



Invarianza idraulica e sistemi per trattarla: teoria e pratica.

Parma, 16 Aprile 2026

Relatori: **Dr. Ing. Marco Zausa** - Resp. Tecnico GRAF Italia Srl
Ing. Dario Santori - Titolare Eco-Sistemi Srl

Otto Graf GmbH e Graf Italia Srl



Eco-Sistemi Srl

Eco-sistemi è un'azienda specializzata nel trattamento delle acque.

Nata dall'esperienza di professionisti da vent'anni presenti nei mercati della conduzione e del recupero e depurazione delle acque, **Eco-sistemi** si propone al mercato italiano ed europeo con una vasta gamma di soluzioni impiantistiche e progettuali, studiate per le più diverse necessità dei clienti.

L'attività aziendale spazia dalla fornitura degli impianti alla consulenza tecnica e progettuale proposta ai tecnici ed ai loro committenti.

Eco-sistemi svolge anche un'intensa attività di promozione e formazione presso Enti gestori di reti fognarie ed acquedottistiche, uffici tecnici, studi di progettazione e installatori specializzati.

Sommario

- Invarianza idraulica: normativa e concetti base
- Soluzioni tradizionali
- Vantaggi della plastica
- Sistemi di trattamento, recupero e laminazione in materiale plastico
- Casi studio



Invarianza idraulica - Normativa (1)

- **Direttiva Alluvioni 2007/60/CE** - Quadro di riferimento per valutazione e gestione rischio alluvioni. Obiettivo: ridurre impatti negativi su salute umana, ambiente, attività economiche, patrimonio culturale.
- Recepita in Italia con **D.Lgs 49/2010** - Integra disposizioni già elencate da **D.Lgs 152/2006** e delega:
 - **Autorità di Bacino** - Redazione Piani stralcio per l'assetto idrogeologico
 - **Regioni** - Lavoro con Autorità di Bacino e assunzione di *"ogni altra iniziativa ritenuta necessaria in materia di conservazione e difesa del territorio, del suolo e del sottosuolo e di tutela ed uso delle acque nei bacini idrografici di competenza..."* (art. 61).
- Strumenti regionali:
 - A partire dalle **leggi per il governo del territorio**: delibere (es. D.G.R. Marche n. 53 del 27/01/2014, dalla L.R. 22/2011), oppure regolamenti (es. R.R. Lombardia n.7 del 23/11/2017, dalla L.R. 12/2005).
 - **Piani di Tutela delle Acque (PTA)**, in accordo con D.Lgs. 152/2006.

Invarianza idraulica - Normativa (2)

In **EMILIA-ROMAGNA**...

- **Piano Stralcio per il rischio idrogeologico** emanato dall'Autorità dei bacini regionali romagnoli. 1° Versione DGR 350/2003, ultima DGR 2112/2016.

Art. 9 - Definizione di **invarianza idraulica**

"Per trasformazione del territorio ad invarianza idraulica si intende la trasformazione di un'area che non provochi un aggravio della portata di piena del corpo idrico ricevente i deflussi superficiali originati dall'area stessa".

Altri aspetti salienti:

- Volume di invaso da realizzare in ogni intervento che modifichi la permeabilità originaria delle superfici
- Obbligo anche per interi comparti urbani (es. PDL) e interventi su contesti esistenti
- Vanno bene anche soluzioni alternative, purché se ne rimostri la pari efficacia
- Per le norme tecnico-operative (es. calcolo dei volumi)...

Invarianza idraulica - Normativa (3)

- **Direttiva inerente le verifiche idrauliche e gli accorgimenti tecnici da adottare per conseguire gli obiettivi di sicurezza idraulica definiti dal Piano Stralcio per il Rischio Idrogeologico**, ai sensi degli artt. 2 ter, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11 del Piano, adottata dal Comitato Istituzionale con delibera n. 3/2 del 20 ottobre 2003 e s.m.i., come modificata dalla Variante di coordinamento PGRA-PAI, adottata dal C.I. con delibera 2/2 del 7/11/2016.

