



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DELL'INSUBRIA

“Studio del destino ambientale dei contaminanti”

Coordinatore: Prof. Antonio Di Guardo

Contatti: antonio.diguardo@uninsubria.it

Keywords: contaminanti tradizionali, contaminanti emergenti, modelli del destino ambientale, valutazione dell'esposizione, valutazione del rischio ambiente

Finalità: Studio del destino ambientale dei contaminanti tradizionali ed emergenti attraverso 1) la misura delle loro concentrazioni nei comparti ambientali (aria, acqua, suolo, sedimenti, biomassa vegetale, biomassa animale), 2) la messa a punto di esperimenti di laboratorio per studiare il movimento dei contaminanti nel suolo, la ripartizione, la degradazione e il bioaccumulo e, 3) lo sviluppo di modelli predittivi per stimare le concentrazioni dei contaminanti nei vari comparti ambientali al fine della valutazione del rischio per gli ecosistemi.



Localizzazione: c/o Dipartimento di Scienza e Alta Tecnologia, Via Valleggio, 9 e 11 - Como

Organizzazione: La facility è insediata presso l'Environmental Modelling Group (EMG) diretto dal Prof. Antonio Di Guardo e integra diverse competenze legate al campo dell'ecotossicologia, in particolar modo allo studio dell'esposizione degli ecosistemi acquatici e terrestri ai contaminanti.

La facility è organizzata in 3 sottostrutture:

1. Misura di contaminanti organici in tracce
2. Setup di esperimenti per studiare il destino ambientale dei contaminanti
3. Sviluppo di modelli del destino ambientale dei contaminanti

Collegamento con le Piattaforme Tecnologiche del CRIETT e le Piattaforme Scientifiche di Ateneo:

Questa facility opera in collaborazione con:

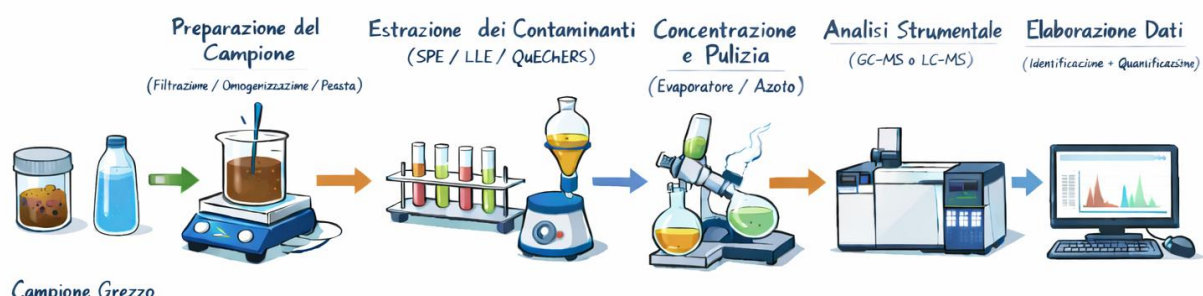
- La Piattaforma Tecnologica di Analisi e Caratterizzazione della Materia del CRIETT per l'utilizzo dello strumento LC-HRMS (Orbitrap)
- la Piattaforma Sostenibilità nell'ambito delle tematiche: 1) contaminanti ambientali e 2) sostenibilità e tutela delle risorse naturali.

Sottostruttura “Misura di contaminanti organici in tracce”

Responsabile: Prof. Antonio Di Guardo

Contatti: antonio.diguardo@uninsubria.it

Keywords: contaminanti tradizionali, contaminanti emergenti, analisi target, analisi untarget, gascromatografia, cromatografia liquida, spettrometria di massa



