

COPERNICUS A SUPPORTO DELLA DIRETTIVA HABITAT

NONOSTANTE LA RACCOLTA DEI DATI SATELLITARI PER IL MONITORAGGIO E LA TUTELA DELLA BIODIVERSITÀ SIA ANCORA ALL'INIZIO, È STATA COMUNQUE TRACCIATA LA STRADA DA PERCORRERE PER AFFRONTARE UN TEMA COMPLESSO DA CUI DIPENDONO IMPORTANTI DINAMICHE AMBIENTALI PER UNA GESTIONE EFFICACE DEL TERRITORIO.

La perdita di biodiversità è riconosciuta come un'emergenza ambientale globale, che si ripercuote anche sulla salute umana (Rockström et al, 2009), e a cui il mondo della ricerca scientifica e dei decisori politici deve rispondere in modo unitario. Parlare di biodiversità in Europa significa parlare delle direttive Natura e del contributo della loro applicazione per fermare la perdita di biodiversità e delle risorse naturali a essa connesse. In particolare, la direttiva Habitat (92/43/CEE) è uno strumento nodale: rappresenta un elemento di valutazione per le politiche europee legate al *green deal* ed è uno strumento diretto della *Strategia sulla biodiversità al 2030*. Al contempo, gli esiti delle valutazioni e delle azioni intraprese nell'ambito della direttiva hanno ricadute pratiche su altre politiche nazionali e paneuropee, in termini di condizionalità o valutazioni interconnesse (figura 1). È evidente quanto sia necessario che i dati derivanti dalla sua piena implementazione siano esatti, coerenti e affidabili.

La direttiva Habitat richiede agli Stati membri di monitorare e riferire ogni 6 anni sullo stato di conservazione degli habitat e delle specie di interesse comunitario, fornendo chiare indicazioni sulla metodologia da applicare. I parametri sono condivisi a livello dell'Unione europea in modo che i dati provenienti dai monitoraggi nazionali possano essere aggregati al livello biogeografico.

Per quanto riguarda i tipi di habitat, i parametri richiesti per la valutazione del loro stato di conservazione sono "distribuzione", "area" e "struttura e funzioni", informazioni che traggono evidente beneficio dall'integrazione dei dati da osservazione della Terra e in particolare dai prodotti del programma Copernicus.

Gli habitat possono essere descritti come finestre mobili che intercettano la



FIG. 1 DIRETTIVA HABITAT

I livelli delle politiche comunitarie interconnesse con la direttiva Habitat.

continuità della complessità ecologica. Abbiamo bisogno di parametri quantitativi e soglie discrete, ma dobbiamo misurare questa continuità di fondo. Se da un lato abbiamo bisogno di dati empirici *in situ*, abbiamo anche bisogno di acquisire informazioni e dati su questa continuità, che può essere registrata automaticamente da sensori remoti senza ulteriori costi.

Le nuove tecnologie, come quelle messe a disposizione dal programma Copernicus in Europa, e le iniziative regolamentali come la direttiva sul riuso dei dati (direttiva 2019/1024/UE) rappresentano un'opportunità, mettendo a disposizione gratuitamente i dati derivanti dall'osservazione della Terra, esortando alla condivisione dei dati e ampliando le possibilità di collaborazione tra il mondo scientifico e quello istituzionale per la realizzazione di politiche informate dalla conoscenza.

La grande innovazione legata alla disponibilità dei dati acquisiti da remoto con elevata frequenza e dettaglio spaziale si rivela nella pratica legata alla descrizione del territorio, consentendo analisi semi-automatiche e letture esperte dei cambiamenti nel tempo e nello spazio sia della distribuzione spaziale sia della funzionalità ecologica degli ecosistemi. Ma se su alcuni settori i prodotti Copernicus sono già ampiamente utilizzati anche in modo coordinato

in specifici progetti tra i diversi Paesi membri, per la biodiversità il lavoro è agli esordi ed è necessario lo sviluppo di iniziative concrete e coordinate.