Capitolo 7 - Criteri e accorgimenti tecnici per la realizzazione delle misure per l'invarianza idraulica (art. 9)

Volume minimo d'invaso in aree sottoposte a una quota di trasformazione I (% dell'area che viene trasformata) e in cui viene lasciata inalterata una quota P (tale che I+P=100%) è data da:

$$w = w^{\circ} (\varphi / \varphi^{\circ}) (1 / (1 - n)) - 15 I - w^{\circ} P$$

Con: $w^{\circ} = 50 \text{ mc/ha}$,

φ = coefficiente di deflusso dopo la trasformazione,

φ° = coefficiente di deflusso prima della trasformazione,

$n = 0.48$ (esponente delle curve di possibilità climatica di durata inferiore all'ora)

I e P espressi come frazione dell'area trasformata

Invarianza idraulica - Normativa (4)

w è espresso in mc/ha e deve essere moltiplicato per l'area totale dell'intervento (superficie territoriale, St), a prescindere dalla quota P che viene lasciata inalterata.

Stima dei coefficienti di deflusso:

$$\varphi^{\circ} = 0.9 \text{Imp}^{\circ} + 0.2 \text{Per}^{\circ} \quad (2-a)$$

$$\varphi = 0.9 \text{Imp} + 0.2 \text{Per} \quad (2-b)$$

in cui Imp e Per sono rispettivamente le frazioni dell'area totale da ritenersi impermeabile e permeabile, prima della trasformazione (se connotati dall'apice[°]) o dopo (se non c'è l'apice[°]).

Classe di Intervento	Definizione
Trascurabile impermeabilizzazione potenziale	intervento su superfici di estensione inferiore a 0.1 ha
Modesta impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici comprese fra 0.1 e 1 ha
Significativa impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici comprese fra 1 e 10 ha; interventi su superfici di estensione oltre 10 ha con $\text{Imp} < 0.3$
Marcata impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici superiori a 10 ha con $\text{Imp} > 0.3$

Tabella 1 - classificazione degli interventi di trasformazione delle superfici ai fini dell'invarianza idraulica

Invarianza idraulica - Normativa (5)

Laminazione dipende da luce di efflusso e tirante, per cui:

- trascurabile impermeabilizzazione potenziale, è sufficiente rispetto della formula
- modesta impermeabilizzazione, rispetto della formula, le luci di scarico ≤ 200 mm, tiranti ≤ 1 m
- significativa impermeabilizzazione, dimensionare le luci di scarico e i tiranti idrici per garantire la conservazione della portata massima defluente dall'area con durata di pioggia 2 ore e TR=30 anni
- marcata impermeabilizzazione, studio di maggiore dettaglio.

Par. 7.3 Modalità di realizzazione degli invasi e schemi di dettaglio

Par. 7.4 Valutazione dei coefficienti di deflusso

Invarianza idraulica - Normativa (6)

- Prescrizioni particolari sono contenute anche nei **Piani Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI)**, emanati dalle Autorità di bacino.

Un esempio - **Autorità di Bacino del fiume Reno:**

Art. 20 (controllo degli apporti d'acqua)

1. Al fine di non incrementare gli apporti d'acqua piovana al sistema di smaltimento e di favorire il riuso di tale acqua... i Comuni prevedono nelle zone di espansione, per le aree non già interessate da trasformazioni edilizie, che la realizzazione di interventi edilizi sia subordinata alla realizzazione di sistemi di raccolta delle acque piovane per un volume complessivo di almeno **500 m³ per ettaro di superficie territoriale**, ad esclusione delle superfici permeabili destinate a parco o a verde compatto che non scolino, direttamente o indirettamente e considerando saturo d'acqua il terreno, nel sistema di smaltimento delle acque meteoriche; sono inoltre escluse le superfici dei sistemi di raccolta a cielo aperto...

