



**REMTECH EXPO**



# EKOGRID™: UN NUOVO APPROCCIO VERSO LA BONIFICA DEL SOTTOSUOLO

*Ing. Andrea Montanaro MARES S.R.L.*

## **TECNOLOGIE DI BONIFICA DEI TERRENI E SEDIMENTI CONTAMINATI**

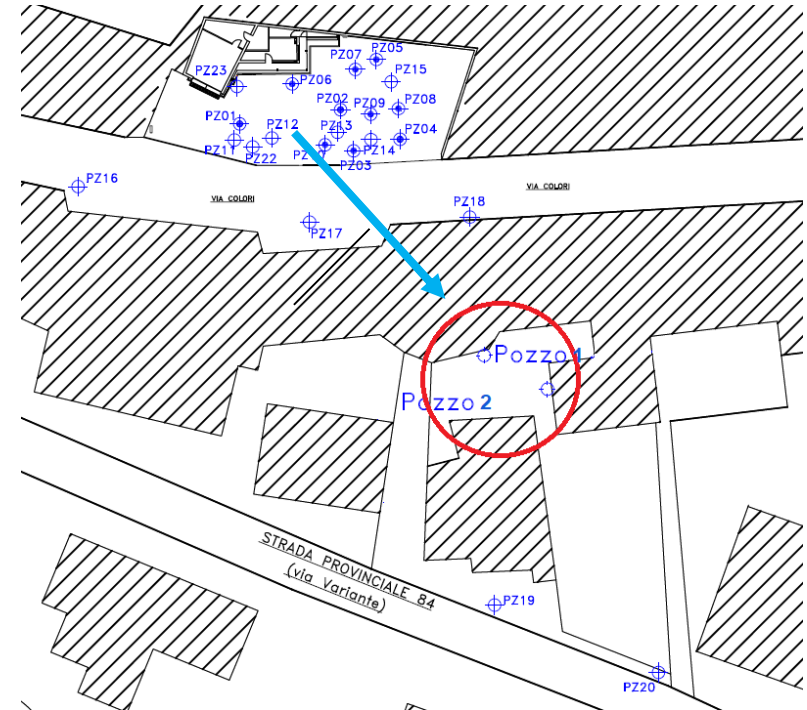
Data (20, settembre)

*RemTech Expo 2019 (18, 19, 20 Settembre) FerraraFiere*

[www.remtechexpo.com](http://www.remtechexpo.com)

## PV carburanti inserito in un contesto cittadino

**dicembre 2011:** avvio del procedimento ambientale in seguito al riscontro di prodotto idrocarburico in 2 pozzi idrici privati a valle idrogeologica del PV



### Stato di contaminazione

Terreni non conformi per: BTEX, Idrocarburi Leggeri  $C \leq 12$  e Idrocarburi Pesanti  $C > 12$

Acque sotterranee non conformi per: BTEXS, Idrocarburi Totali, Pb Tetraetile, MTBE ed ETBE + presenza in alcuni punti di NAPL

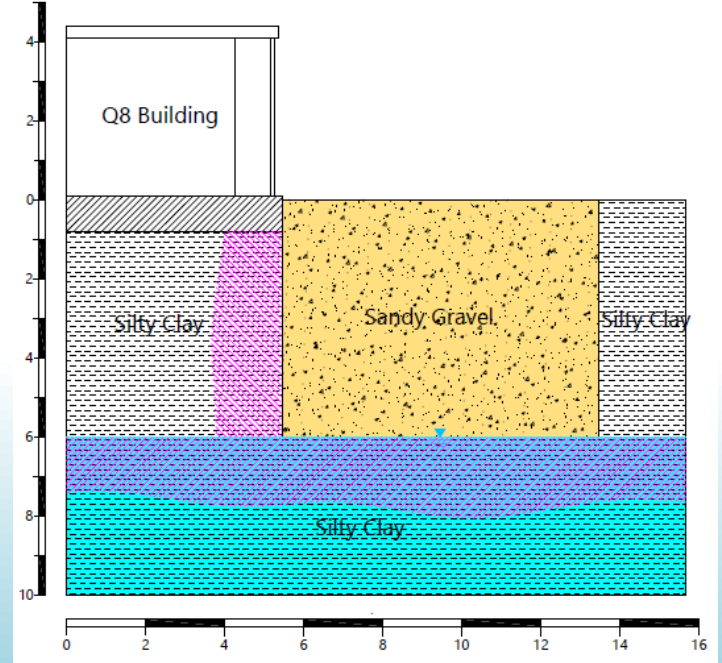
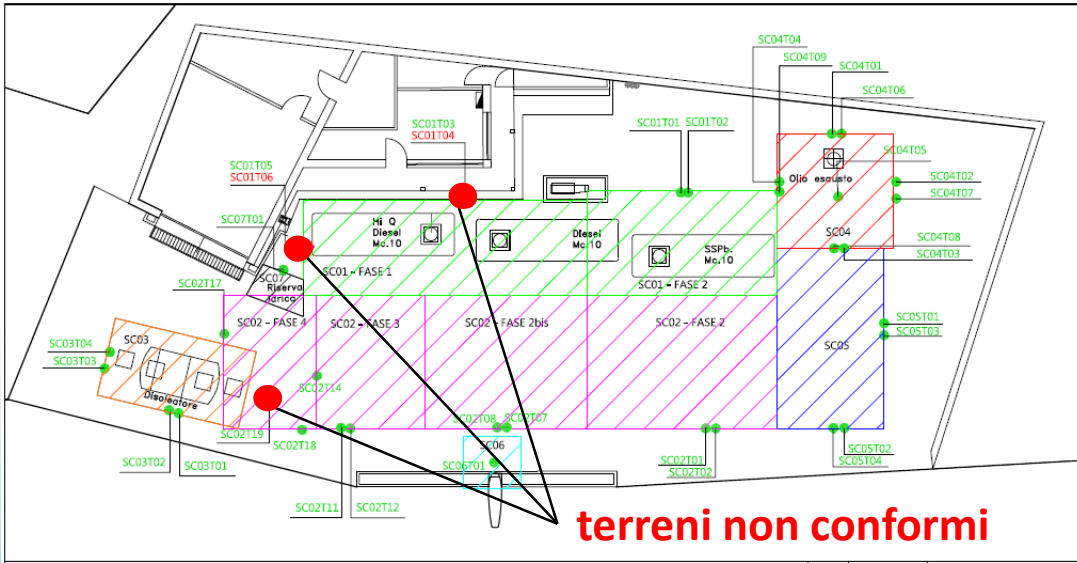
Stratigrafia: terreni con granulometria da medio-fine a fine

# Precedenti interventi di bonifica

- **marzo 2014 – dicembre 2016:** bonifica con sistema MPE-SP;
- **gennaio - agosto 2017:** Dig&Dump + ISCO

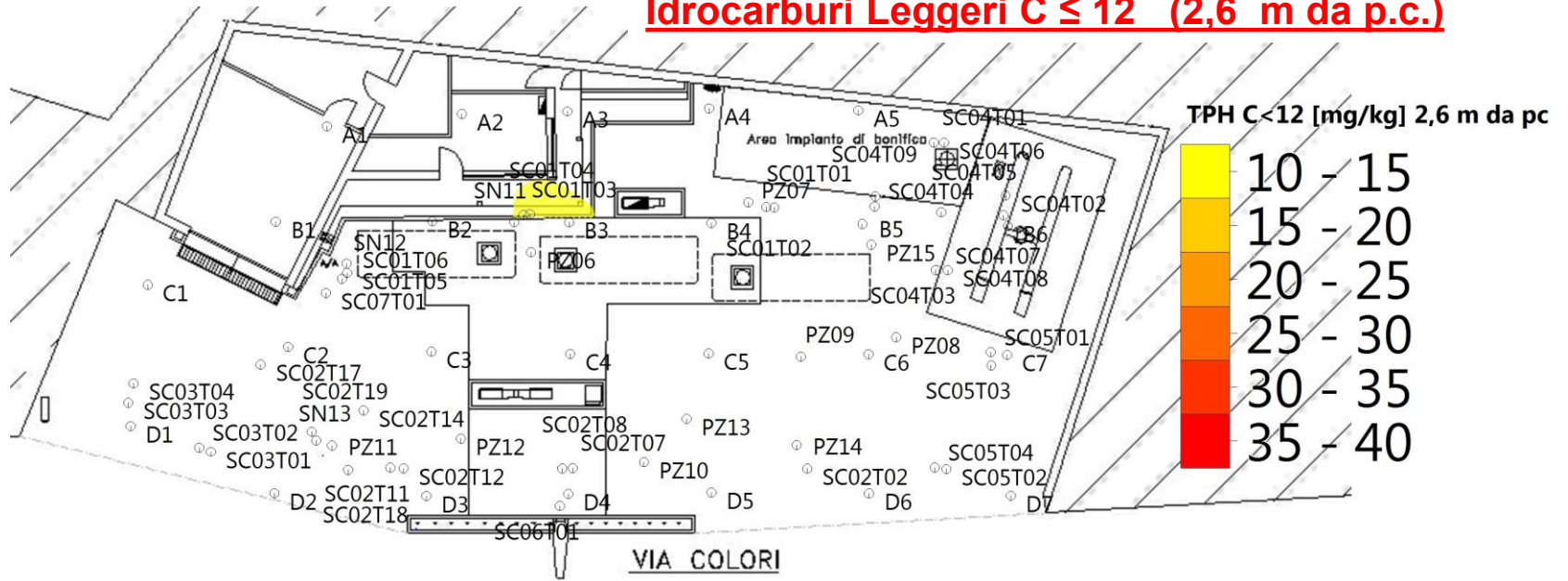
Per esigenze connesse alla necessità di restituzione del sito non è stato possibile abbattere il locale gestore.