In Ispra, nell'ambito di un progetto di ricerca che ha beneficiato della collaborazione di accademie nazionali ed europee e ha utilizzato con sinergia i risultati derivati da altre iniziative programmatiche, incluso un progetto operativo istituzionale tra l'Ispra e l'Agenzia spaziale italiana (Asi) sull'*habitat mapping*, è stato sviluppato un sistema di elaborazione che integra dati a terra e da remoto, evidenziando le possibili applicazioni per una mappatura dinamica a supporto di analisi dei trend negli habitat, in particolare per gli habitat in allegato I della direttiva (European Commission, 2013) all'interno di un servizio unico nazionale di *Land use e Land cover*.

Il primo passo è stata una ricognizione per la selezione dei layer utili disponibili nel *Copernicus Land Service*. Questa operazione, eseguita per ogni habitat o macro-habitat, è stata svolta in stretta collaborazione tra diversi esperti bioinformatici, ecologi e di osservazione della Terra. È stata quindi implementata una procedura attraverso un sistema informativo esperto che integra i dati di osservazione da satellite con punti di rilevamento a terra vegetazionale.

I rilievi di vegetazione sono qui classificati in modo semi-automatico per ottenere delle unità vegetazionali oggettive, facendo riferimento ai protocolli di analisi sviluppati a livello europeo nei progetti legati agli archivi dello *European Vegetation Archive* (Chytrý et al. 2020).

I dati del *Copernicus Land Service* sono stati ottenuti tramite portale ufficiale Eea e ricalibrati nei valori di soglia; lo stesso vale per le immagini spettrali dal portale Copernicus, che sono state sottoposte a co-registrazione spaziale e rimozione di artefatti (figura 2)

Le variabili di risposta vengono utilizzate in parte per le mappe di idoneità ottenute con tecniche di *machine learning* e in parte entrano direttamente nell'algoritmo di classificazione, un classificatore iterativo non parametrico di tipo *Random Forests* (Breiman 2001), insieme a mappe di idoneità e immagini spettrali.

L'output viene poi raffinato attraverso il terzo set di variabili di risposta per ottenere le mappe predittive finali.

Applicato alla scala di macrohabitat con estensione areale, come gli habitat forestali, l'algoritmo scelto permette di modellizzare contemporaneamente tutte le mappe di idoneità, scegliendo direttamente la probabilità più alta tra tutti gli habitat elaborati (figura 3).

Tali risultati sono di estremo interesse ad esempio nell'ambito di piani di monitoraggio della biodiversità, che prevedono approcci al campionamento statistico. In questo caso l'affinamento delle mappe di idoneità ottimizza lo sforzo di campionamento a terra, ottenendo un risparmio sulle risorse impiegate e aumentando la sostenibilità dell'approccio. La mancanza di dati, la descrizione della continuità e complessità ecologica, il rilevamento delle tendenze evolutive degli habitat o degli impatti agenti, sono criticità che possono trarre vantaggio dall'integrazione dei dati da osservazione della Terra con sistemi di classificazione automatici o semi-automatici esperti, accanto alle tradizionali indagini e valutazioni. La multidisciplinarietà innovativa è necessaria per poter affrontare la complessità della biodiversità e ottenere dati certi e affidabili che consentano una conoscenza accurata delle dinamiche ambientali, premessa indispensabile a una gestione efficace del territorio.

Laura Casella¹, Emiliano Agrillo¹, Federico Filipponi¹, Alice Pezzarossa¹, Andrea Taramelli^{1,2}