2. I sistemi di raccolta di cui al comma precedente, ad uso di una o più delle zone di espansione, devono essere localizzati in modo tale da raccogliere le acque piovane prima della loro immissione nel corso d'acqua o collettore di bonifica ricevente individuato dall'Autorità idraulica competente.

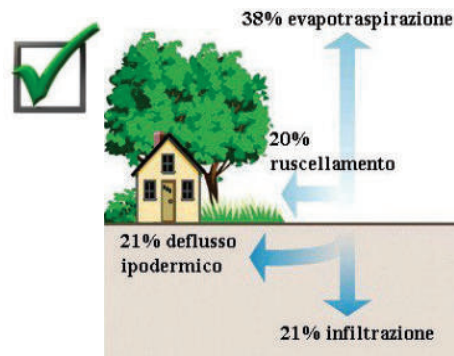
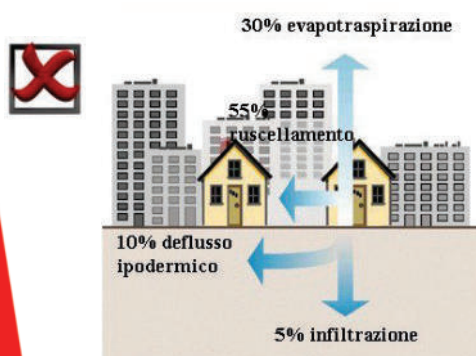
Invarianza idraulica - Normativa (7)

- NOVITA' IMPORTANTE: estensione ai bacini del Reno, Romagnoli, Conca Marecchia e Fissero, Tartaro, Canalbiano del PAI Po (Deliberazione n. 13 del 18 dicembre 2025).

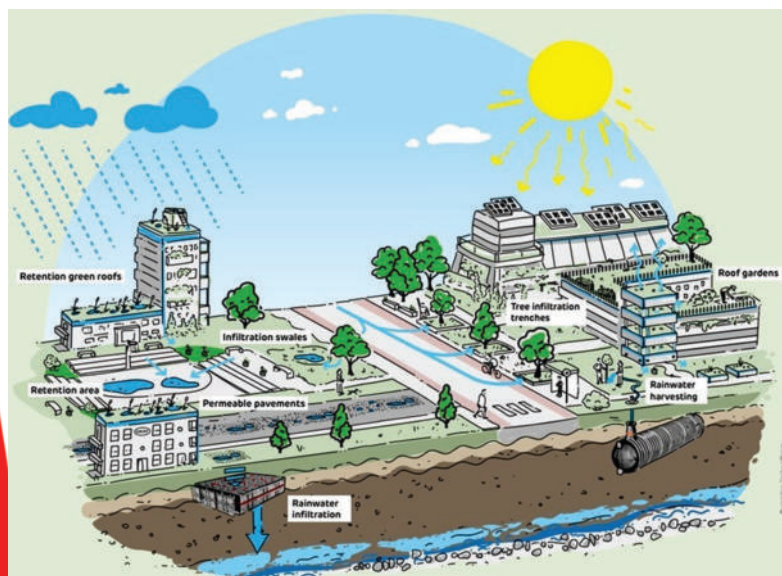
Il Progetto di Variante, per i bacini del Reno, Romagnoli e Conca Marecchia, riguarda:

- l'ambito del reticolo idrografico principale, per il quale sono delimitate le nuove fasce fluviali secondo la metodologia del PAI Po e definite le linee di assetto, sulla scorta di recenti aggiornamenti dei quadri conoscitivi relativi alle condizioni di pericolosità e di rischio idraulico, avviati anche in conseguenza degli eventi alluvionali del maggio 2023 e settembre e ottobre 2024;
- l'ambito dei versanti, per il quale è stata aggiornata la classificazione e perimetrazione delle frane secondo un nuovo approccio metodologico, tenendo conto delle nuove conoscenze e delle più recenti potenzialità di monitoraggio satellitare.