Facility per la misura di contaminanti organici in tracce in diverse matrici ambientali tra cui acqua, aria, suolo, biomassa vegetale e animale. La facility si occupa di analisi di Policlorobifenili (PCB), Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA), pesticidi organoclorurati (DDT, HCB, ecc.) con GC-MS in bassa risoluzione e sostanze per- e polifluoroalchiliche (PFAS), metaboliti polari (OH-PCB, SO₃H-PCB, OH-PAH e di-OH-PAH) e farmaci con LC-HRMS-ORBITRAP in alta risoluzione, nonché di di micro e nanoplastiche mediante pirolizzatore (PYR-GC-MS) che può analizzare additivi e contaminanti con desorbimento termico (TD-GC-MS) e pirolizzare lo stesso campione subito dopo (double shot analysis). Si dispone inoltre di un sistema SPME-GC-MS automatizzato per estrazione e analisi diretta di contaminanti da fasi acquose e solide. Il laboratorio dell'EMG group è dotato di un sonicatore per l'estrazione di contaminanti da matrici solide e di un apparato SPE per l'estrazione di contaminanti da matrici liquide, diversi evaporatori a singolo e multi-campione ed un concentratore ad azoto per la riduzione del volume dei campioni oltre a un sistema GPC (gel permeation clean up) per la purificazione dei campioni. Sono inoltre disponibili una stufa, una muffola di grande volume (39 L) e una centrifuga. Il laboratorio include inoltre tre GC-MS e una LC-DAD e collabora con il CRIETT per l'utilizzo di LC-HRMS.

Publicazioni:

1. Bagnati, R., Terzaghi, E., Passoni, A., Davoli, E., Fattore, E., Maspero, A., Palmisano, G., Zanardini, E., Borin, S., Di Guardo, A., 2019. Identification of Sulfonated and Hydroxy-Sulfonated Polychlorinated Biphenyl (PCB) Metabolites in Soil: New Classes of Intermediate Products of PCB Degradation? *Environ. Sci. Technol.* 53, 10601–10611.
2. Castiglioni, S., Zuccato, E., Fattore, E., Riva, F., Terzaghi, E., Koenig, R., Principi, P., Di Guardo, A., 2020. Micropollutants in Lake Como water in the context of circular economy: A snapshot of water cycle contamination in a changing pollution scenario. *Journal of Hazardous Materials* 384, 121441.
3. Falakdin, P., Lopez-Rosales, A., Andrade, J., Terzaghi, E., Di Guardo, A., Muniategui-Lorenzo, S., 2024. Comparison of microplastic type, size, and composition in atmospheric and foliage samples in an urban scenario. *Environmental Pollution* 349, 123911.
4. Gambino, I., Terzaghi, E., Baldini, E., Bergna, G., Palmisano, G., Di Guardo, A., 2025. Microcontaminants and microplastics in water from the textile sector: a review and a database of physicochemical properties, use in the textile process, and ecotoxicity data for detected chemicals. *Environ. Sci.: Processes Impacts* 10.1039.D4EM00639A.
5. Giráldez, P., Aboal, J.R., Fernández, J.Á., Di Guardo, A., Terzaghi, E., 2022. Plant-air partition coefficients for thirteen urban conifer tree species: Estimating the best gas and particulate matter associated PAH removers. *Environmental Pollution* 315, 120409.
6. Giráldez, P., Varela, Z., Di Guardo, A., Terzaghi, E., Celeiro, M., García-Jares, C., Fernández, J.Á., Aboal, J.R., 2024. Relationship between foliar polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) concentrations and plant traits: Intracanalopy variability for a broadleaf species in an urban environment. *Science of The Total Environment* 940, 173698.
7. Maspero, A., Vavassori, F., Penoni, A., Galli, S., Palmisano, G., Bagnati, R., Passoni, A., Davoli, E., Palladini, J., Terzaghi, E., Di Guardo, A., 2023. Synthesis of a new sulfonated-hexachlorobiphenyl standard for environmental analysis, ecotoxicological, and toxicological studies. *Science of The Total Environment* 882, 163445.
8. Preziati, M., Davoli, E., Di Guardo, A., Bagnati, R., Terzaghi, E., Passoni, A., 2025. Metabolic Responses of Plants to Climate-Induced Stress: A Mass Spectrometry Investigation. *ACS Omega.* 10, 37342–37352
9. Terzaghi, E., Falakdin, P., Fattore, E., Di Guardo, A., 2021. Estimating temporal and spatial levels of PAHs in air using rain samples and SPME analysis: Feasibility evaluation in an urban scenario. *Science of The Total Environment* 762, 144184

A) Facility di “Misura di contaminanti organici in tracce”