Non è stato possibile approfondire oltre 4,8 m gli scavi in prossimità della strada per non comprometterne la staticità.

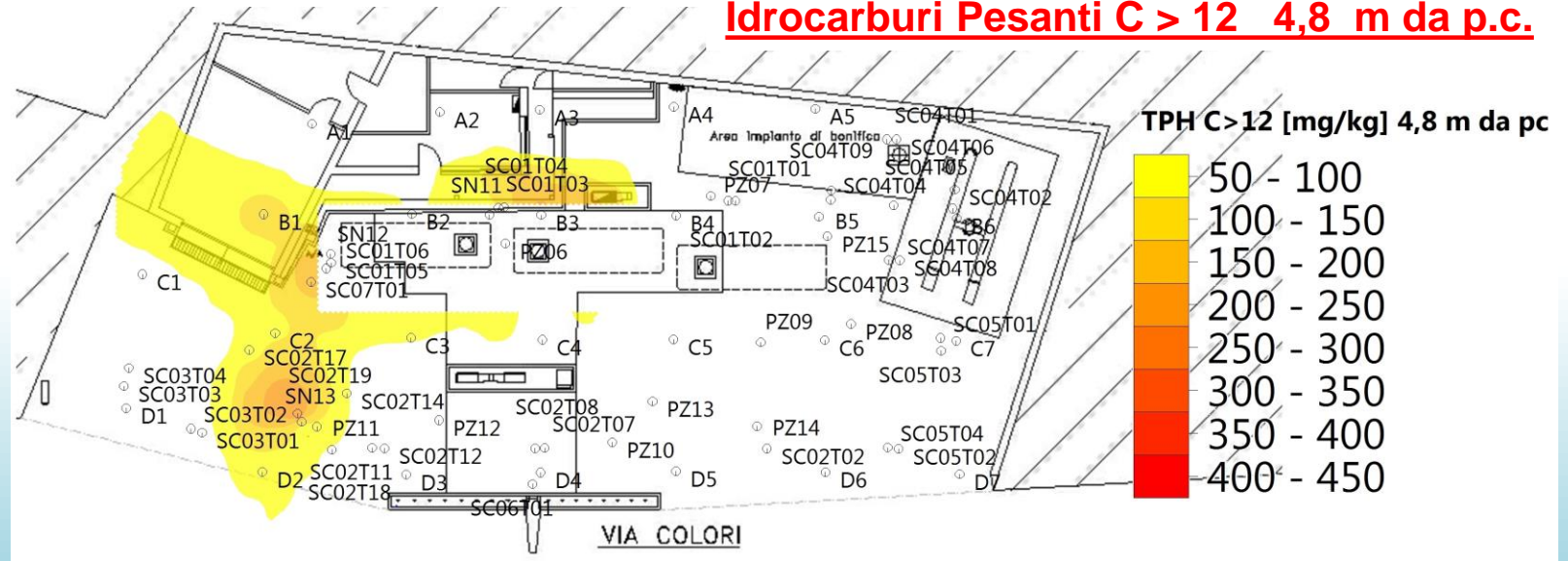


# Qualità dei Terreni prima dell'avvio di EKOGRID™

## Idrocarburi Leggeri C ≤ 12 (2,6 m da p.c.)



## Idrocarburi Pesanti C > 12 4,8 m da p.c.

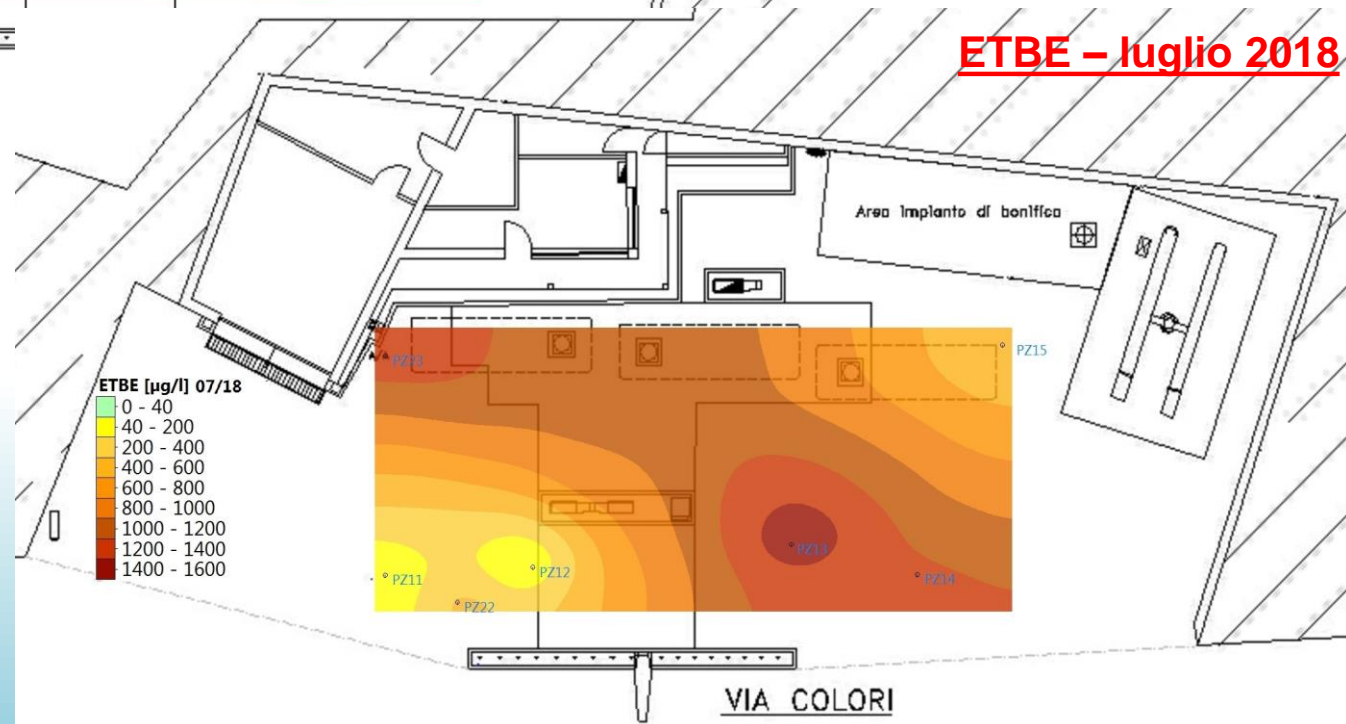


# Qualità delle Acque Sotterranee prima dell'avvio di EKOGRID™

**MTBE – luglio 2018**



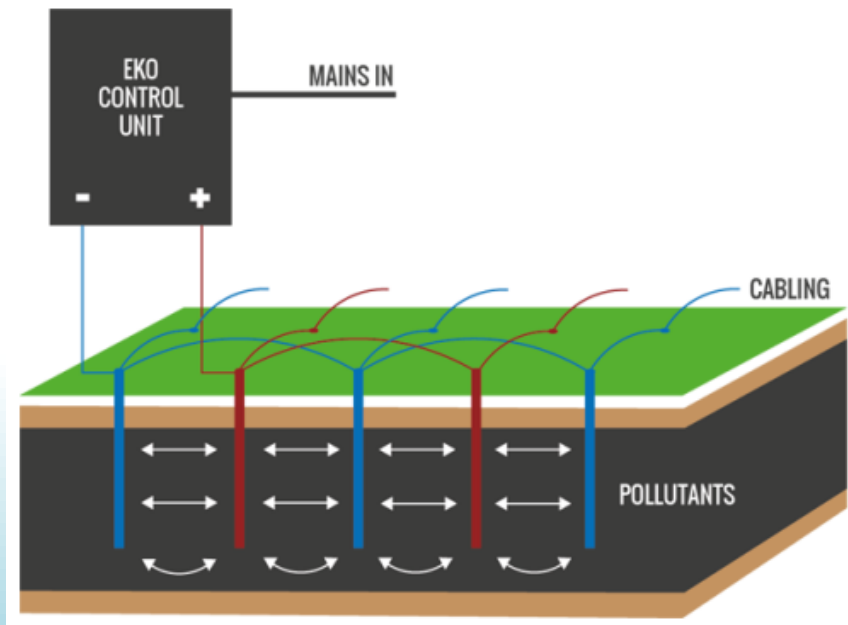
**ETBE – luglio 2018**



## La tecnologia EKOGRID™

La tecnologia EKOGRID™ è nata nel 2008 e deriva da un brevetto dell'azienda finlandese Eko Harden Technologies Oy, e trova già da diversi anni diffusa applicazione all'estero