Invarianza idraulica



Il modello “ideale” - Città spugna



TRATTAMENTO



RECUPERO PER RIUTILIZZO



INFILTRAZIONE / LAMINAZIONE



Invarianza idraulica - Quale soluzione?



A



B



C



Soluzioni tradizionali - 1

RAIN GARDENS – DRENAGGI CON GHIAIA



- Estetica
- Sistema naturale
- Ideali per drenaggio stradale



- Manutenzione continua
- Indice dei vuoti - Volumi
- Ristagno di acqua

BACINI DI LAMINAZIONE



- Gestione di grandi volumi
- Costi realizzazione limitati
- Pregio naturalistico – Qualità delle acque



- Odori e animali molesti
- Sicurezza
- Perdita dell'area

Soluzioni tradizionali - 2

VAASCHE PREFABBRICATE IN CAV



- Costo materiale
- Regolazione delle portate uscenti
- Posa meno complessa dei tubi



- Movimentazione difficoltosa
- No infiltrazione
- Poca adattabilità agli spazi

VASCHE GETTATE IN OPERA



- Versatilità
- Elevata resistenza
- Volumi elevati



- Tempistiche
- Costo di manodopera
- Progettazione strutturale

La plastica come materiale: perché?

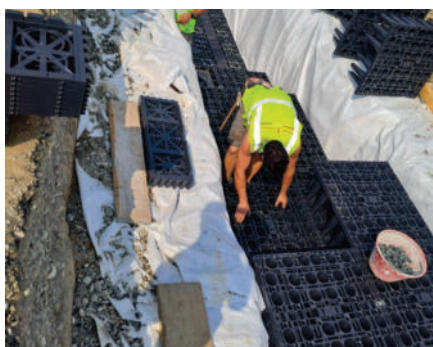
Leggerezza



Resistenza



Velocità



Sostenibilità



Soluzioni in materiale plastico

TRATTAMENTO



RECUPERO PER RIUTILIZZO

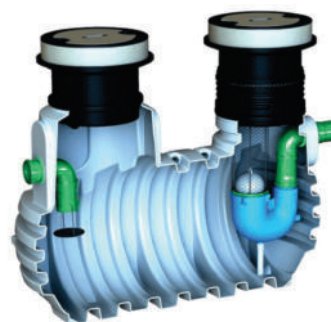
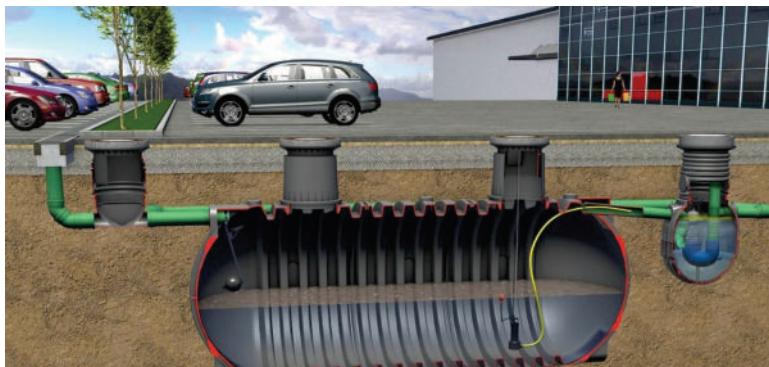


INFILTRAZIONE / LAMINAZIONE



Trattamento - 1

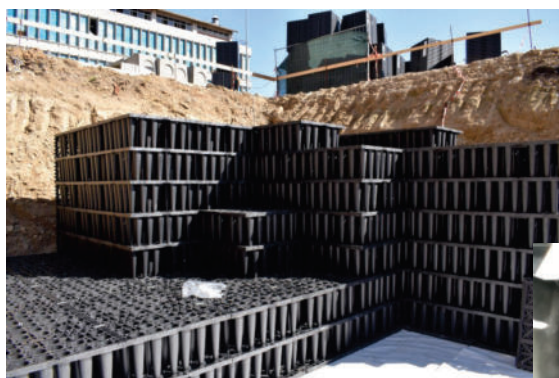
- Argomento spesso trascurato, salvo casi di obbligo normativo (es. prima pioggia)
- Funzione della qualità dell'acqua:
 - Rimozione idrocarburi, solidi contaminati - disoleatori, impianti prima pioggia
 - Rimozione SS per protezione sistemi infiltrazione/laminazione o RAP
 - Soluzioni combinate



