



Paesaggio lagunare in Camargue, Francia.

Uno sguardo dal cielo

La salute degli ecosistemi è fondamentale per il sostentamento degli esseri umani. Negli ultimi decenni, l'aumento della pressione antropica ne ha però alterato le funzioni al punto tale da compromettere il loro funzionamento, inclusi i servizi essenziali per il benessere della specie umana e la regolazione del clima a livello locale e regionale. Per fermare questa tendenza sono necessarie politiche di conservazione, gestione e ripristino degli ecosistemi naturali basate sullo studio dello stato attuale e futuro degli ecosistemi e dei cambiamenti in atto. Dallo Sputnik ai satelliti Sentinel Europei, passando per l'immagine simbolo dello "Earthrise" scattata dall'Apollo 8 cinquant'anni fa, la nostra capacità di monitorare e osservare il pianeta dallo spazio è aumentata esponenzialmente, consentendoci di acquisire una grande quantità di informazioni sugli ecosistemi sia a livello locale che globale.

Il progetto di ricerca europeo ECO POTENTIAL usa i dati di osservazione della Terra, oggi disponibili a risoluzioni e frequenze inimmaginabili fino a pochi anni fa, per monitorare, comprendere e prevedere



i cambiamenti degli ecosistemi in una serie di aree protette riconosciute a livello internazionale in Europa e nel mondo, con lo scopo di fornire le conoscenze necessarie per la loro gestione e

conservazione. I 47 partner di ECO POTENTIAL studiano i cambiamenti degli ecosistemi naturali a livello continentale, ma anche specifiche sfide di

conservazione correlate a problemi concreti in ciascuna delle aree protette del progetto, tenendo presente che gli ecosistemi costituiscono "un unico sistema fisico" con il loro ambiente, con forti interazioni su più scale spaziali e temporali. Questa mostra illustra come i dati satellitari, i dati di campo e le analisi quantitative vengono utilizzati per affrontare i problemi più urgenti che interessano gli ecosistemi naturali nelle aree protette coinvolte nel progetto, in collaborazione con i loro gestori.

ECO POTENTIAL ha forti legami con molti altri programmi di ricerca internazionali, come l'iniziativa GEO Global Ecosystem (GEO ECO), l'European Long-Term Ecological Research Network (eLTER), il GEO Biodiversity Observation Network (GEO BON) e l'infrastruttura di ricerca europea LifeWatch. Tutti i dati, i risultati dei modelli di calcolo e le conoscenze sviluppate saranno resi disponibili liberamente e contribuiranno al Global Earth Observation System of Systems (GEOSS). In questo modo, scienziati, gestori di aree protette e cittadini i potranno beneficiare dei risultati di ECO POTENTIAL.

I Laghi Trebecchi visti dal sentiero per il Col du Leynir - Parco nazionale del Gran Paradiso, Italia.



La vegetazione arbustiva cresce nel Makhtesh Katan (il piccolo cratere) nel deserto del Negev, Israele.



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 641762



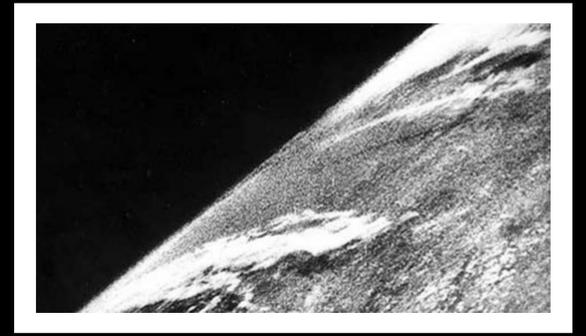
Nuove prospettive dallo spazio

Nel 1946 la Terra si è fatta il suo primo "selfie". Una macchina fotografica è stata montata su un razzo tedesco nel Nuovo Messico (USA), lanciato 100 km nello spazio prima di tornare con lo scatto. Da allora, la tecnologia di telerilevamento satellitare ha fatto passi da gigante. I satelliti attuali ospitano a bordo sensori di elevatissima sensibilità e precisione, e forniscono costantemente nuove e preziose informazioni sul nostro Pianeta. La disponibilità di serie temporali satellitari è complementare alle misurazioni di campo e ci permette di comprendere i cambiamenti su larga scala nel nostro ambiente e come proteggerlo al meglio.

I satelliti di osservazione della Terra registrano l'energia elettromagnetica riflessa o emessa dalla superficie terrestre, catturando non solo la parte visibile all'occhio umano (luce visibile), ma anche altre lunghezze d'onda come l'infrarosso, comprese la radiazione termica e le microonde.

Questo ci permette di monitorare la superficie terrestre con un livello di dettaglio mai raggiunto finora, e distinguere tra superfici diverse per come riflettono o assorbono la radiazione solare.

Satelliti diversi forniscono dati con diverse risoluzioni spaziali e temporali. Le previsioni meteorologiche richiedono dati frequenti, mentre il monitoraggio dei cambiamenti nell'agricoltura o nella vegetazione richiede immagini settimanali, mensili o annuali. Le risoluzioni spaziali variano da meno di un metro a pochi chilometri, consentendo di raccogliere informazioni a scala locale e a globale. La disponibilità di sensori caratterizzati da una vasta gamma di risoluzioni spettrali, spaziali e temporali offre nuove prospettive nel monitoraggio della superficie terrestre.



Prima foto dallo spazio. © Laboratorio di Fisica Applicata della Gamma dei Missili di Sabbie Bianche.