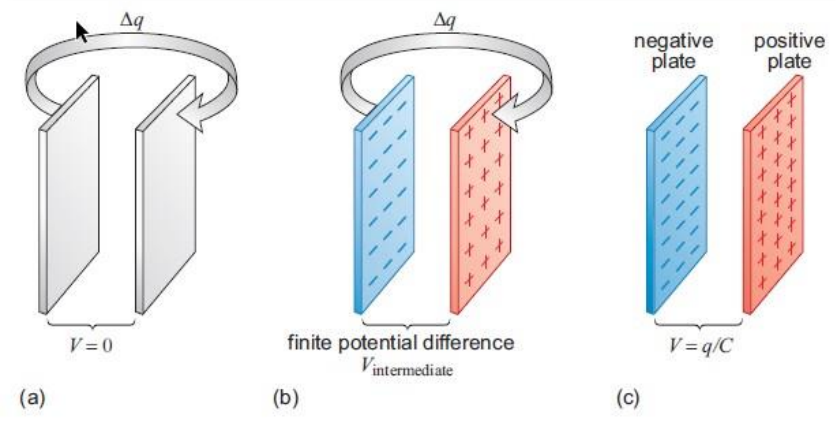
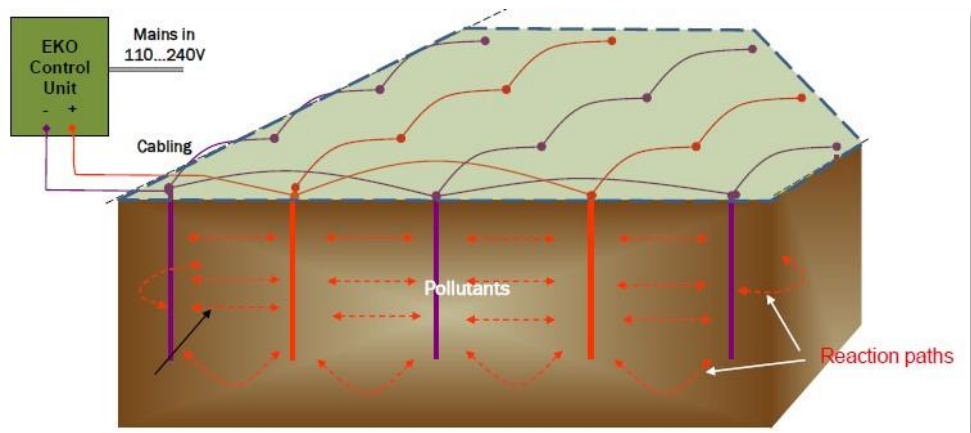
Mares ha stretto una specifica **partnership** con Eko Harden Technologies Oy



**elettrodi** metallici installati in sito formano una rete con maglie di lato non superiore a 5 m

la **centralina (EKO-UNIT)** applica sul campo di elettrodi una differenza di potenziale a basso voltaggio, variabile con continuità nel tempo entro un range prestabilito (5 ÷ 20 Volt), generando in tal modo un passaggio di corrente pulsata attraverso il sottosuolo dell'ex PV

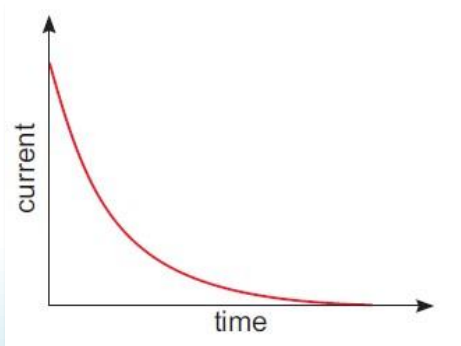
# La tecnologia EKOGRID™ - Principio di funzionamento



Ciascuna coppia consecutiva di file di catodi e di anodi funge da **condensatore elettrico**, che viene sottoposto a continui cicli di carico e scarico a polarità alternativamente invertita

In ciascun ciclo, la corrente proveniente dal quadro produce un **accumulo di cariche** su due file contigue (risp. positiva e negativa), con un effetto analogo al caricamento di due placche di un condensatore

Il ciclo si conclude in circa **80-100 ms** con lo scarico di corrente tra le due file contigue di elettrodi per via della differenza di potenziale accumulata



Tale scarico di corrente avviene attraverso il sottosuolo secondo una **legge di decadimento esponenziale**

$$i = i_0 e^{-t/RC}$$

Il ciclo successivo segue la stessa legge ma con **polarità invertita**

# La tecnologia EKOGRID™ - Principio di funzionamento

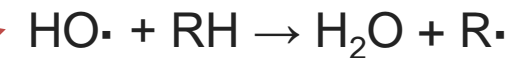
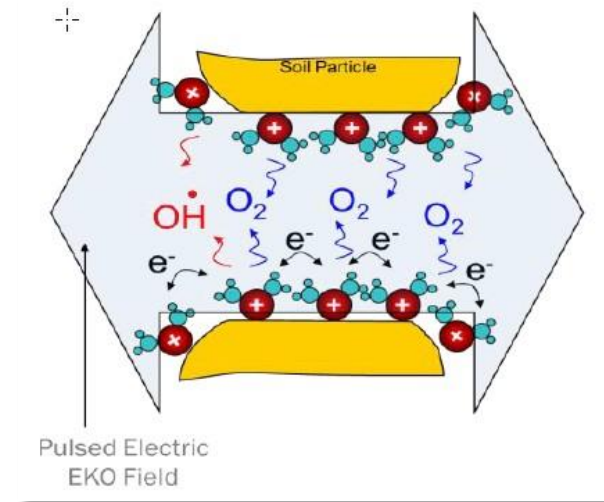
La somministrazione della corrente nel sottosuolo produce i seguenti effetti:

✓ fenomeni di **elettro-osmosi**, **elettroforesi** e **elettromigrazione**, che producono una oscillazione istantanea delle particelle (risp. acqua, ioni in soluzione e ioni nel terreno) attorno ad una posizione di equilibrio, **che tuttavia non danno luogo ad una componente risultante di spostamento**

✓ fenomeni di **elettrolisi dell'acqua**, con formazione di ossigeno e radicali ossidrilici, con conseguenti

- ✓ fenomeni di **ossidazione** degli inquinanti organici
- ✓ desorbimento dei contaminanti dal terreno, con aumento della biodisponibilità degli inquinanti
- ✓ incentivazione dei fenomeni di **biodegradazione** aerobica, conseguenti all'arricchimento in ossigeno

Tali reazioni avvengono non solo in zona satura, ma anche in zona insatura purché in presenza di **umidità del terreno ≥ 20%**



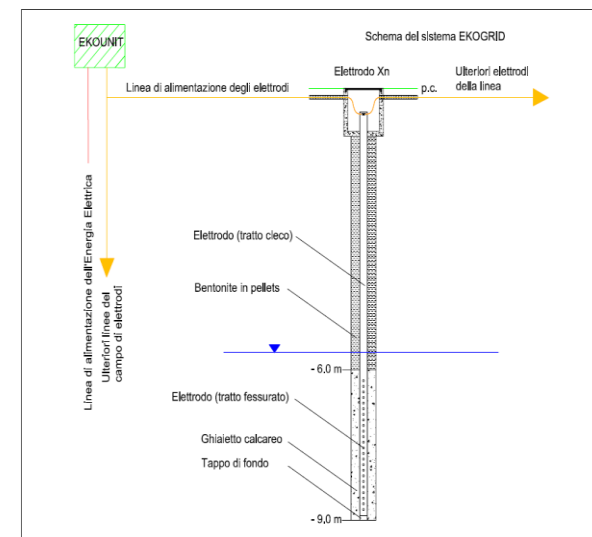
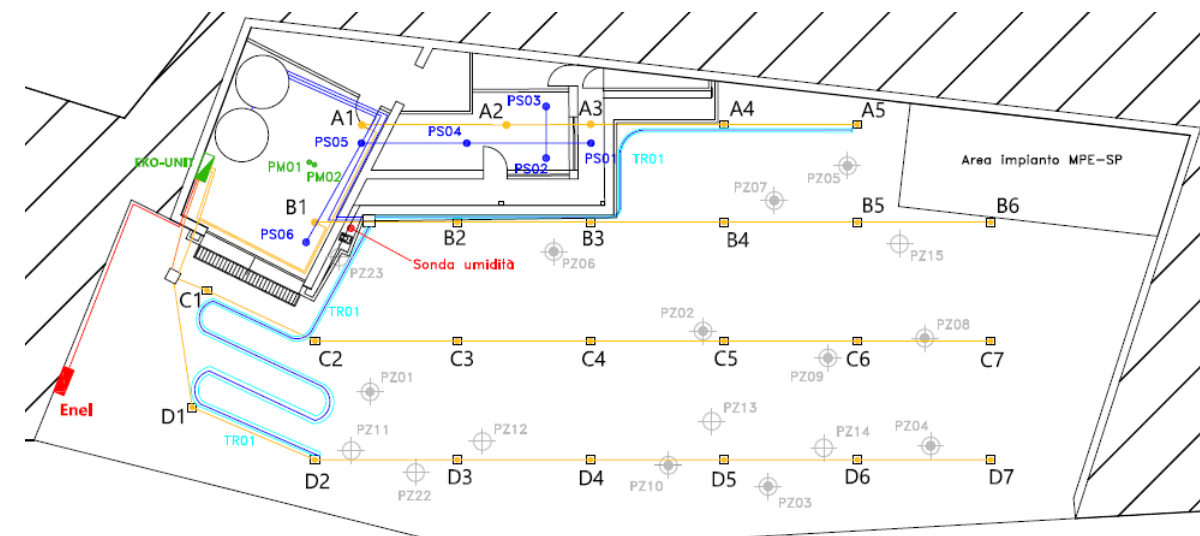
Le reazioni avvengono **senza trasferimento di massa**, nella posizione in cui gli inquinanti si trovano