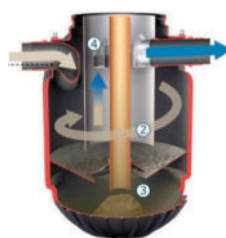
Trattamento - 2



Protezione pompa / mantenimento capacità



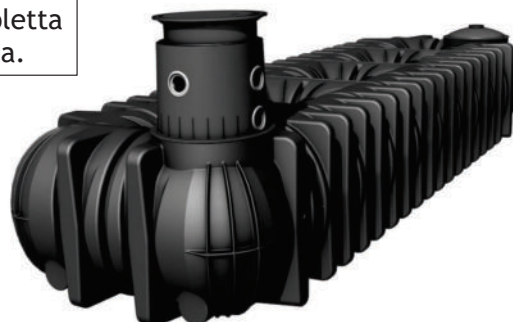
Mantenimento
invaso e
prestazioni



Recupero - Laminazione



Fino a 60 t con soletta superiore in c.a.



- Serbatoi a sezione circolare
- Da 2.700 a 122.000 litri
- Resistenza fino a **40 t** senza opere in c.a.
- Stabili in falda fino alla mezzera

- Serbatoi piatti
- Da 1.500 a 65.000 litri
- Resistenza fino a **40 t** senza opere in c.a.
- Stabili in falda fino alla spalla

Un serbatoio unico al mondo

Da 5 a 9 serbatoi per pallet



Gli unici serbatoi componibili al mondo studiati per ottimizzare la logistica.

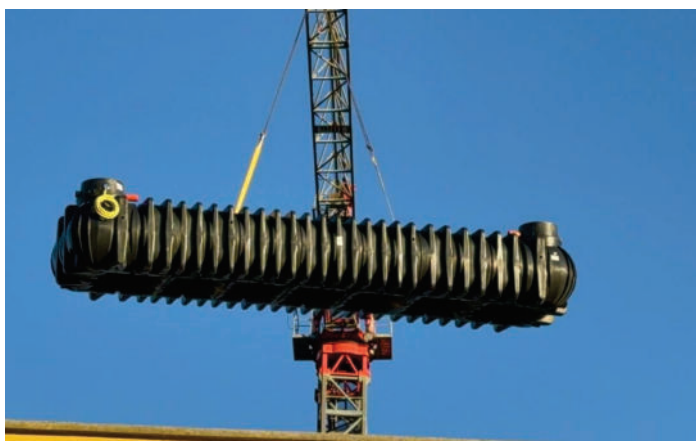
Stampati in PP - iniezione



Serbatoi di grandi dimensioni XXL

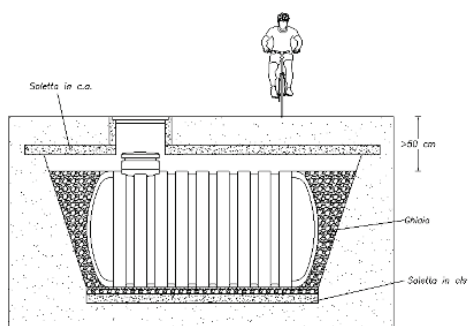
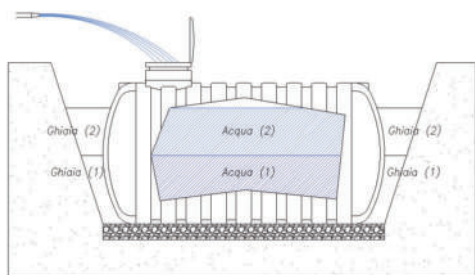


