VEGETALI SENTINELLA · DOCUMENTO 1 / 2

PFAS nella vegetazione spontanea

Documento tecnico-scientifico di supporto · 9 novembre 2026 · Criteri in fase di validazione

1. Obiettivo e decisioni progettuali

Valutare la presenza di PFAS nelle foglie della vegetazione già presente nell'area candidata TDE, come indicatore biologico integrato di esposizione. Non si allestiscono orti sentinella. La selezione delle specie e i campionamenti saranno definiti alla chiusura del protocollo generale.

Decisione: nessuna soglia unica di accettazione/esclusione per foglie di specie diverse. Risultati da interpretare attraverso letteratura europea, profili dei singoli composti, specie, condizioni ecologiche e coerenza con acque e lombrichi. PFAS nel suolo non previsti per il controllo ordinario TDE.

2. Evidenze numeriche europee

Studio / ambiente	Specie o matrice	Risultati	Base
Austria, 2025, due parchi nazionali	Piante spontanee	PFBA media geometrica ~0,60 µg/kg; PFOS ~0,060 µg/kg; massimi individuali PFBA ~15, PFOA ~0,50, PFOS ~0,40 µg/kg	Sostanza secca
Germania, 2023, sito contaminato	Salice bianco; pioppo nero; ontano nero	Σ23 PFAS: intervalli 0–1.800; 6,7–32; 0–13 µg/kg, rispettivamente	Base non specificata nell'abstract: verificare nel testo integrale
Svezia, 2017, sito antincendio	Betulla; abete; felce; egopodio; pado	Massimi Σ26 PFAS: 97; 94; 6,9; 23; 21 µg/kg, rispettivamente	Peso fresco

Non confrontare direttamente la somma di 23 o 26 PFAS con il singolo PFOS/PFOA oppure con la somma dei quattro PFAS alimentari; né confrontare peso fresco e secco senza determinazione dell'umidità. Le concentrazioni di siti contaminati non costituiscono valori di fondo.

3. Interpretazione scientifica

- Le specie differiscono per consumo idrico, architettura radicale, traslocazione e processi fogliari: un salice non è direttamente confrontabile con una quercia o un nocciolo.
- Nei tessuti vegetali sono spesso relativamente rappresentati i PFAS a catena corta; la composizione della foglia può seguire quella dell'acqua disponibile più che quella del suolo totale.

- I dati dei parchi austriaci indicano presenza diffusa di PFAS anche in ambienti protetti; il valore rilevato non è automaticamente sinonimo di pressione locale elevata.
- Si conserva il dettaglio di ogni analita e dei rispettivi LOQ: ΣPFAS dipende dal pannello analitico e dalla gestione dei non quantificati.
- Le concentrazioni fogliari descrivono una matrice biologica, non equivalgono ai limiti massimi UE per uova, pesce o altri alimenti.

4. Principio di valutazione TDE

Concentrazioni inferiori ai LOQ: indicazione favorevole, nei limiti della sensibilità analitica. Presenze quantificate: confronto con studi relativi a specie e matrice comparabili. Risultati anomali: interpretazione integrata con acque, lombrichi e contesto ambientale; eventuale conferma analitica prima di formulare giudizi sfavorevoli. Nessuna esclusione automatica fondata esclusivamente su questa matrice.

5. Questioni ancora aperte

Specie rappresentative, parte vegetale e base di espressione, pannello PFAS, LOQ richiesti e criteri di confronto fra studi devono essere specificati nel piano operativo di campionamento. Il criterio rimane soggetto a validazione.

Bibliografia e fonti verificate

1. Weinbauer H., Mann O., Hornek-Gausterer R. (2025). Impact of per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS) in wild plants, soil and water in two Austrian national parks. Science of the Total Environment 999, 180346.

DOI / URL: https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2025.180346

2. Würth A., Mechler M., Menberg K., et al. (2023). Phytoscreening for Per- and Polyfluoroalkyl Substances at a Contaminated Site in Germany. Environmental Science & Technology 57, 4122–4132.

DOI / URL: https://doi.org/10.1021/acs.est.2c04519

3. Gobelius L., Lewis J., Ahrens L. (2017). Plant Uptake of Per- and Polyfluoroalkyl Substances at a Contaminated Fire Training Facility to Evaluate the Phytoremediation Potential of Various Plant Species. Environmental Science & Technology 51, 12602–12610.

DOI / URL: https://doi.org/10.1021/acs.est.7b02926

4. Groffen T., Prinsen E., Devos Stoffels O.-A., et al. (2023). PFAS accumulation in several terrestrial plant and invertebrate species reveals species-specific differences. Environmental Science and Pollution Research 30, 23820–23835.

DOI / URL: https://doi.org/10.1007/s11356-022-23799-8

Coordinamento delle soglie. La soglia PFAS delle acque (Σ20: <20 / 20–50 / >50 ng/L) e quella del TFA (µg/L) non si trasferiscono alle foglie. Per i PFAS fogliari il giudizio resta specie-specifico e integrato con acque e lombrichi, senza nuova soglia generale.