I fenomeni di biodegradazione avvengono ad opera **dei batteri autoctoni**, eventualmente con aggiunta di acqua e/o urea



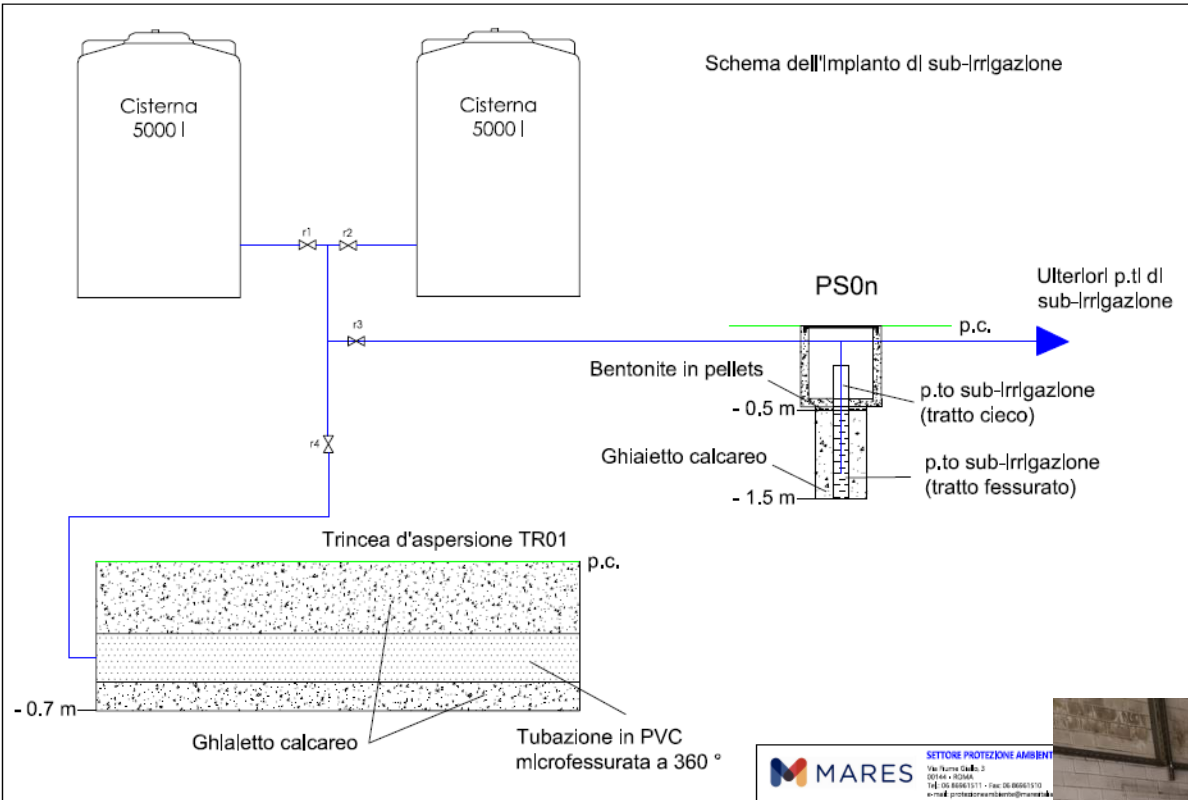
# Impianto EKOGRID™

25 elettrodi costituiti da barre cave di acciaio parzialmente fessurate + 1 centralina (EKO-UNIT)



**giugno-luglio 2018:** previa acquisizione del Parere favorevole degli Enti, installazione e avvio, per la prima volta in Italia, dell'impianto EKOGRID™ sull'ex PV.

# Impianto di sub-irrigazione



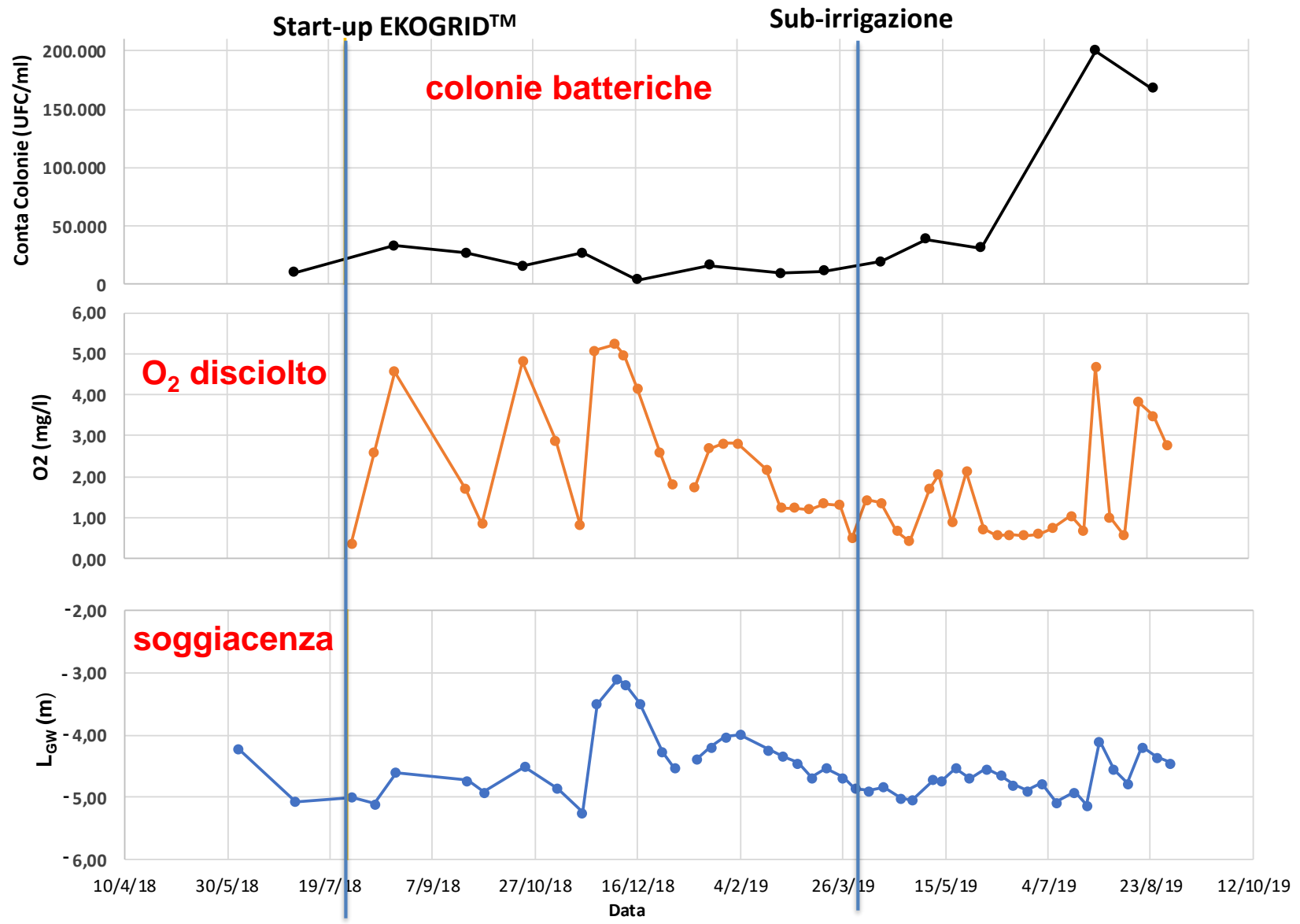
Il sistema di sub-irrigazione è impiegato per immettere nei terreni del sito una miscela di acqua e nutrienti, per accelerare i processi di *bioremediation*.

Gli interventi di sub-irrigazione facilitano inoltre il desorbimento dei contaminati dalle sorgenti secondarie nei terreni.

Nel corso dell'attività di sub-irrigazione, il campo elettrico generato dagli elettrodi viene rimodulato, settando transitoriamente la centralina di controllo EKO-UNIT, allo scopo di uniformare la distribuzione della miscela di nutrienti nel sottosuolo.



