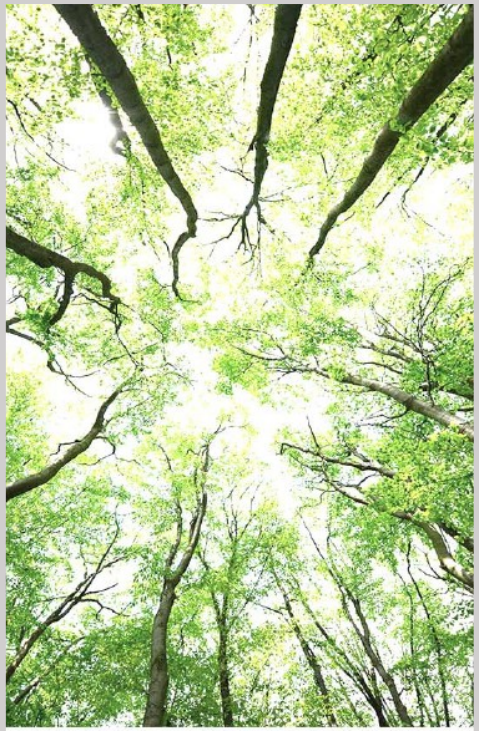
Comune di Pesaro

PROVINCIA DI PESARO E URBINO



PESARO 20/09/2022

Sala del Consiglio Provinciale
W. Pierangeli
Viale A. Gramsci, 4

Registrazione ore 9.00

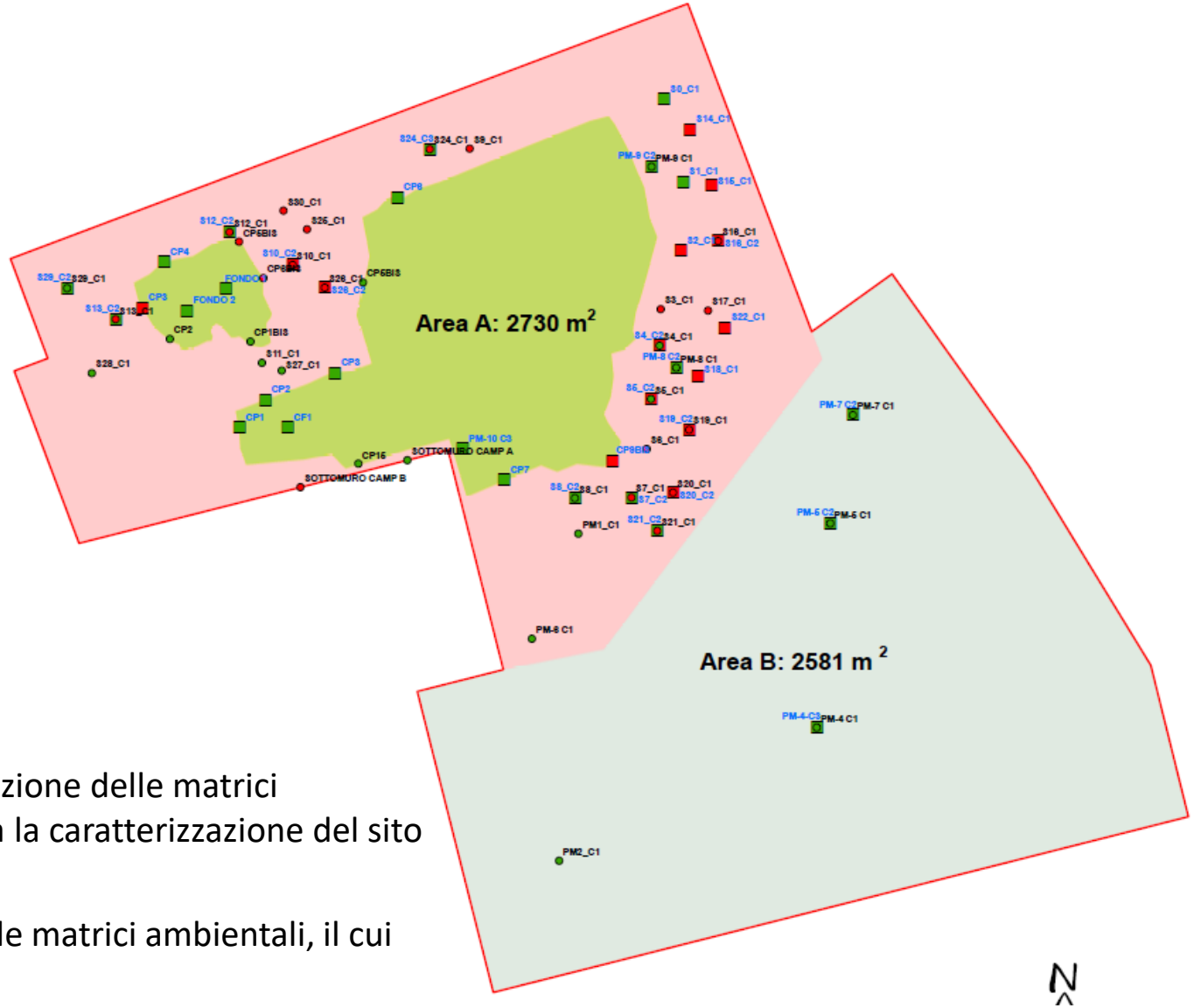
LE FITOTECNOLOGIE AMBIENTALI E LA LORO APPLICAZIONE PER LA BONIFICA DELL'AREA EX AMGA

Paolo De Angelis – Silvia Crognale

DIBAF – Università degli Studi della Tuscia

LA CONTAMINAZIONE DEL TERRENO

- Suolo superficiale - 27 campioni >CSC (su 54) e di questi 23 hanno superamenti delle CSR.
- Suolo profondo 1-2.2 m (valore di profondità del top della falda utilizzato nell'AdR) - 24 campioni >CSC (su 65)e solo 5 superano invece le CSR.
- Le attività di bonifica dei terreni si sviluppano nella sub-area A del sito.
- Nell'area B si sviluppano i servizi integrativi e di supporto della bonifica.



Concentrazioni soglia di contaminazione (CSC): i livelli di contaminazione delle matrici ambientali che costituiscono valori al di sopra dei quali è necessaria la caratterizzazione del sito e l'analisi di rischio sito specifica.