- Monolitici
- Fino a 50.000 litri
- Resistenza fino a 40 t senza opere in c.a.
- Forniti con cinghie di sollevamento
- Stabili in falda senza ancoraggi/zavorre

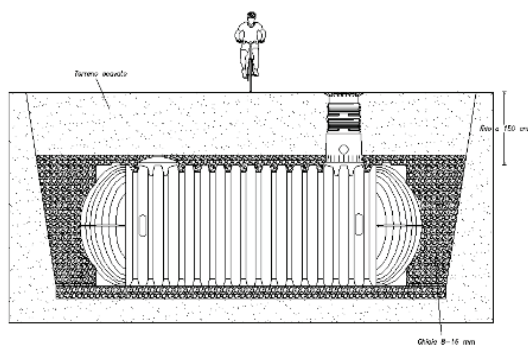
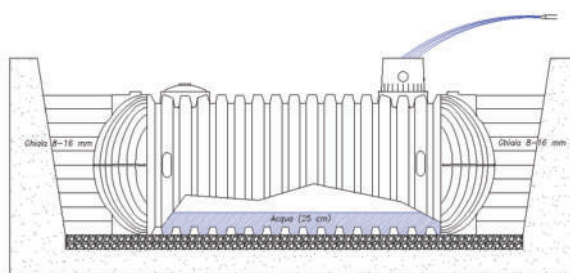