# Effetti indotti nel sottosuolo del sito

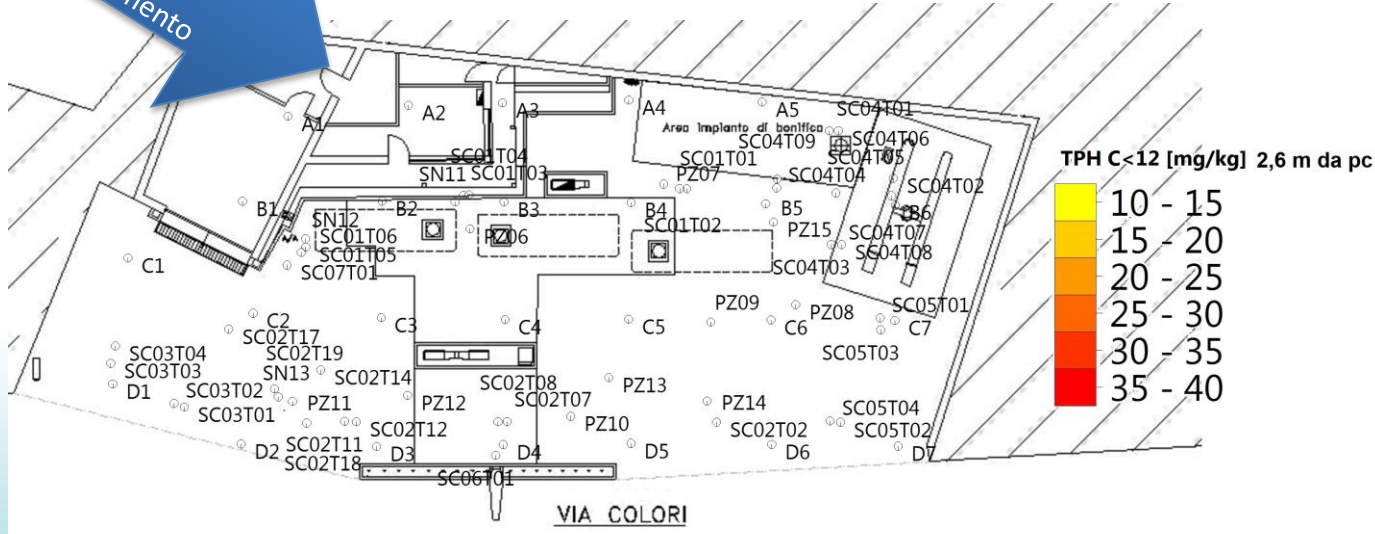


# Qualità dei Terreni dopo un anno di trattamento

**Idrocarburi Leggeri C ≤ 12– prima dell'avvio del sistema EKOGRID™**



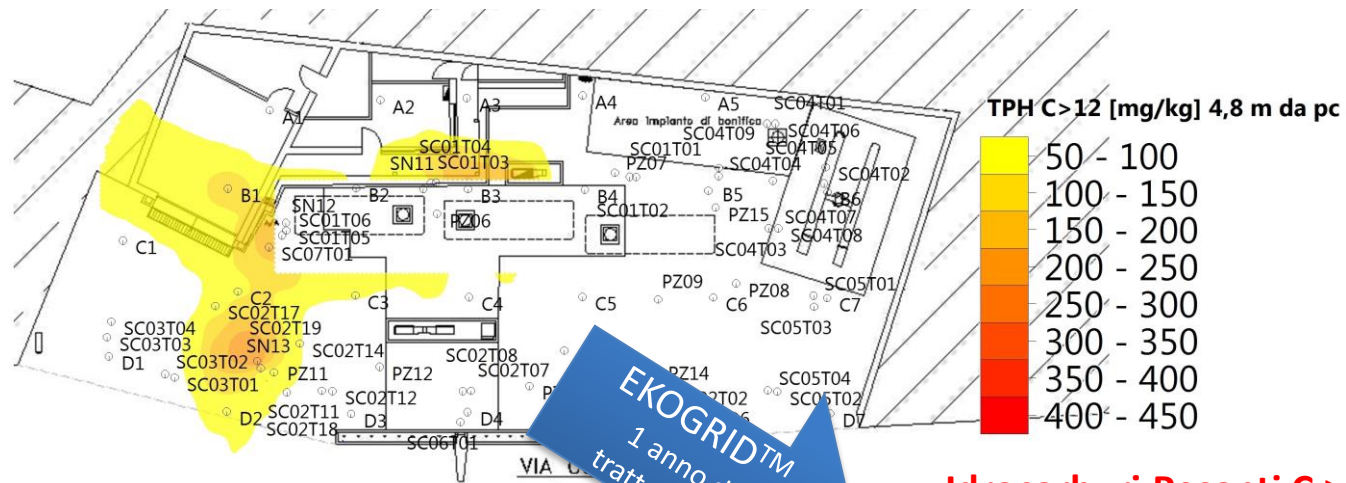
**Idrocarburi Leggeri C ≤ 12– luglio 2019**



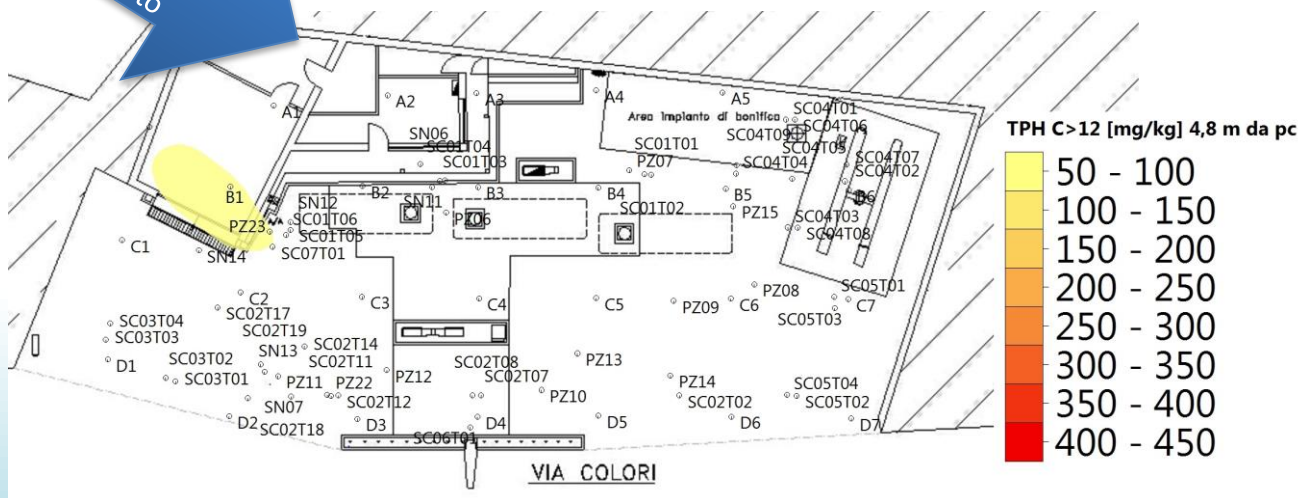
**Idrocarburi Leggeri C ≤ 12:**  
ottenuta la conformità alla CSC residenziale

# Qualità dei Terreni dopo un anno di trattamento

## Idrocarburi Pesanti C > 12 – prima dell'avvio del sistema EKOGRID™



## Idrocarburi Pesanti C > 12 – luglio 2019

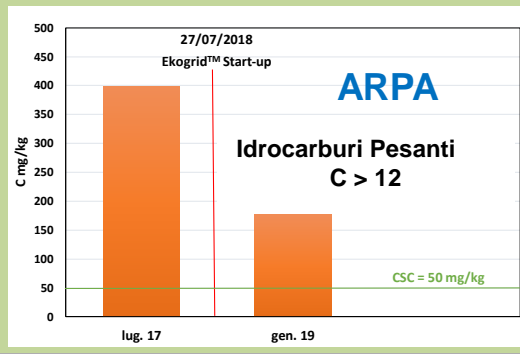
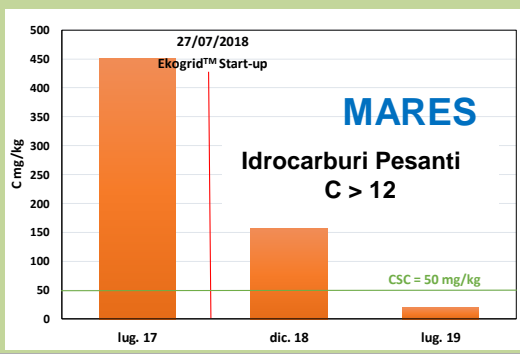
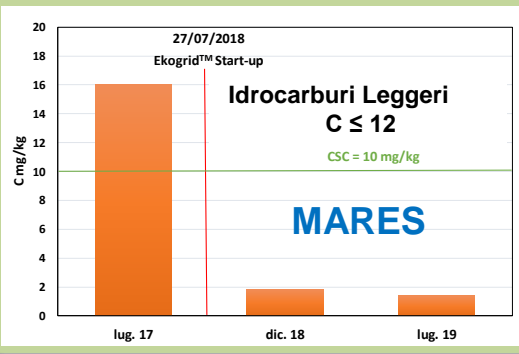


Idrocarburi Pesanti C > 12: la sorgente secondaria si è ridimensionata sia in estensione sia nel valore di concentrazione

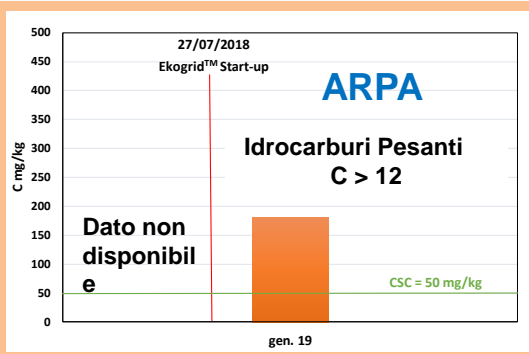
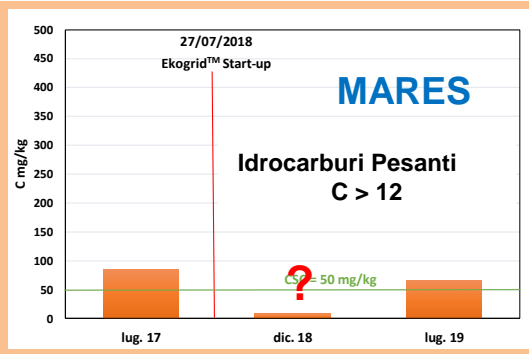
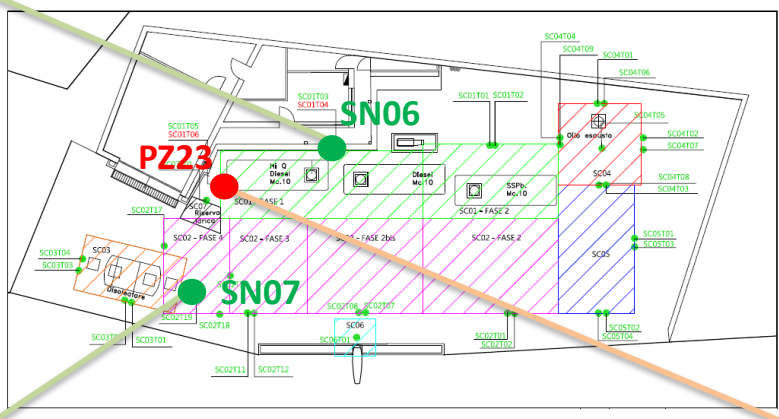
L'abbattimento degli Idrocarburi Pesanti C > 12, dopo 12 mesi, è mediamente pari a 75 %