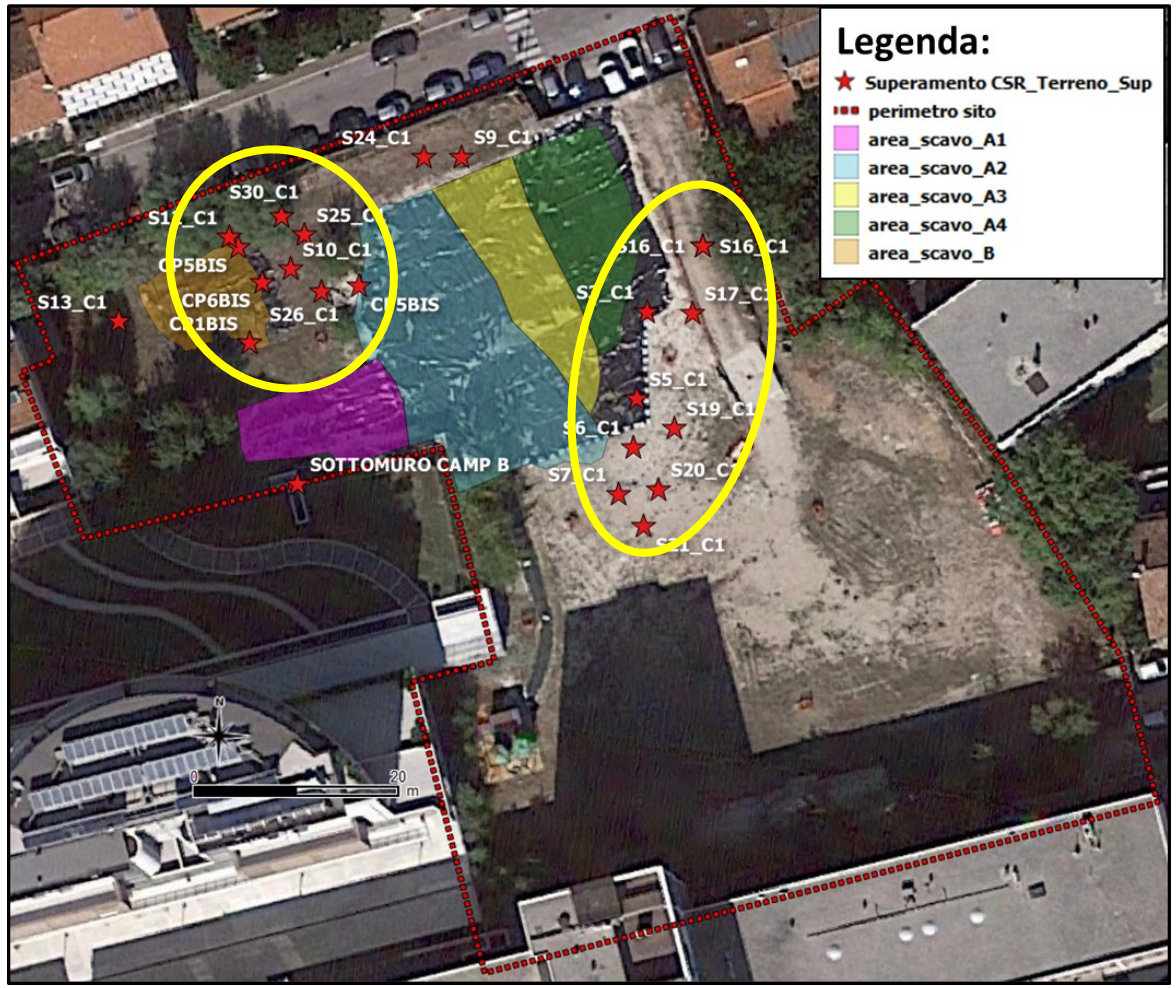
Concentrazioni soglia di rischio (CSR): i livelli di contaminazione delle matrici ambientali, il cui superamento richiede la messa in sicurezza e la bonifica.

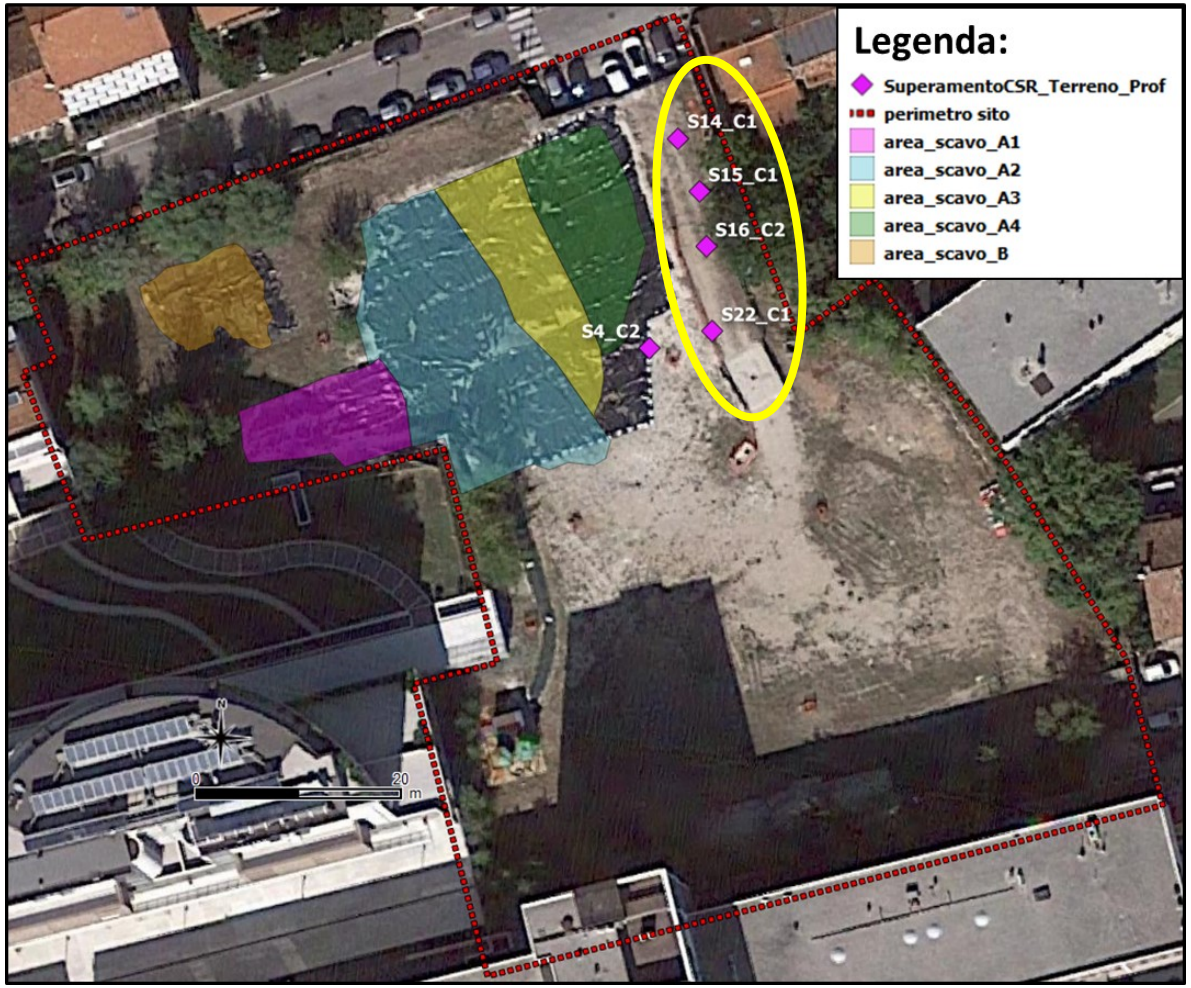
Sito contaminato: un sito nel quale i valori delle concentrazioni soglia di rischio (CSR), sulla base dei risultati del piano di caratterizzazione, risultano superati.