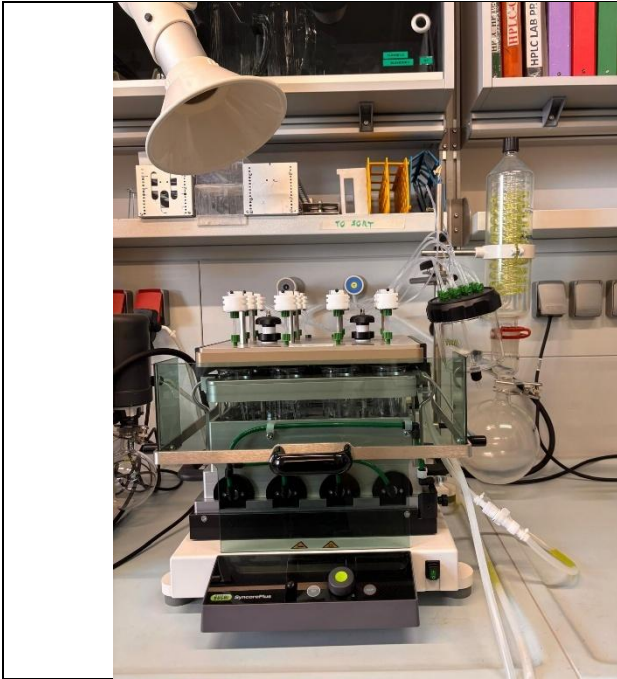
SONICATORE per l'estrazione di campioni solidi



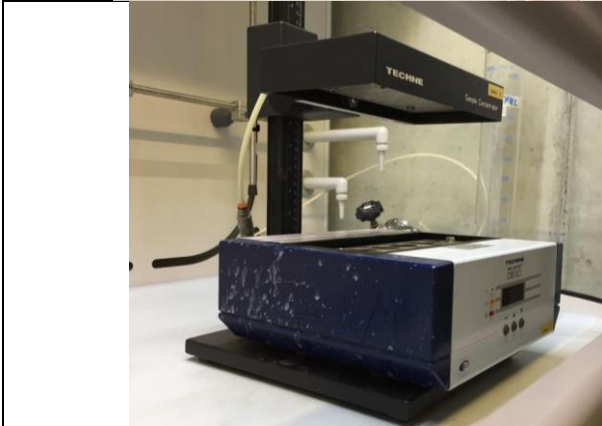
Apparato SPE per estrazione di campioni liquidi (12 postazioni)



EVAPORATORE ROTANTE per la concentrazione dei campioni (fino a 2 mL)



CONCENTRATORE ed ESTRATTORE SPE
12 POSIZIONI per concentrazione dei campioni
fino a 500 μ L o estrazione SPE



CONCENTRATORE AD AZOTO per la
contrazione dei campioni (fino a 50/100 μ L, 10
postazioni)



GC-MS per la misura di contaminanti organici
(analisi target in bassa risoluzione) in diverse matrici
ambientali



PYR-GC-MS per la misura di micro e nanoplastiche (massa) in diverse matrici ambientali



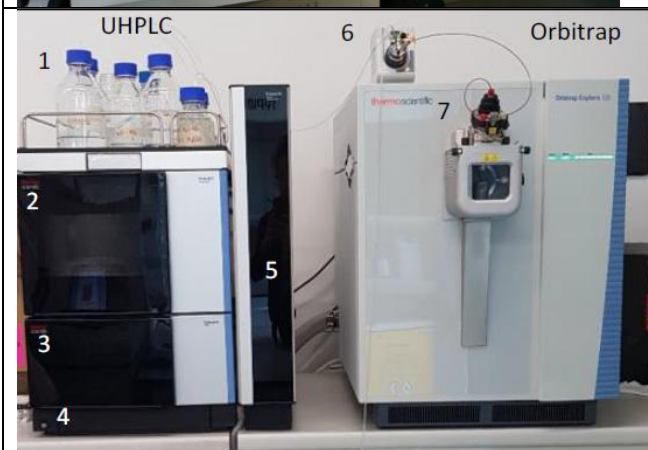
SPME-GC-MS per la misura di contaminanti organici (analisi target in bassa risoluzione) in diverse matrici ambientali con SPME automatizzata ed autocampionatore per analisi di campioni liquidi



HPLC-DAD per misura di contaminanti in campioni provenienti da esperimenti di laboratorio



HPLC-UV dotato di colonna **GPC** per purificazione di campioni di biomassa vegetale e animale (separazione dei lipidi)



LC-HRMS (Orbitrap) per l'analisi target e untarget di contaminanti ambientali (in collaborazione con il CRIETT)