1. Ispra
2. Istituto universitario di studi superiori di Pavia (Iuss)

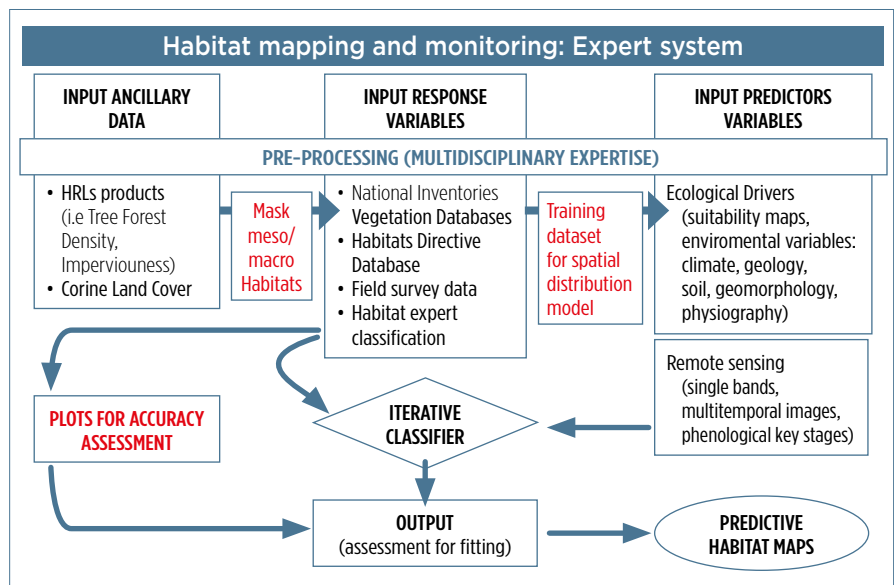


FIG. 2 MONITORAGGIO HABITAT
Sistema esperto per la produzione di mappe probabilistiche a supporto del monitoraggio degli habitat.

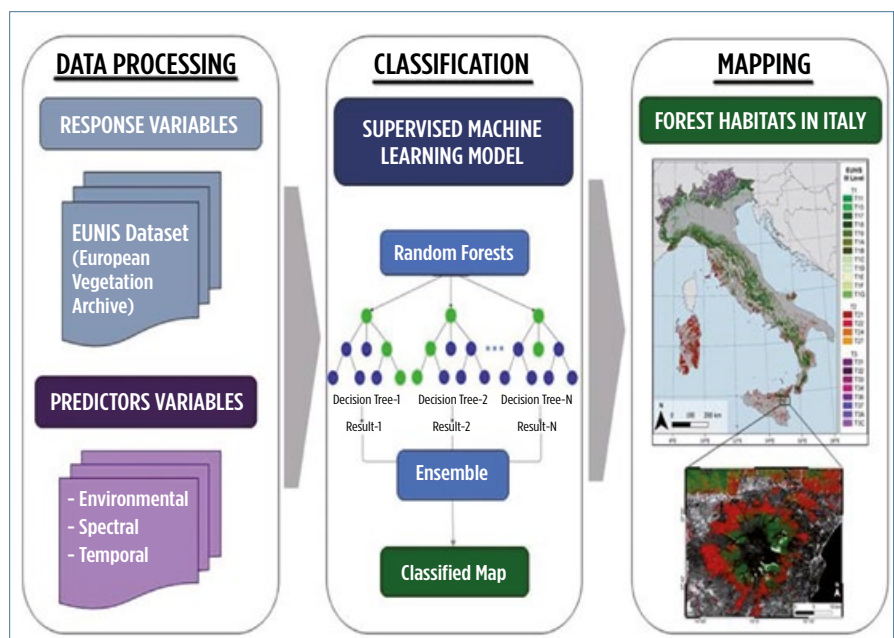


FIG. 3 CLASSIFICAZIONE DEGLI HABITAT
Schema semplificato della classificazione degli habitat (modificato da: Agrillo et al., 2021).

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Agrillo E., Filipponi F., Pezzarossa A., Casella L., Smiraglia D., Orasi A., Taramelli A., 2021, "Earth observation and biodiversity big data for forest habitat types classification and mapping", *Remote Sensing*, 13(7), 1231.

Breiman L., 2001 "Random Forests", *Machine Learning*, 45,5-32, 2001, <https://doi.org/10.1023/A:1010933404324>.

Chytrý M., Tichý L., Hennekens S.M., Knollová I., Janssen J.A., Rodwell J.S., Schaminée J.H., 2020, "Eunis Habitat Classification: Expert system, characteristic species combinations and distribution maps of European habitats", *Applied Vegetation Science*, 23(4), 648-675.

European Commission, 2013, *Interpretation Manual of European Union Habitats - EUR28*, Nature ENV B.3. DG Environment.

Rockström J., Steffen W., Noone K., Persson Å., Chapin III F.S., Lambin E., Foley J., 2009, "Planetary boundaries: exploring the safe operating space for humanity", *Ecology and society*, 14(2).