DISTRIBUZIONE DELLA CONTAMINAZIONE - TERRENI

Per la matrice suolo superficiale i superamenti sono concentrati in due zone adiacenti alle aree di scavo e rimozione delle vasche

Per il suolo profondo sono concentrati in una fascia al di sotto della rampa di accesso al cantiere.





DISTRIBUZIONE DELLA CONTAMINAZIONE - FALDA

I contaminanti che creano rischio individuati con AdR per i percorsi di inalazione vapori sono: ***benzene, naftalene, tetracloroetilene e cloruro di vinile***. Di questi solo il benzene e naftalene sono direttamente riconducibili alle attività svolte sul sito.

PM11bis

parametro	max [µg/l]	min [µg/l]
benzene [µg/l]	41	0.99
naftalene [µg/l]	170.2	61.09
tetracloroetilene [µg/l]	0.332	0.0294
cloruro vinile [µg/l]	1.29	0.45
C_{tot} [µg/l]	1052	101

PM9

parametro	max [µg/l]	min [µg/l]
benzene [µg/l]	ild	ild
naftalene [µg/l]	ild	ild
tetracloroetilene [µg/l]	83	ild
cloruro vinile [µg/l]	1.08	ild
C_{tot} [µg/l]	99	ild

PM12bis

parametro	max [µg/l]	min [µg/l]
benzene [µg/l]	13.8	0.244
naftalene [µg/l]	ild	ild
tetracloroetilene [µg/l]	0.34	ild
cloruro vinile [µg/l]	1.58	ild
C_{tot} [µg/l]	264	ild

PM8

parametro	max [µg/l]	min [µg/l]
benzene [µg/l]	510	ild
naftalene [µg/l]	3.4	ild
tetracloroetilene [µg/l]	0.41	ild
cloruro vinile [µg/l]	3.6	ild
C_{tot} [µg/l]	3210	6

PM10bis

parametro	max [µg/l]	min [µg/l]
benzene [µg/l]	0.56	ild
naftalene [µg/l]	ild	ild
tetracloroetilene [µg/l]	1.41	ild
cloruro vinile [µg/l]	2.03	0.1
C_{tot} [µg/l]	66	ild

PM5

parametro
benzene [µg/l]
naftalene [µg/l]
tetracloroetilene [µg/l]
cloruro vinile [µg/l]
C_{tot} [µg/l]

PM1

parametro	max [µg/l]	min [µg/l]
benzene [µg/l]	0.0736	ild
naftalene [µg/l]	ild	ild
tetracloroetilene [µg/l]	0.223	0.073
cloruro vinile [µg/l]	0.36	ild
C_{tot} [µg/l]	32	ild

PM3

parame
benzen
naftale
tetracl
cloruro
C_{tot} [µg

PM6

parametro	max [µg/l]	min [µg/l]
benzene [µg/l]	3.54	ild
naftalene [µg/l]	ild	ild
tetracloroetilene [µg/l]	0.146	ild
cloruro vinile [µg/l]	0.047	ild
C_{tot} [µg/l]	106	ild

PM4

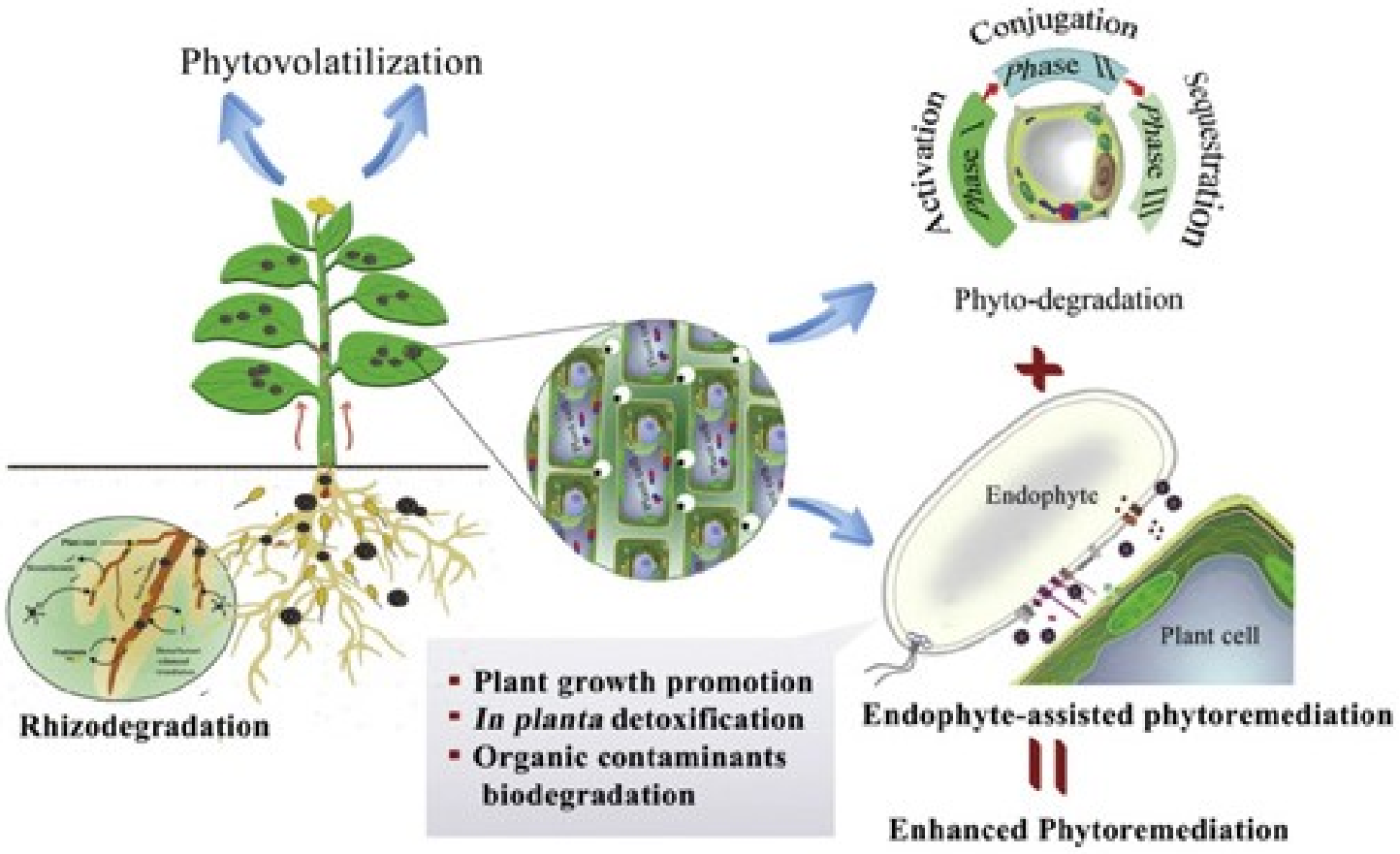
parametro	max [µg/l]	min [µg/l]
benzene [µg/l]	2.35	ild
naftalene [µg/l]	ild	ild
tetracloroetilene [µg/l]	1.2	ild
cloruro vinile [µg/l]	0.96	ild
C_{tot} [µg/l]	32	ild