# Qualità dei Terreni dopo un anno di trattamento

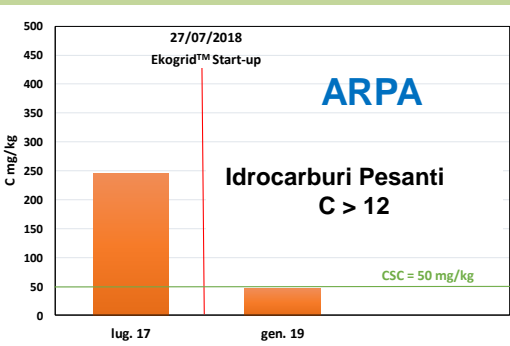
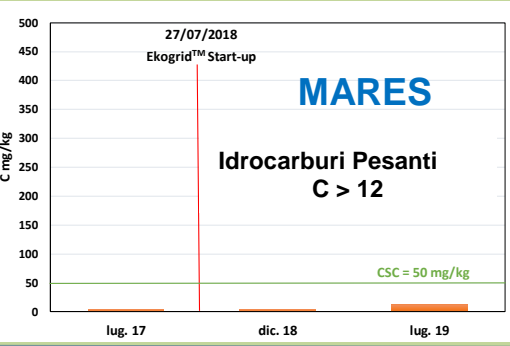
## PUNTI NON CONFORMI AL TERMINE DEI LAVORI DI Dig&Dump+ISCO



**SN06**  
a luglio 2019  
conforme alle  
CSC residenziali



**PZ23** oggi non ancora conforme alle CSC residenziali

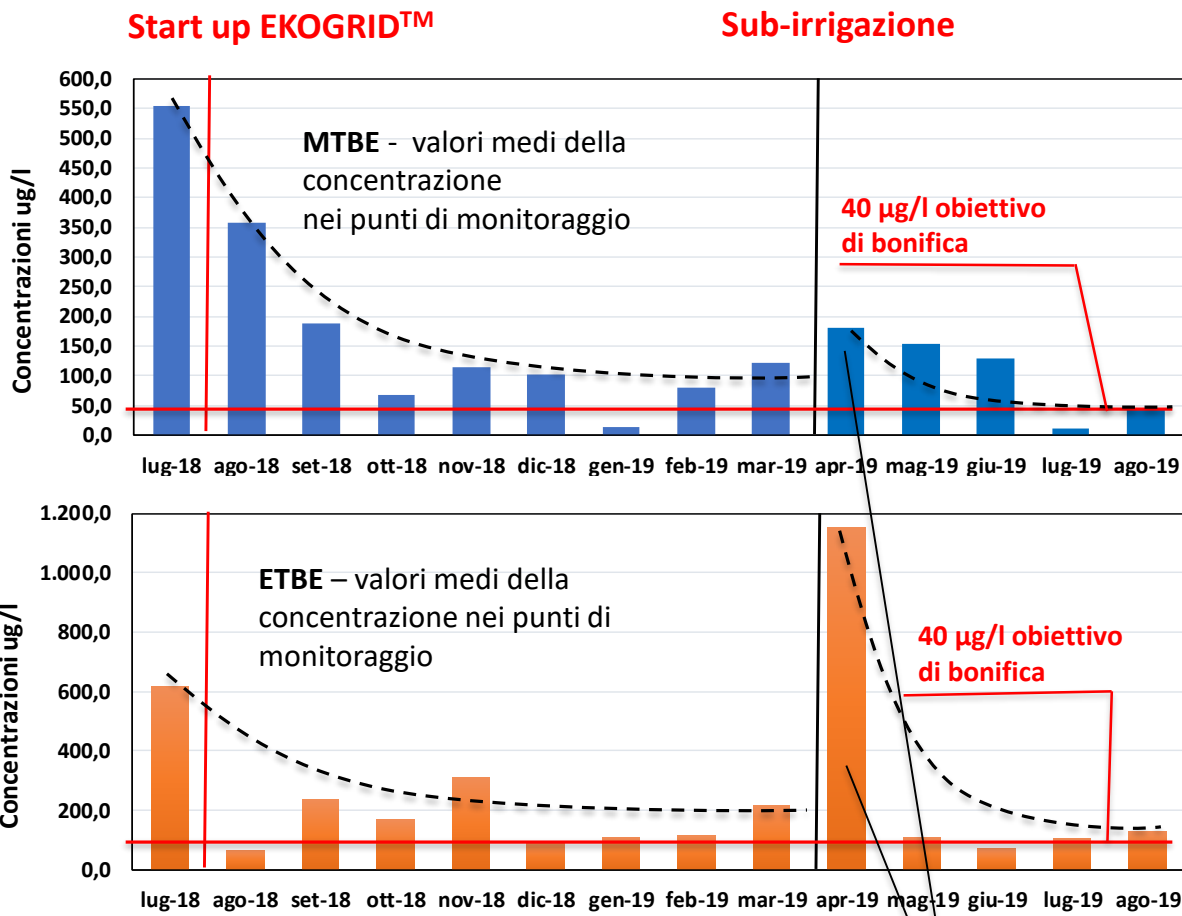


**SN07**  
da gennaio 2019 conforme alle  
CSC residenziali

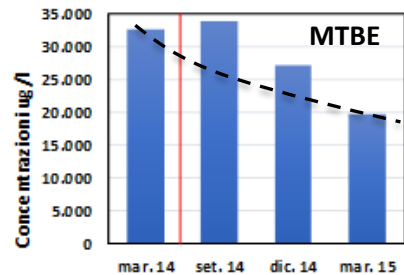
**ARPA**

Quanto dichiarato con la sua nota è confortato dai su richiamati risultati analitici che mostrano, comunque, in via generale, una diminuzione della contaminazione da prodotti idrocarburi nelle matrici interessate, indicativo che la tecnologia di bonifica adottata (EKOGRID e ISCO) si sta rilevando efficace per l'abbattimento della problematica presente.

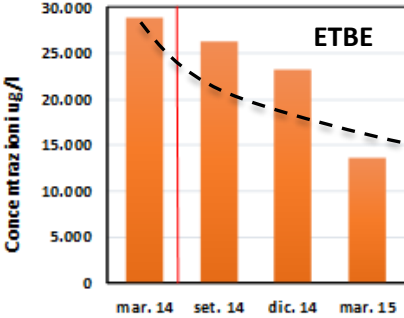
# Andamento della qualità delle Acque Sotterranee



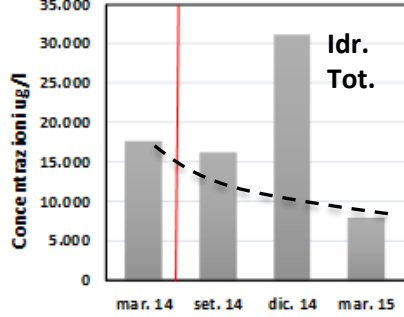
## mar. 14 – mar. 15 – Bonifica con MPE-SP



**Abbattimento MTBE = 39.4 %**



**Abbattimento ETBE = 52.9 %**



**Abbattimento Idr. Tot. = 55.2 %**

## lug. 18 – ago. 19 – Bonifica con EKOGRID™

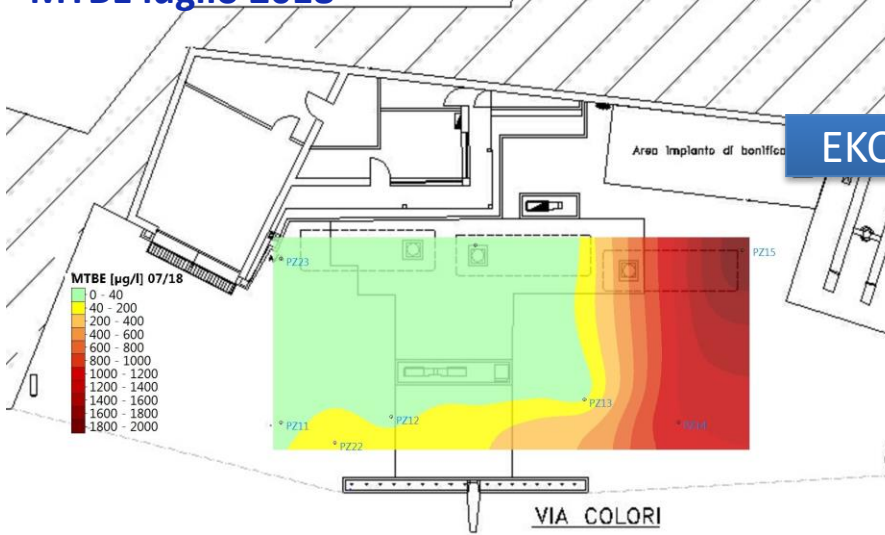
**Abbattimento MTBE (lug. 18 – ago. 19) = 92.4 %**