Elementi distintivi sull'installazione - 1

GENERICO

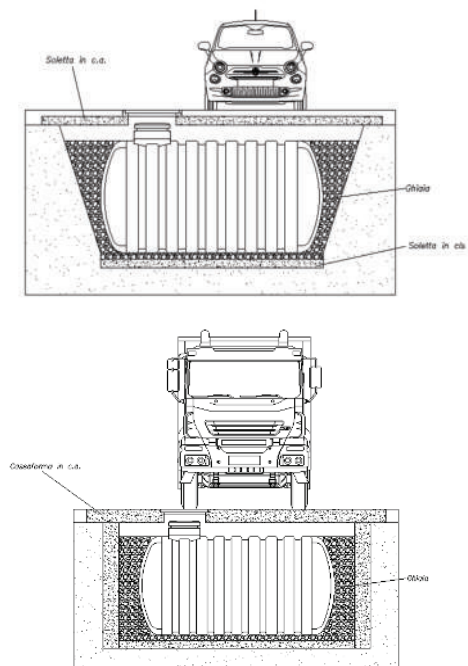


CARAT

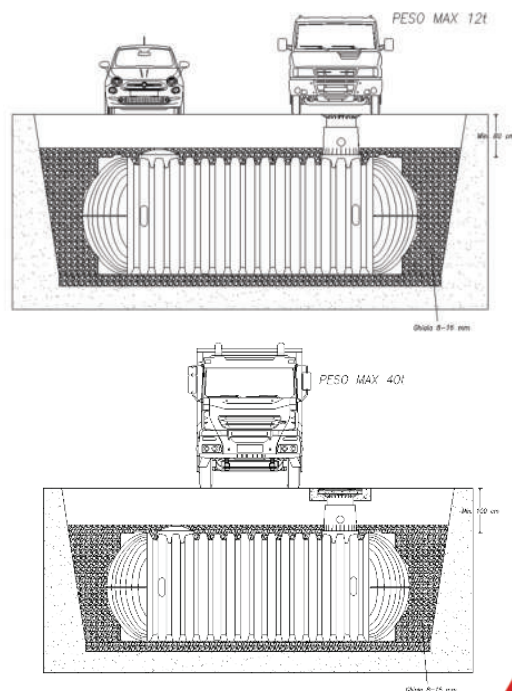


Elementi distintivi sull'installazione - 2

GENERICO

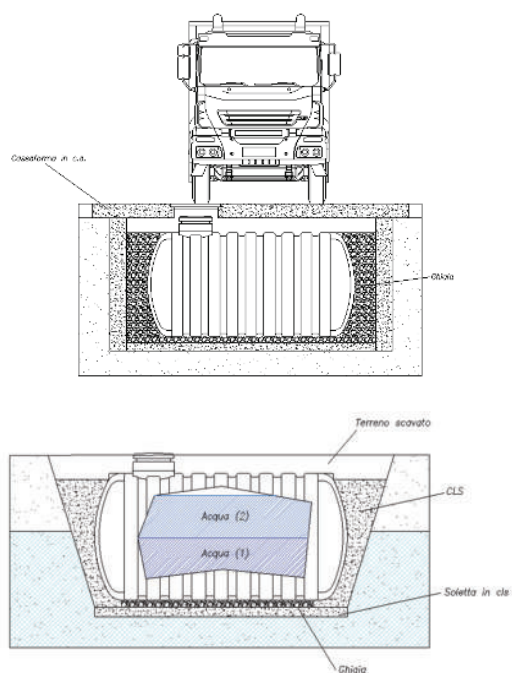


CARAT

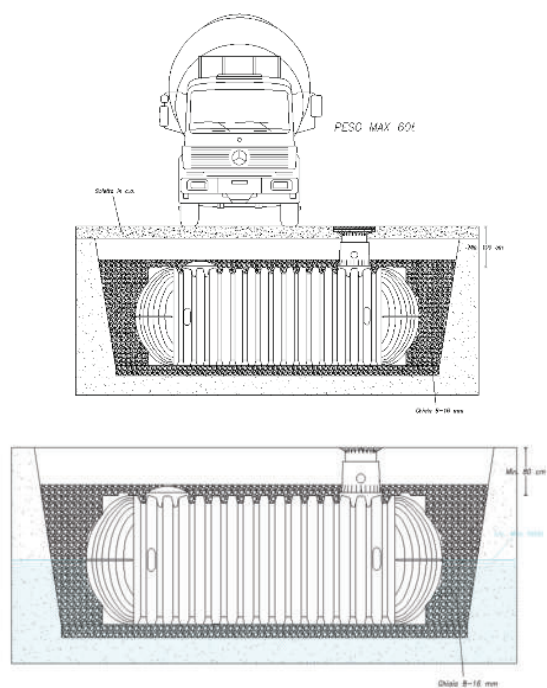


Elementi distintivi sull'installazione - 3

GENERICO



CARAT



Infiltrazione - Laminazione



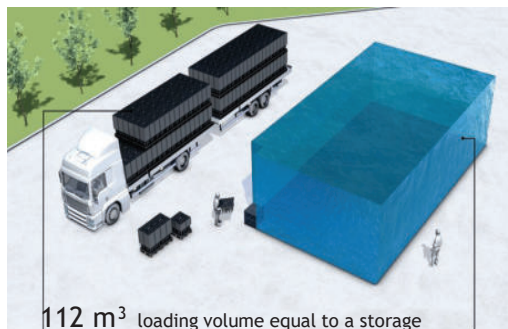
Vantaggi e svantaggi



- Leggeri e veloci da installare
- Versatilità (cubatura/applicazione)
 - Sicurezza in cantiere
 - Resistenza elevata
 - Adattabilità
- Indice dei vuoti garantito
 - **Ispezionabilità**
- Fruibilità dell'area sovrastante
 - Logistica ottimizzata
 - **Progettazione**



- Spessori di ricoprimento
 - **Ispezionabilità**
 - **Progettazione**
- Componenti esterne
 - Volumi
 - Costo?



Dove si installano?