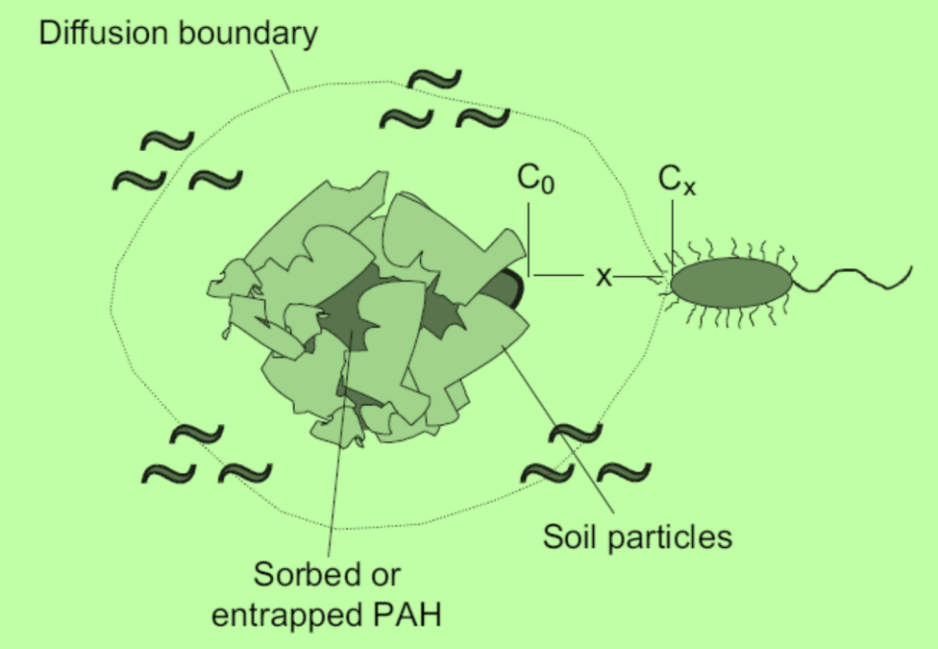
PM2

parametro	max [µg/l]	min [µg/l]
benzene [µg/l]	2.73	ild
naftalene [µg/l]	ild	ild
tetracloroetilene [µg/l]	0.149	ild
cloruro vinile [µg/l]	0.95	ild
C_{tot} [µg/l]	36	ild

LE TECNOLOGIE DI BIO- FITO- BONIFICA

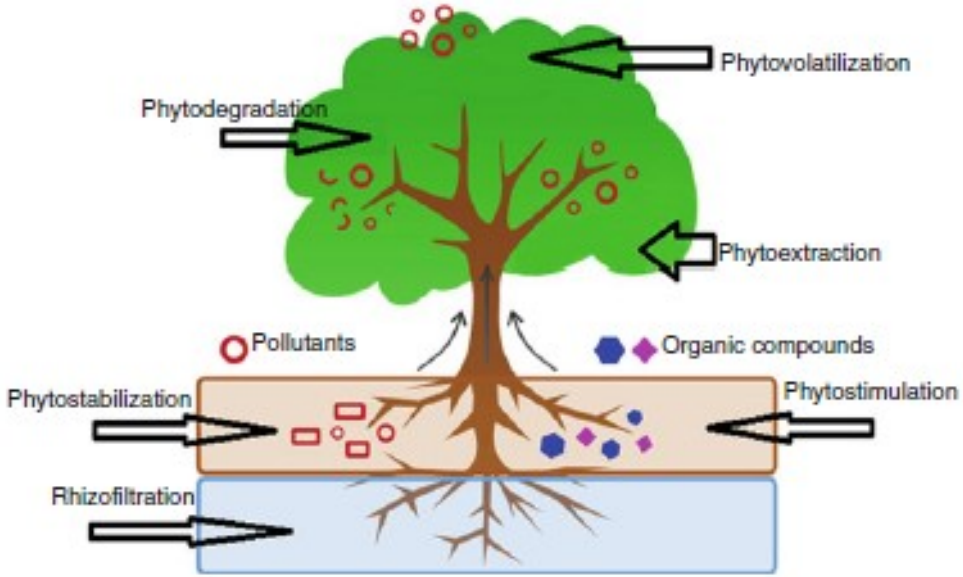
La combinazione sinergica dei processi metabolici di piante e microrganismi

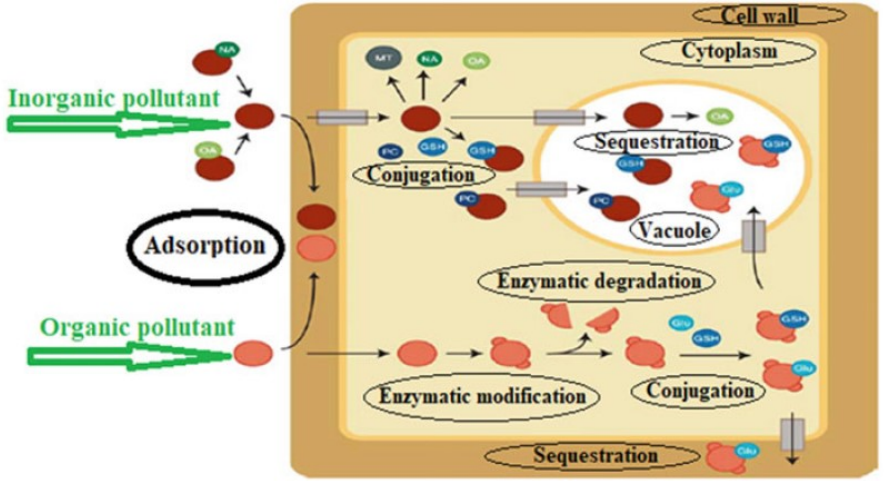




OBIETTIVI SITO SPECIFICI DELLA BIO- FITO- BONIFICA

- **Accelerare** i processi degradativi dei contaminanti organici presenti nei terreni (superficiali e profondi insaturi),
- **Ridurre** le concentrazioni dei contaminanti presenti in falda, con il ricircolo dell'acqua trattata nell'impianto di P&T e con l'assorbimento e degradazione da parte delle piante,
- **Interrompere** la diffusione e migrazione dei contaminanti verso target sensibili, grazie all'azione combinata delle due tecnologie biologiche.