Sottostruttura “Setup di esperimenti per studiare il destino ambientale dei contaminanti”

Responsabile: Prof. Antonio Di Guardo

Contatti: antonio.diguardo@uninsubria.it

Keywords: ripartizione, infiltrazione, degradazione, bioaccumulo



Facility per il *setup* di esperimenti per studiare il destino ambientale di contaminanti. Nel laboratorio dell'EMG vengo effettuati esperimenti di mobilità di contaminanti in colonne di suolo, di ripartizione nel suolo (misura di K_d), di degradazione in diverse matrici e di bioaccumulo in organismi vegetali e animali. Il laboratorio dell'EMG group dispone di colonne di vetro per esperimenti di mobilità, camere climatiche per la crescita di organismi vegetali e animali e diversi tipi di shaker utilizzati sia per esperimenti di degradazione che di ripartizione.

Publicazioni:

1. Palladini, J., Bagnati, R., Passoni, A., Davoli, E., Lanno, A., Terzaghi, E., Falakdin, P., Di Guardo, A., 2022. Bioaccumulation of PCBs and their hydroxy and sulfonated metabolites in earthworms: Comparing lab and field results. *Environmental Pollution* 293, 118507. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.118507>
2. Palladini, J., Gandhi, B.P., Jones, K.C., Terzaghi, E., Zanardini, E., Palmisano, G., Bagnati, R., Passoni, A., Semple, K.T., Di Guardo, A., 2025a. Environmental formation of sulfonated-PCBs and OH-sulfonated-PCBs: Is it greater under aerobic or anaerobic conditions? *Environmental Pollution* 382, 126735. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2025.126735>
3. Palladini, J., Terzaghi, E., Bagnati, R., Passoni, A., Davoli, E., Maspero, A., Palmisano, G., Di Guardo, A., 2023. Environmental fate of sulfonated-PCBs: Soil partitioning properties, bioaccumulation, persistence, and mobility. *Journal of Hazardous Materials* 457, 131853. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2023.131853>
4. Palladini, J., Terzaghi, E., Zanardini, E., Palmisano, G., Bagnati, R., Passoni, A., Di Guardo, A., 2025b. First Evidence of Environmental Formation of Sulfonated PCBs. *Environ. Sci. Technol. Lett. acs.estlett.5c00139*.
5. Palladini, J., Terzaghi, E., Zanardini, E., Palmisano, G., Bagnati, R., Passoni, A., Di Guardo, A., 2025c. Sulfonated-PCBs and OH-sulfonated-PCBs: An insight into their environmental formation and identification. *Science of The Total Environment* 996, 180176.
6. Terzaghi, E., Bertipaglia, C., Zanardini, E., Siniscalchi, D., Bagnati, R., Passoni, A., Rampazzi, L., Corti, C., Ortega-Calvo, J.-J., Posada-Baquero, R., Di Guardo, A., 2025. Forest Filter Effect Revisited: First Evidence That Polycyclic Aromatic Hydrocarbon Metabolites Are Produced on Leaves by Biodegradation and Photodegradation. *Environ. Sci. Technol. acs.est.5c09252*.
7. Terzaghi, E., Posada-Baquero, R., Di Guardo, A., Ortega-Calvo, J.-J., 2021c. Microbial degradation of pyrene in holm oak (*Quercus ilex*) phyllosphere: Role of particulate matter in regulating bioaccessibility. *Science of The Total Environment* 786, 147431.
8. Terzaghi, E., Alberti, E., Raspa, G., Zanardini, E., Morosini, C., Anelli, S., Armiraglio, S., Di Guardo, A., 2021a. A new dataset of PCB half-lives in soil: Effect of plant species and organic carbon addition on biodegradation rates in a weathered contaminated soil. *Science of The Total Environment* 750, 141411.
9. Terzaghi, E., Raspa, G., Zanardini, E., Morosini, C., Anelli, S., Armiraglio, S., Di Guardo, A., 2022. Life cycle exposure of plants considerably affects root uptake of PCBs: Role of growth strategies and dissolved/particulate organic carbon variability. *Journal of Hazardous Materials* 421, 126826.