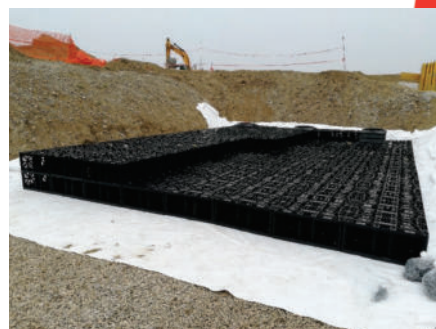
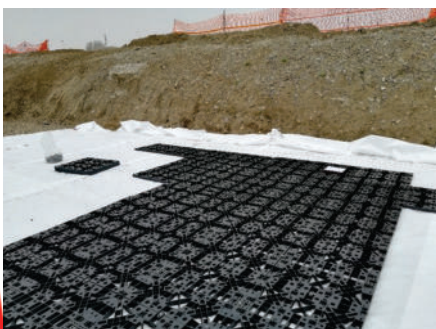


Posa in opera - 1

1

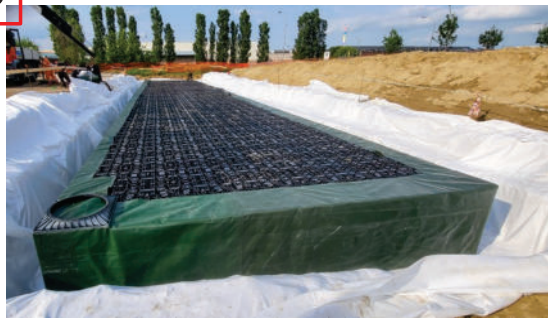


2



Posa in opera - 2

3



4

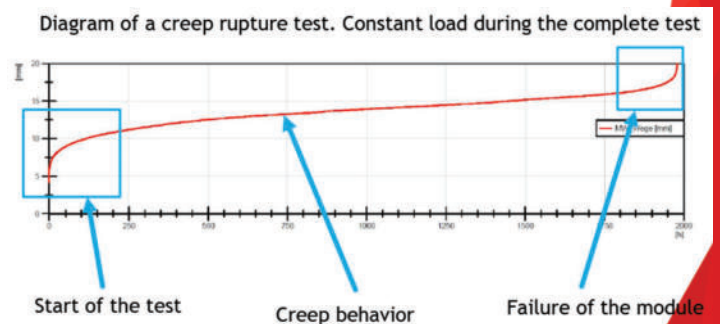


5



Test e certificazioni

- Non esiste una certificazione italiana
- Presenti attualmente degli standard europei (BBA, CSTB, DibT)
- Norme armonizzate già pubblicate:
 - CEN 17150: test compressione rapida
 - CEN 17151: test di lungo termine (creep)
 - CEN 17152-1: test sui materiali
- Norme in lavorazione:
 - CEN 17152-3: conformità di prodotto
 - CEN 17152-4: progettazione strutturale

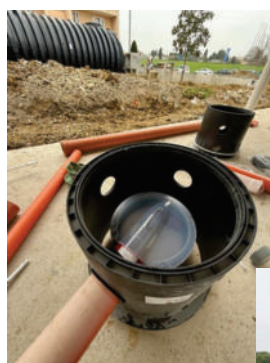


Caso studio: Scuola media Senigallia (AN)



- Superficie totale lotto = 14.500 mq
- Volume di invarianza idraulica stimato = 345 m³
- Infiltrazione non possibile -

Caso studio: Scuola materna Mondolfo (PU)



- Superficie totale lotto = 2.700 mq
- Volume di invarianza idraulica stimato = 18 m³
- Infiltrazione non possibile -

Caso studio: Parcheggio supermercato Ascoli Piceno (AP)



- Superficie totale lotto = 1.200 mq
- Volume di invarianza idraulica stimato = 95 m³
- Infiltrazione sotto parcheggio

Caso studio: centro logistico Amazon Vicenza (VI)



- Superficie totale lotto = 20.000 mq
- Volume di invarianza idraulica stimato = 139 m³
- Infiltrazione non possibile -



GRAZIE PER LA VOSTRA ATTENZIONE!

Parma, 16 Aprile 2026

Relatori: Dr. Ing. Marco Zausa - Resp. Tecnico GRAF Italia Srl
Ing. Dario Santori - Titolare Eco-Sistemi Srl