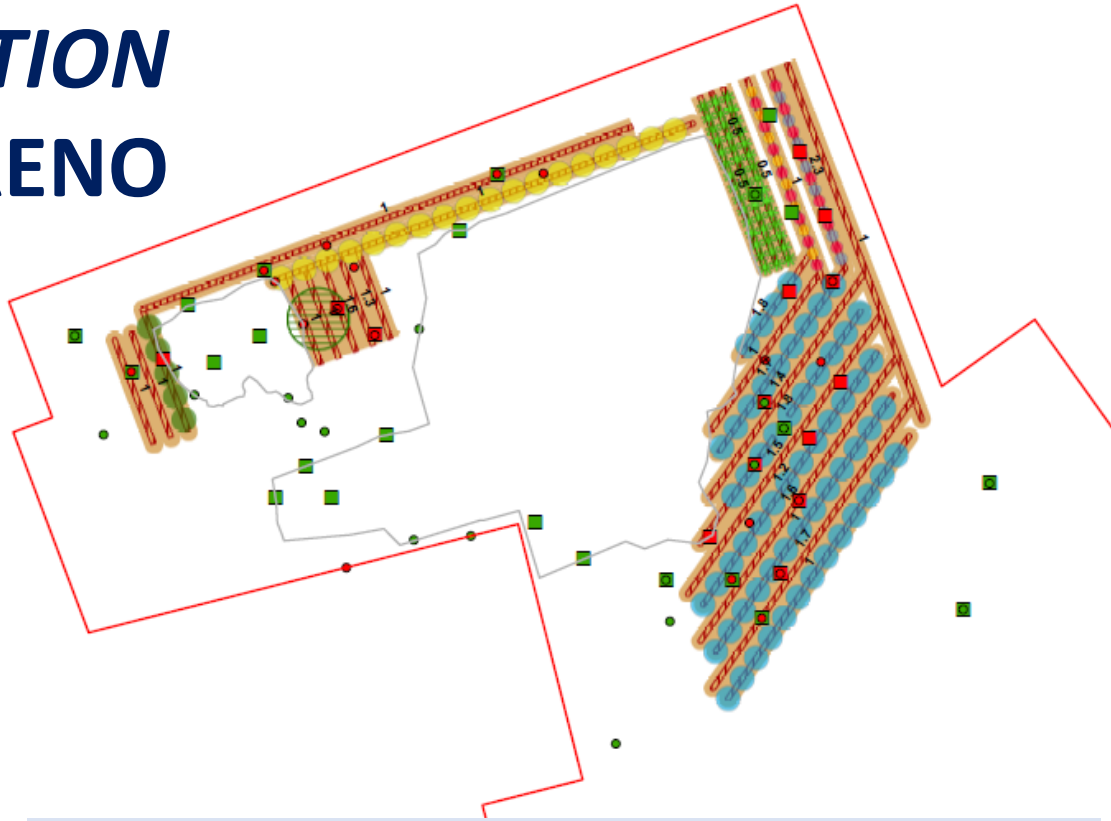




ATTUAZIONE DELLA *BIOAUGMENTATION* & *PHYTOREMEDIATION* NEL TERRENO INSATURO

L'immissione dei microrganismi selezionati in-situ e prodotti in bio-reattore, è stata realizzata con l'apertura di **trincee** di circa 40 cm di larghezza e di profondità variabile (in accordo con il profilo verticale della contaminazione) poste a distanza fra loro di 1.5 metri.

Le trincee, in parte coincidenti con le file di impianto delle specie vegetali, sono posizionate in modo da agire su tutte le zone in cui sono stati riscontrati superamenti delle CSC dei terreni insaturi



Totale 26 trincee

Lunghezza complessiva: **500 metri**

Superficie inoculata direttamente: **200 m^2**

Superficie inoculata indirettamente: **750 m^2**

Volume di terreno trattato: **243 m^3**

Massa di terreno trattato: **327 ton**

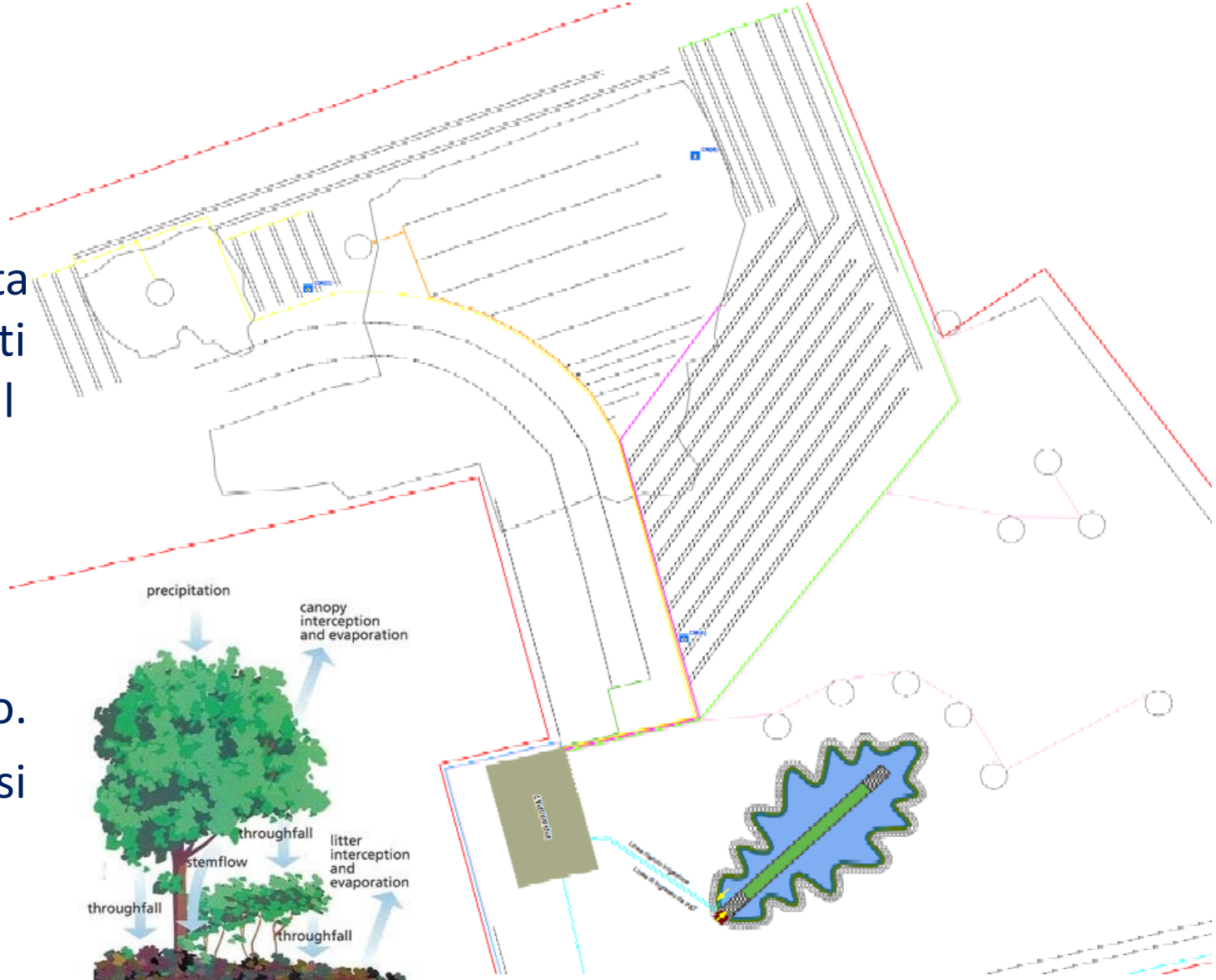
Volume di sospensione inoculante: **400 litri**