**Abbattimento ETBE (lug. 18 – ago. 19) = 79.4 %**

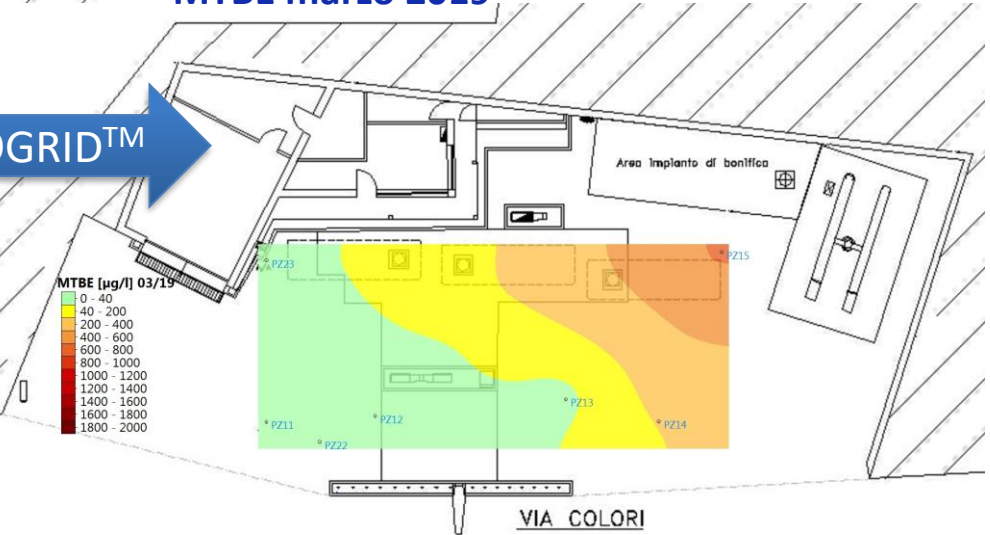
Gli interventi di subirrigazione facilitano il desorbimento dei contaminanti dalle sorgenti secondarie nel terreno