- B) Facility di “Setup di esperimenti per studiare il destino ambientale dei contaminanti”



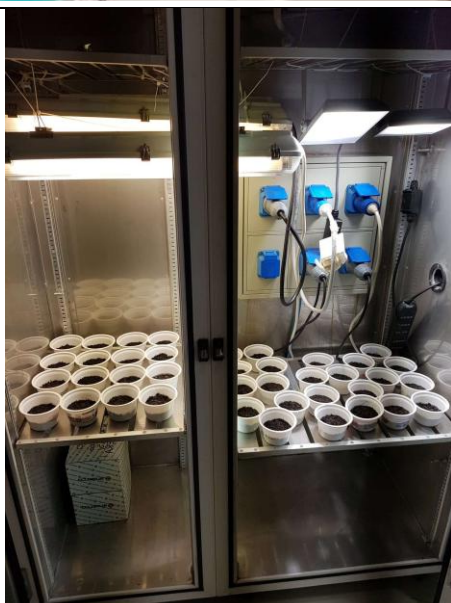
COLONNE per lo studio della mobilità dei contaminanti nel suolo (infiltrazione)



SHAKER multiplo con ancorette magnetiche per lo studio di biodegradazione e fotodegradazione di contaminanti in diverse matrici



SHAKER a scuotimento per la misura di coefficienti di ripartizione come, ad esempio, coefficiente di ripartizione suolo-acqua (K_d)



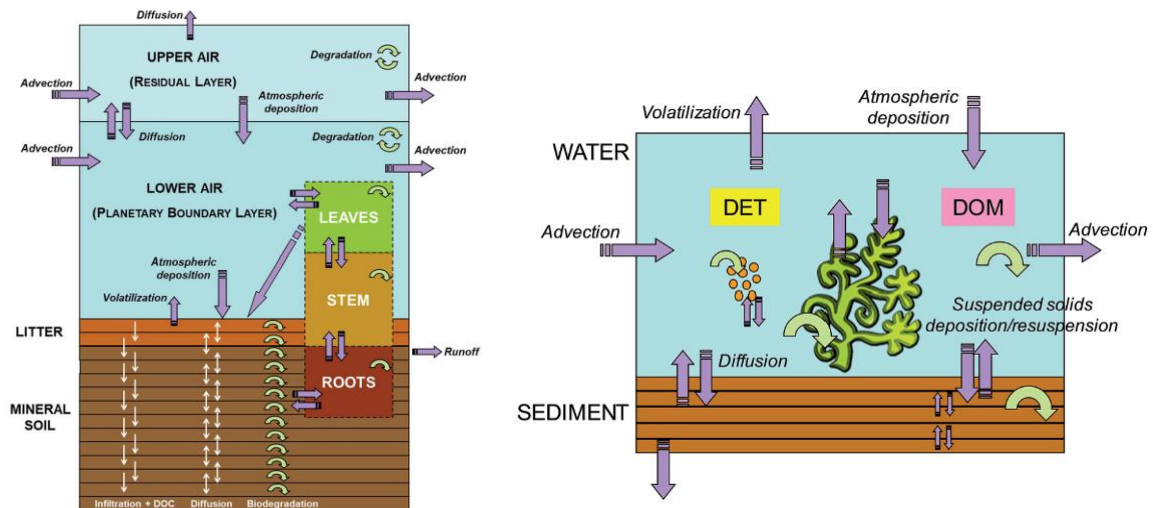
CAMERE CLIMATICHE (caldo/freddo) per esperimenti di bioaccumulo in organismi vegetali e animali

Sottostruttura “Sviluppo di modelli del destino ambientale dei contaminanti”

Responsabile: Prof. Antonio Di Guardo

Contatti: antonio.diguardo@uninsubria.it

Keywords: PEC (predicted environmental concentration), box models, fugacità

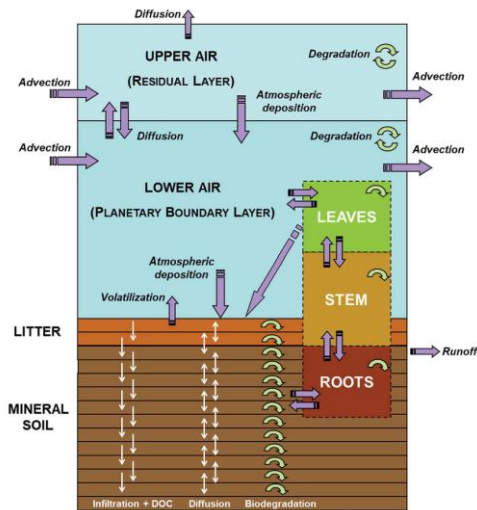


Facility per lo sviluppo di modelli del destino ambientale dei contaminanti. I modelli sono degli strumenti fondamentali per stimare le concentrazioni ambientali dei contaminanti (PEC, predicted environmental concentration) nel processo di caratterizzazione del rischio per gli ecosistemi. L'EMG group ha più di 30 anni di esperienza nello sviluppo di modelli basati sul concetto di fugacità sia statici che dinamici anche spazializzati, che considerano diversi comparti ambientali.