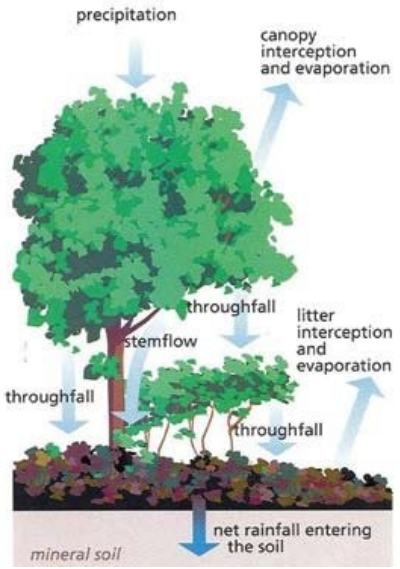
Totale piante associate alle trincee: **201**

INTERVENTI SULLA FALDA

L’azione dell’intervento di bonifica sulla falda soggiacente al sito di cui al presente progetto, si sviluppa secondo due diverse azioni:

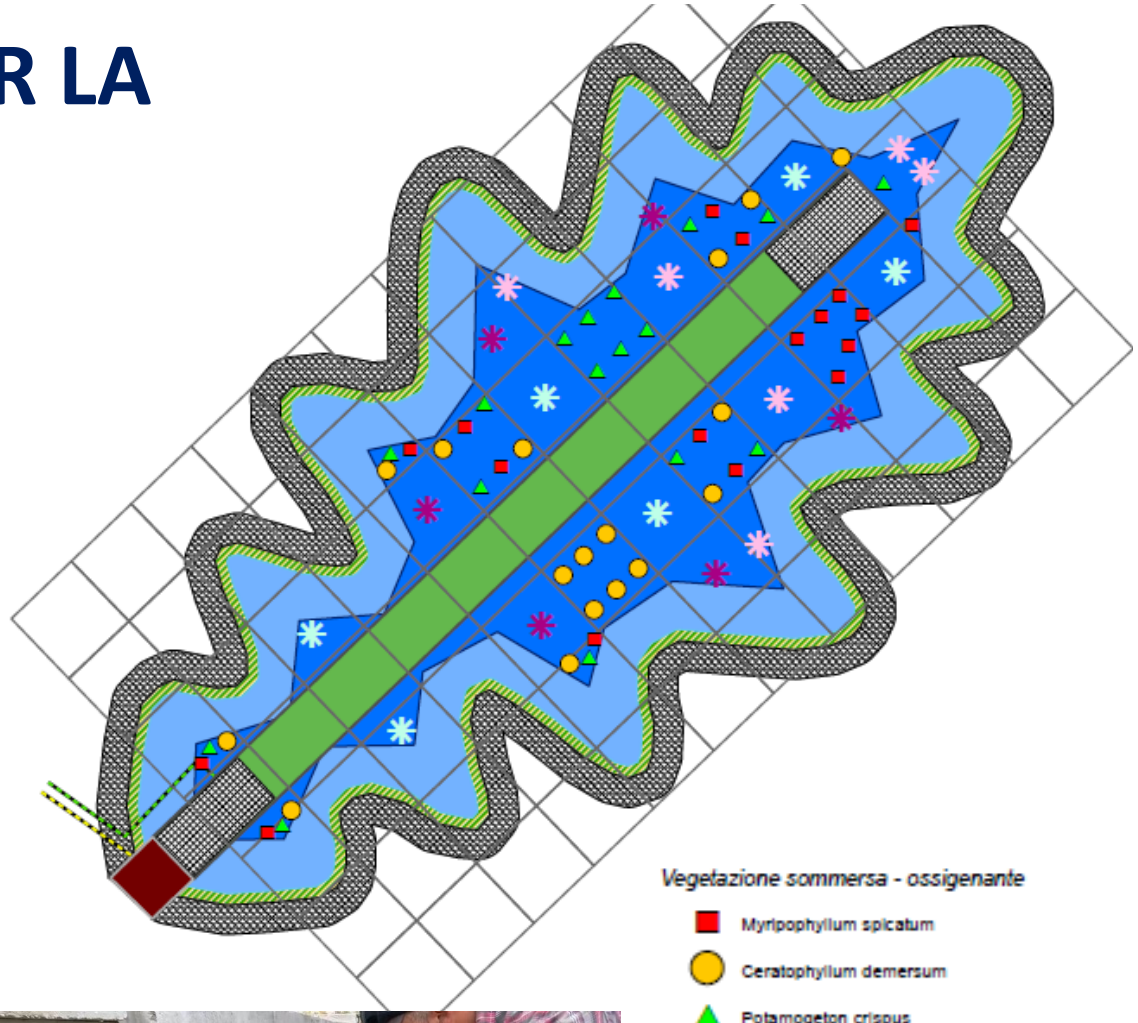
- <u>diretta</u> con il ricircolo dell’acqua pompata dai piezometri PM1, PM7 e PM8 collegati all’impianto di P&T - L’acqua in uscita dal P&T è immessa nel «fitolago» e quindi utilizzata per l’irrigazione dei sistemi vegetali e delle trincee, per mezzo di un sistema di monitoraggio e gestione automatizzata, anche a controllo remoto.
- <u>indiretta</u> attraverso l’insieme dei processi attivati dalle piante messe in opera nell’area A del sito (contaminata): evapotraspirazione, intercettazione e filtrazione delle piogge.

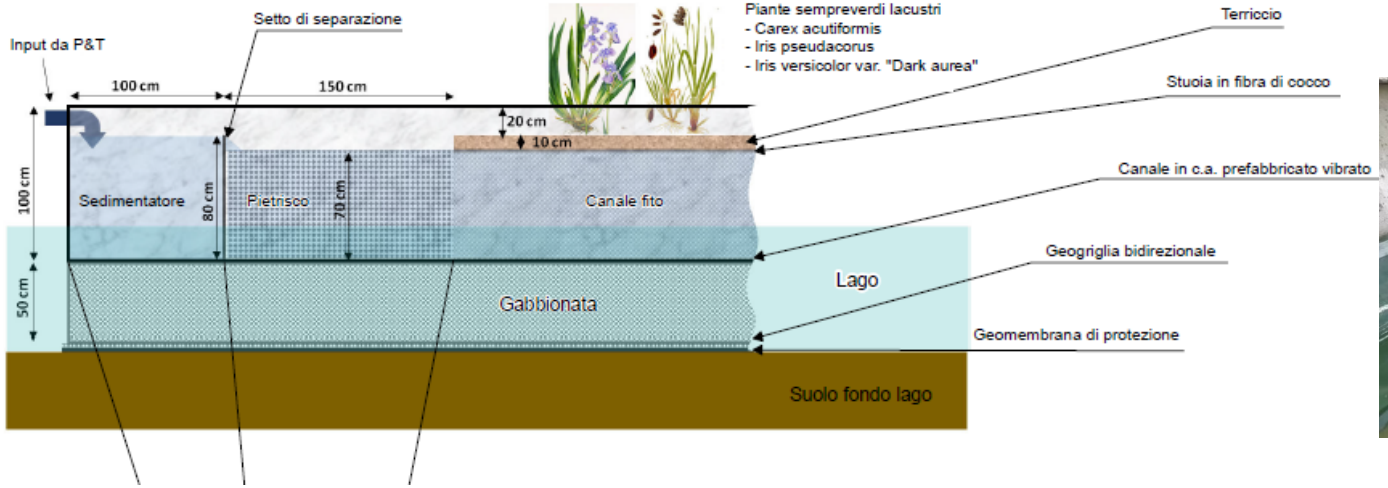




LE FITO- BIO- INFRASTRUTTURE PER LA GESTIONE DELL'ACQUA

Al fine di consentire un utilizzo *in-situ* delle acque derivanti dall'impianto di *P&T* a sostegno dei sistemi di BIO- FITO-bonifica sono messi in opera i diversi sistemi: il Fitolago – il Canale di Fitodepurazione.





