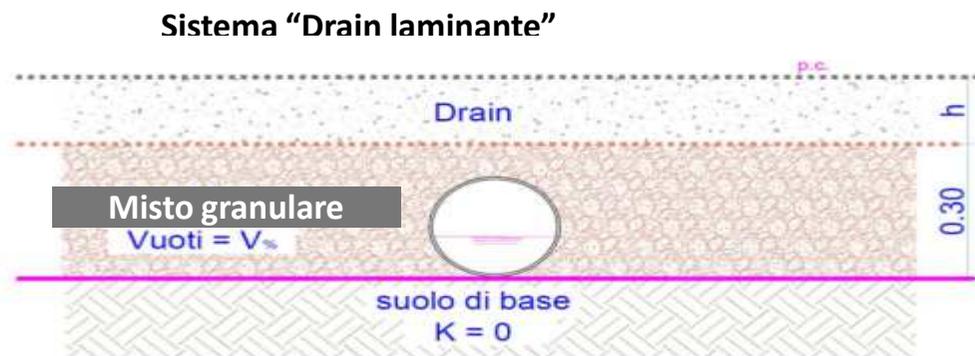
Smaltimento eccesso tramite rete

- 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