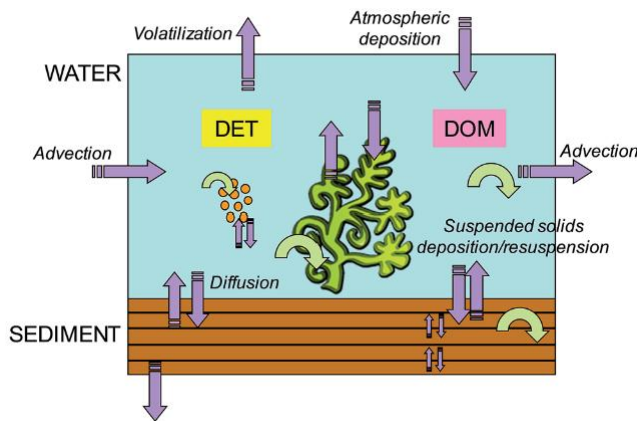
Pubblicazioni:

1. Di Guardo, A., Castiglioni, S., Gambino, I., Sailis, A., Salmoiraghi, G., Schiarea, S., Vighi, M., Terzaghi, E., 2024. Modelling micropollutant cycle in Lake Como in a winter scenario: Implications for water use and reuse, ecosystem services, and the EU zero pollution action plan. *Science of The Total Environment* 906, 167594.
2. Falakdin, P., Terzaghi, E., Di Guardo, A., 2022a. Spatially resolved environmental fate models: A review. *Chemosphere* 290, 133394.
3. Falakdin, P., Terzaghi, E., Di Guardo, A., 2023. Predicting the contribution of a local emission source in mid-range transport of DDT and its deposition in terrestrial and aquatic ecosystems in Northern Italy. *Science of The Total Environment* 889, 164038.
4. Falakdin, P., Terzaghi, E., Raspa, G., Di Guardo, A., 2022b. Predicting the regional contamination evolution of DDT for 100-years with a new gridded spatial and dynamic multimedia fate model. *Science of The Total Environment* 845, 157190.
5. Hader, J.D., Lane, T., Boxall, A.B.A., MacLeod, M., Di Guardo, A., 2022. Enabling forecasts of environmental exposure to chemicals in European agriculture under global change. *Science of The Total Environment* 840, 156478.

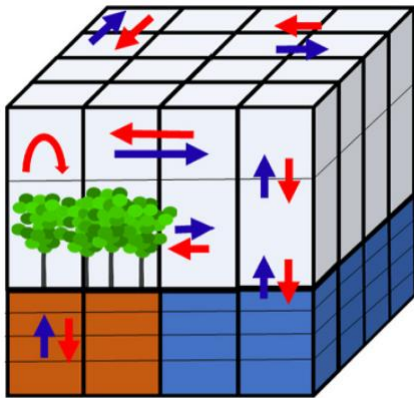
C) Facility di “Sviluppo di modelli del destino ambientale dei contaminanti”



SOILPLUSVEG model: modello che include due comparti aria, un comparto lettiera e suolo minerale stratificati, e un comparto biomassa vegetale (radici, fusto e foglie); è un modello dinamico con risoluzione temporale oraria, utilizzabile per predire il destino ambientale di contaminati organici.



CHIMERA fate model: modello che include un comparto aria, sedimenti, macrofite, fitoplancton, detrito e materia organica disciolta; è un modello dinamico con risoluzione temporale oraria, e spazializzato, utilizzabile per predire il destino ambientale di contaminati organici.



Gridded-SoilPlusVeg: versione spazializzata del modello SoilPlusVeg per la valutazione del destino ambientale di molecole in una regione, considerando variazioni orarie di direzione e intensità del vento oltre ad altri parametri meteorologici.