Vegetazione sommersa - ossigenante

- Myriophyllum spicatum
- Ceratophyllum demersum
- Potamogeton crispus

Vegetazione galleggiante- ombreggiante

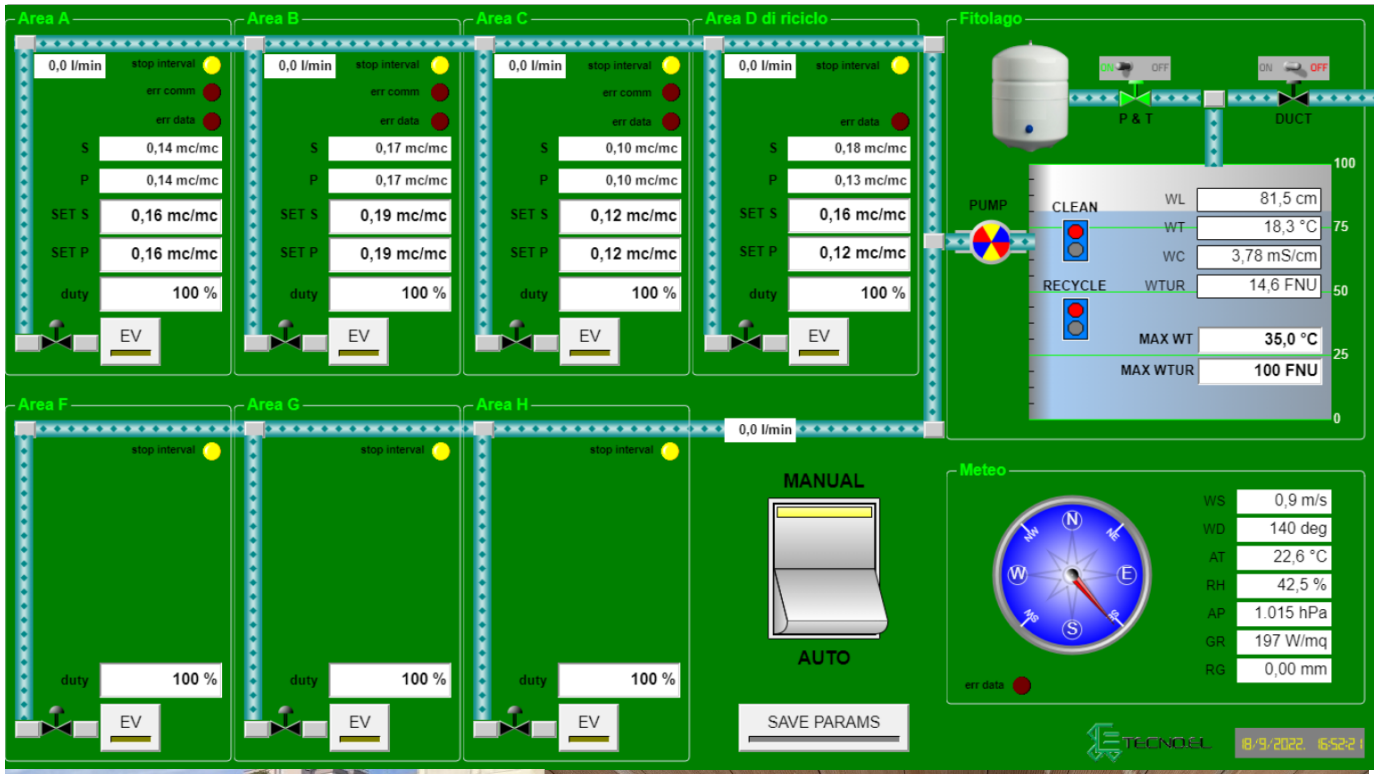
- Nynphea Almost black
- Nynphea Madame Wilfron Gonnere
- Nynphaea Hever White

Vegetazione palustre - bordo interno fitolago

- Acorus gramineus e Juncus effusus
- Reticolo (celle 2m²)

CARATTERISTICHE DELL'IMPIANTO DI IRRIGAZIONE

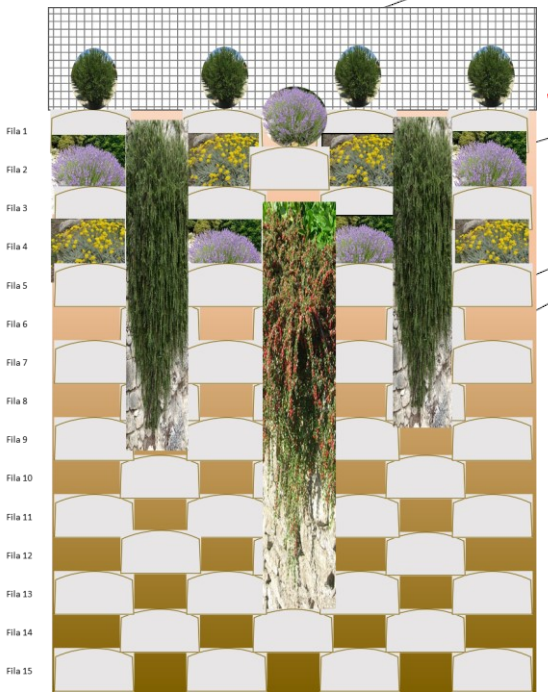
- **modularità:** il sito è suddiviso in sette sezioni con gestione autonoma;
- **autonomia gestionale e di controllo:** le sezioni sono gestite con un sistema di monitoraggio in continuo e controllo automatico delle valvole di attivazione; l'accesso ai dati e la gestione delle soglie è realizzata da remoto attraverso un portale web ad accesso riservato;
- **gestione funzionale ai processi biologici:** in tre sezioni (trincee) la gestione dell'irrigazione si basa sulla misura in continuo dello stato idrico del suolo; le altre sezioni sono gestite sempre in automatico ma con algoritmi di controllo basati sulla stima delle esigenze della vegetazione;
- **somministrazione irrigua differenziata:** l'apporto irriguo è distinto e autonomo per i diversi sistemi bio-fito- tecnologici presenti nelle diverse sezioni idriche;
- **gestione del picco stagionale:** il dimensionamento dell'impianto di irrigazione deve garantire i flussi di picco stagionali, almeno su base giornaliera (24 h) al fine di evitare condizioni di stress per le piante.