# Qualità delle Acque Sotterranee dopo un anno di trattamento

MTBE luglio 2018

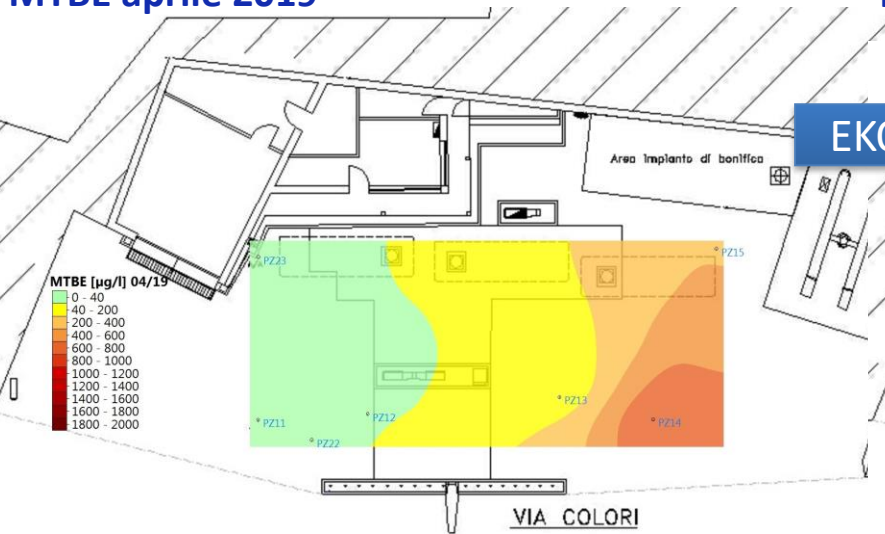


MTBE marzo 2019

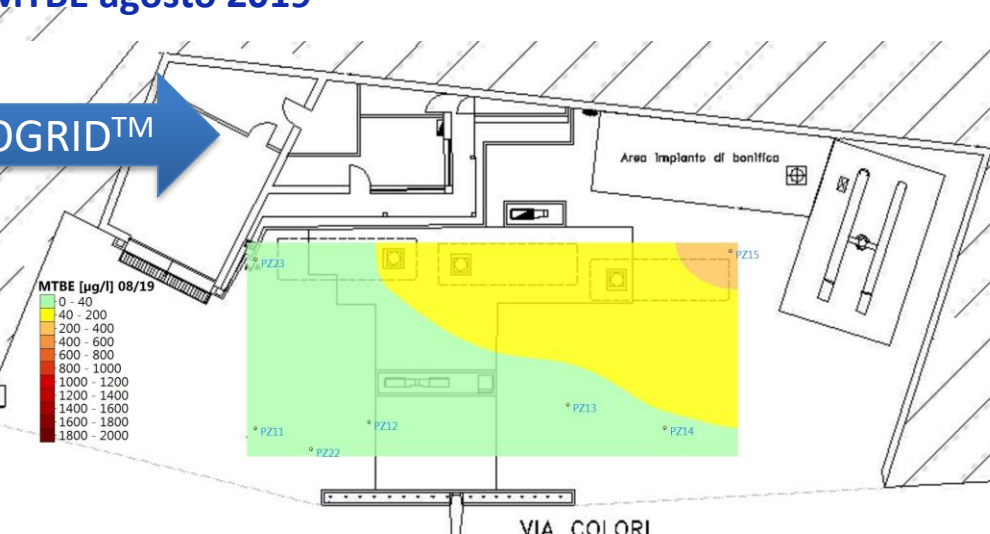


## APRILE 2019: INTERVENTO DI SUBIRRIGAZIONE CON NUTRIENTI, DOPO DI CHE

MTBE aprile 2019



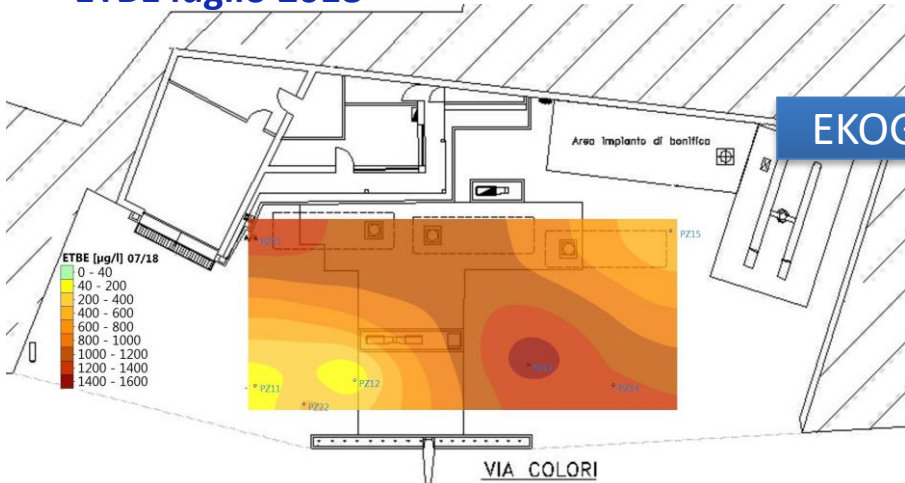
MTBE agosto 2019





# Qualità delle Acque Sotterranee dopo un anno di trattamento

ETBE luglio 2018



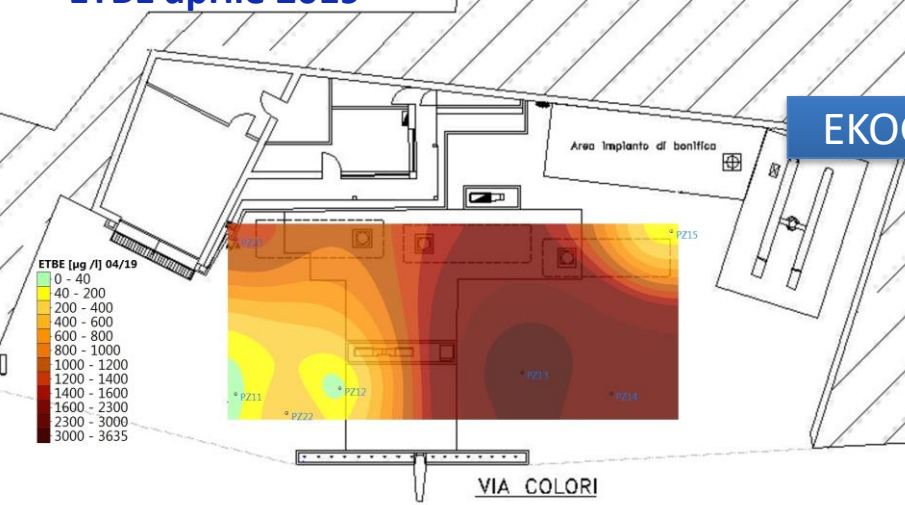
ETBE marzo 2019



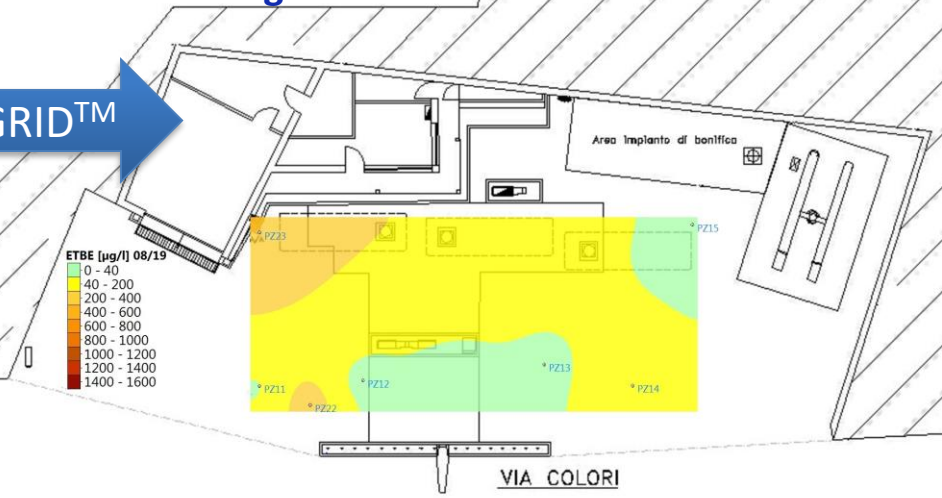
EKOGRID™

## APRILE 2019: INTERVENTO DI SUBIRRIGAZIONE CON NUTRIENTI, DOPO DI CHE

ETBE aprile 2019



ETBE agosto 2019



EKOGRID™

CONTRIBUTO DI MARES



La partnership tra Eko Harden e Mares ha consentito l'unione di competenze diverse e complementari, che stanno aprendo le prospettive per ulteriori miglioramenti nell'efficienza del sistema

## Progettazione Elettrodi

Primo Prototipo

Elettrodo Fessurato



Migliore conducibilità elettrica

Corretta impermeabilizzazione

Riduzione dei costi



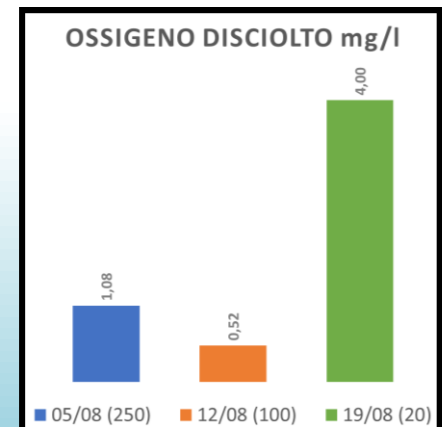
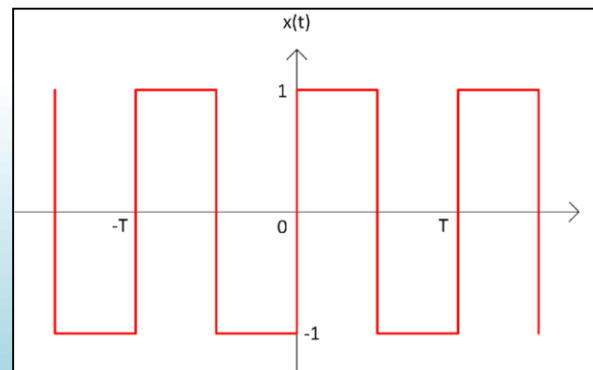
Riempimento fori

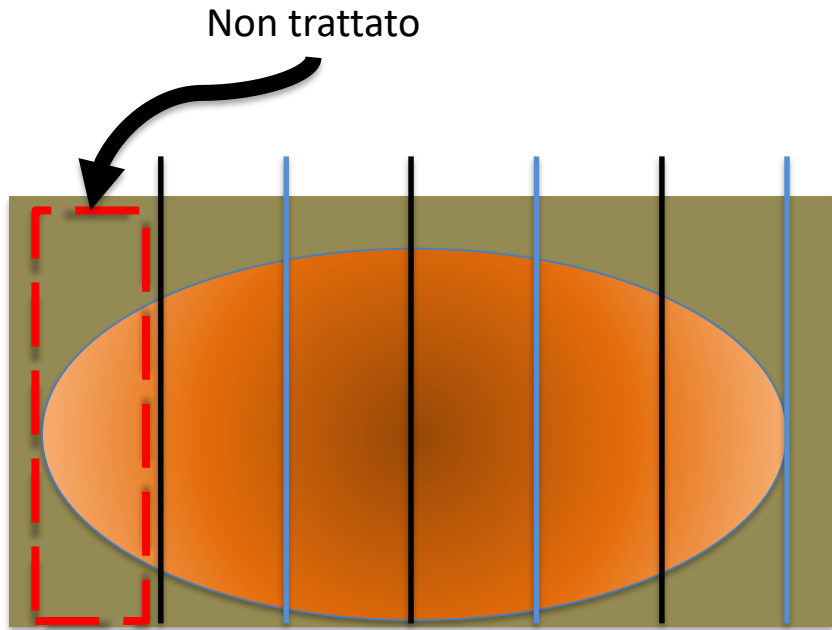


## Stimolo della Bioremediation

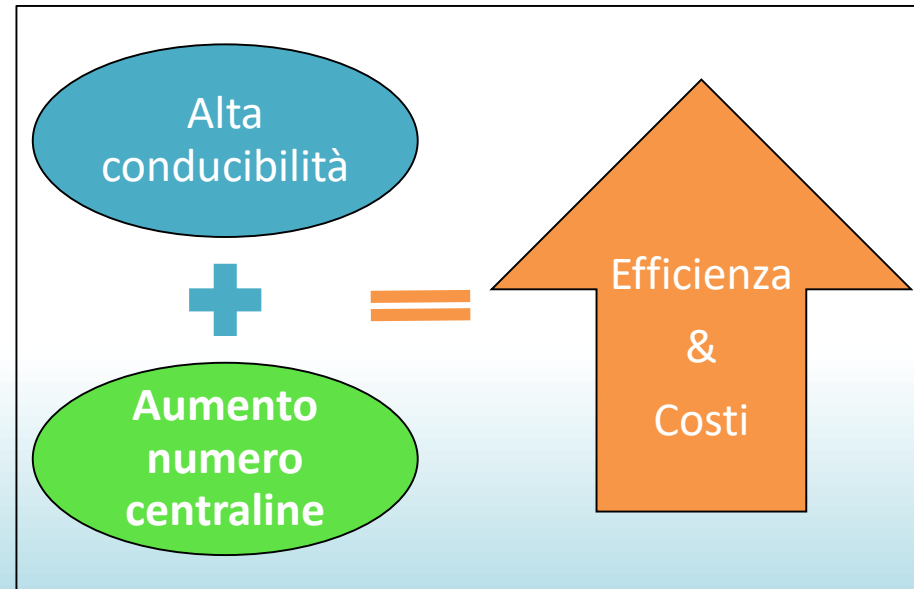
Variazione dell'onda quadra

Effetti sui parametri chimico-fisici nel sottosuolo





1. Trattamento limitato alla copertura della griglia EKOGRID™;
2. la spaziatura regolare tra gli elettrodi deve essere rispettata (a meno di piccole variazioni);
3. Altri sistemi di trattamento possono interferire con EKOGRID™;
4. Terreni altamente conduttivi necessitano di più centraline.

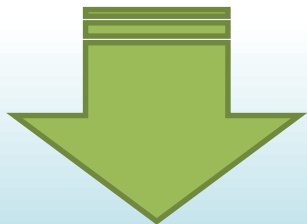


# Confronto sistema EKOGRID™ con sistema MPE-SP

Voce	MPE-SP	EKOGRID™
<b>Rifiuti prodotti</b>		
ai fini dell'installazione	si	si
ai fini della gestione	si	no
<b>Gestione flussi estratti dal sottosuolo</b>		
scarichi in fogna	si	no
emissioni in atmosfera	si	no
<b>Consumi</b>		
Potenza assorbita	≈ 6 kW/h	< 1 kW/h
<b>Percentuale di abbattimento 1° anno</b>		
MTBE	39,4 %	93,8 %
ETBE	52,9 %	87,2 %

La tecnologia EKOGRID™:

- raccoglie insieme le moderne esigenze di efficacia, economicità e sostenibilità ambientale degli interventi di bonifica *in situ*, poiché è caratterizzata da consumi di energia e di materie prime trascurabili e dall'assenza di produzione di rifiuti e di scarichi industriali;
- non comporta iniezioni di prodotti chimici, quali agenti ossidanti, minimizzando il rischio di alterazione delle caratteristiche chimiche della falda;
- garantisce una omogenea distribuzione dell'effetto all'interno del volume di sottosuolo oggetto del trattamento;
- la gestione non prevede la produzione di rifiuti, a esclusione di quelli riconducibili alla fase di installazione del sistema.



**EKOGRID™**

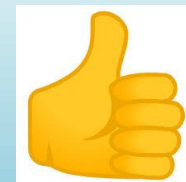


**Abbattimenti dell'ordine del 90 % sono stati ottenuti con l'MPE-SP solo dopo 2 anni di esercizio**

**Riduzione dei costi**



**Maggiore sostenibilità**



GRAZIE PER L'ATTENZIONE,

Dott./Ing. Andrea Montanaro

Ente/Società/Università Mares S.r.l.

Telefono 346.7465732

E-mail andreamontanaro@maresitalia.it