ULTERIORI INTERVENTI PER IL MIGLIORAMENTO AMBIENTALE

Moduli di vegetazione saranno impiantati lungo il perimetro del sito e nei terreni dell'area B, al fine di ottenere ulteriori benefici ambientali, quali:

- il miglioramento della **qualità dell'aria** (assorbimento di particolato atmosferico e di altri inquinanti tipici dell'ambiente urbano),
- la riduzione del **riscaldamento** dovuto all'irraggiamento degli edifici e murature perimetrali,
- la creazione di **habitat** con effetti positivi sulla biodiversità,
- la riduzione del **ristagno idrico** invernale negli strati di terreno sub-superficiali (anche in considerazione dell'abbassamento del piano di campagna che espone ad infiltrazioni gli edifici perimetrali),
- l'intercettazione dello scorrimento di **acque meteoriche** durante piogge intense ed il loro consumo all'interno del sito,
- il contenimento della diffusione di eventuali **vapori organici** derivanti dalla contaminazione ancora residuale durante il periodo di sviluppo della bonifica,
- riutilizzare in sito il **terreno di scavo** del FitoLago.



ELEMENTI STRUTTURALI CONNESSI ALL'INTERVENTO DI BIORISANAMENTO

- realizzazione di una **nuova rampa di accesso** al sito, sempre sul lato di via Morosini ma in posizione opposta a quella attuale. Tale spostamento è necessario in quanto l'attuale rampa di accesso insiste su un'area ove è stata rilevata evidenza di contaminazione e dovrà pertanto essere sottoposta ad intervento di bonifica;
- realizzazione di un **muro di contenimento** (gabbionata) lungo tutto il versante di via Morosini;
- realizzazione di un **muro di contenimento (tipo verde)** per la sistemazione della scarpata che collega la terrazza della seconda torre con il piano campagna del sito in bonifica;
- realizzazione di una nuova **recinzione perimetrale** dell'intera area;
- realizzazione di una **schermatura** attorno all'impianto di P&T;
- realizzazione dell'impianto di **illuminazione** a garanzia della sicurezza dell'area.

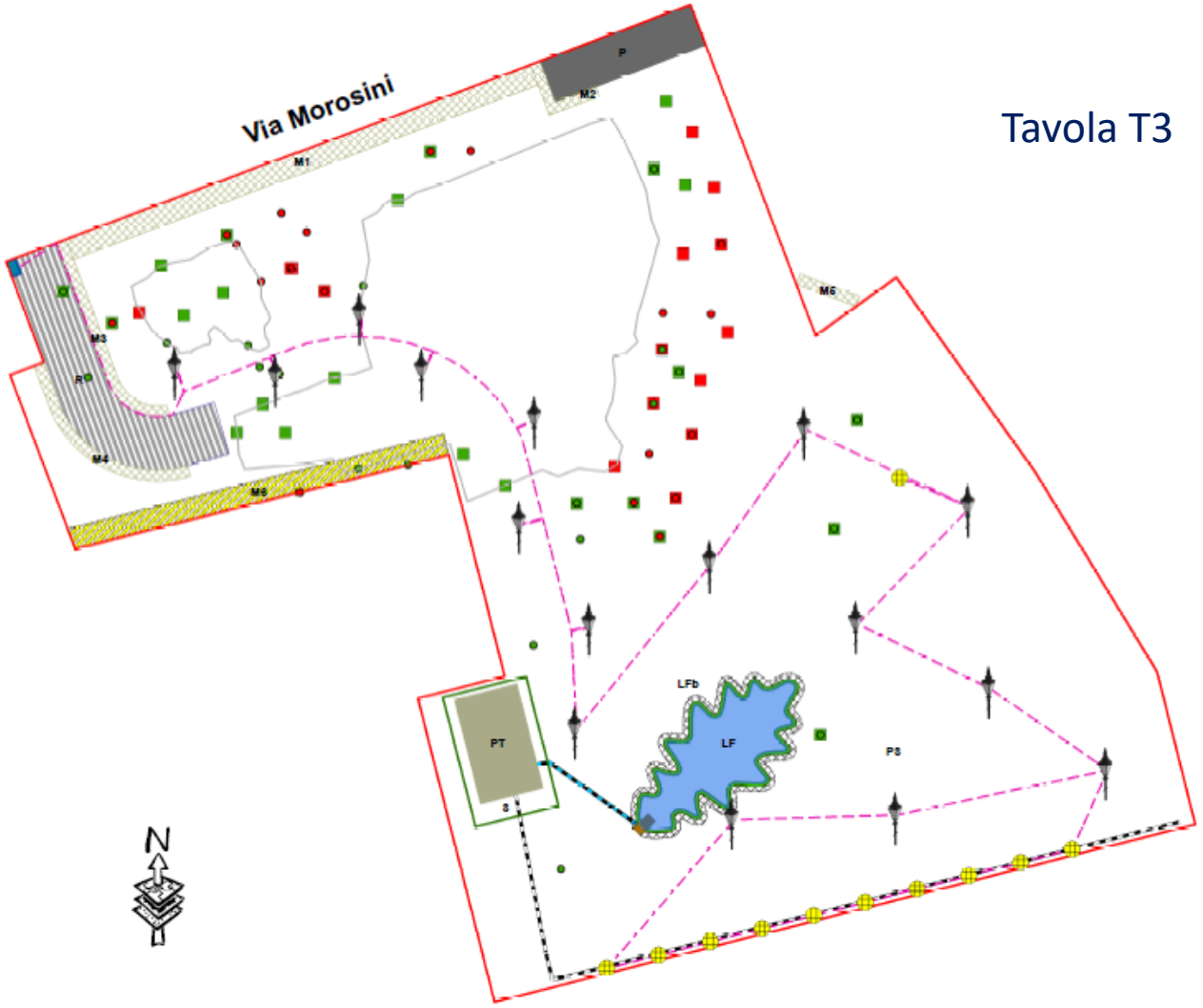


Tavola T3

Complessivamente

111 alberi I classe
84 alberi II classe
68 arbusti medi
122 erbacee perenni
156 arbustive piccole
---
25 diverse specie
541 piante

MONITORAGGI OPERATIVI

Descrizione attività
MONITORAGGIO DELLA COMUNITÀ MICROBICA DEL SUOLO
vitalità microbica
attività microbica
struttura della comunità batterica
MONITORAGGIO DEI SISTEMI VEGETALI
attecchimento e stato di vitalità
sviluppo e funzionalità degli organi epigei:
Morfologia fogliare
Capacità fotosintetica
Efficienza fotosintetica
Conduttanza stomatica
Contenuto di Azoto
LAI
sviluppo e funzionalità radicale:
Densità radicale
Produttività radicale
Flussi CO2 in trincee con piante
Flussi CO2 in trincee senza piante
trasferimento di contaminanti in organi e tessuti
monitoraggio chimico fogliare

Grazie per l’attenzione !