Alcuni dei satelliti usati in ECOPOTENTIAL

I ricercatori di ECOPOTENTIAL usano in particolare alcuni tra i tanti satelliti dedicati all'osservazione della Terra. Tra questi, i due satelliti europei gemelli Sentinel 2A e 2B. Dai loro dati si ricavano informazioni quantitative sulla deforestazione, sullo stato delle colture, sullo scioglimento dei ghiacciai o delle nevi e altri ancora. I due Sentinel possono catturare immagini della stessa posizione sulla Terra ogni cinque giorni (o meno, a seconda della latitudine), a risoluzioni spaziali che vanno dai 10 ai 20 metri, e garantire continuità ai dati acquisiti in passato, come ad esempio agli archivi NASA Landsat. Avere accesso a dati ambientali a lungo termine permette di individuare cambiamenti e tendenze utili per prevedere nuovi scenari.

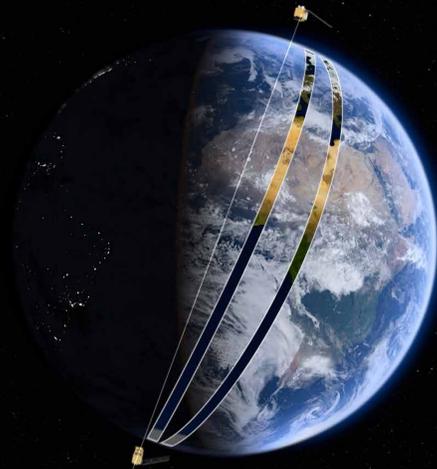
Sentinel 3A si concentra sull'osservazione meteorologica e degli oceani, compresi i ghiacci marini, la temperatura e la qualità delle acque. Dispone di una serie di strumenti, tra cui un altimetro radar, e fornirà continuità ad altri satelliti come ERS, Envisat e SPOT. La famiglia Sentinel è stata creata dall'Agenzia Spaziale Europea per il grande programma di osservazione della Terra Copernicus, che comprende anche altre missioni future. Sentinel-4 e Sentinel-5 forniranno dati per monitorare la composizione atmosferica dalle orbite geostazionarie e polari. Oltre ai sensori ottici, i sensori radar Sentinel-1 forniscono immagini sia di giorno che di notte e in tutte le condizioni meteorologiche.



Sentinel 3A. ©ESA/ATG medialab



Sentinel 2A è stato lanciato il 23 giugno 2015 e Sentinel 2B è stato lanciato il 7 marzo 2017. Insieme monitorano i cambiamenti nella copertura terrestre con dettagli senza precedenti. ESA/ATG medialab.



I due satelliti contrapposti Sentinel 2A e 2B. ESA/ATG medialab.



Sentinel 2B. ©ESA/ATG medialab

Sentinel 2A. © ESA/ATG medialab





Il ghiaccio artico sta diminuendo rapidamente. Anche nelle isole Svalbard il fronte marino di molti ghiacciai si sta ritirando o addirittura è già scomparso, causando la diminuzione di cibo per gli uccelli acquatici, che usano questo habitat di passaggio, torbido e turbolento, per cacciare le loro prede. (Fronte marino del ghiacciaio Blomstrandbreen, Kongsforden, isola di Spitzbergen, NO)

Come cambiano gli ecosistemi

La Terra è, da sempre, in continua evoluzione: cambiano i continenti, gli oceani, l'atmosfera, il clima; nuove specie si evolvono, altre si estinguono. Gli ecosistemi sono sempre cambiati: mai però così velocemente come negli ultimi due secoli, a causa del cambiamento del clima e dell'aumento esponenziale dello sfruttamento delle risorse naturali. L'intensificazione dell'uso del suolo, l'inquinamento e i cambiamenti climatici di origine antropica hanno ridotto l'habitat di molte specie, a volte mettendone a rischio la sopravvivenza, a volte costringendole a spostamenti in aree più idonee, ad es. verso quote più alte, con conseguenze complesse sulle comunità biotiche. Questi cambiamenti hanno effetti sia sulla conservazione della biodiversità e degli ecosistemi sia su settori economici come l'agricoltura, la silvicoltura e la pesca.

L'intensità degli effetti del cambiamento del clima è maggiore in alcune regioni e in alcuni ecosistemi particolarmente vulnerabili, come il Mediterraneo, le montagne (e le Alpi in particolare) e l'Artico. In montagna e in Artico le temperature si stanno innalzando a una velocità superiore (almeno doppia) rispetto alla media, modificando l'inizio e la durata delle stagioni, portando a una diminuzione delle precipitazioni nevose e dell'estensione e durata del manto nevoso, facendo ridurre drasticamente i ghiacciai. Tutto questo porta a modifiche sul regime dei fiumi, impatti sul ciclo vitale delle specie, e alterazione degli ecosistemi attraverso modifiche della catena alimentare, della presenza di specie invasive, di nuove patologie o parassiti.



Le scogliere mesofotiche del Mediterraneo sono habitat unici che ospitano una grande varietà di specie. Le facies a gorgonie, un corallo tipico del Mediterraneo, crescono lentamente, vengono danneggiate irreversibilmente dalla pesca a strascico (vietata sugli habitat corallini e nelle zone marine protette) e subiscono l'innalzamento della temperatura marina. Qui vediamo un gruppo di Eunicella cavolini, comunemente conosciuta come gorgonia gialla, che cresce a 50 m profondità nel Golfo di Corinto (GR).



Il cambiamento del clima porterà a un aumento degli eventi estremi come la siccità. La foto è stata scattata nel Parco Nazionale di Kruger, in Sud Africa, al termine di un periodo particolarmente siccitoso nel 2016.

Nell'area mediterranea sono attesi una forte diminuzione delle precipitazioni e un aumento delle temperature, che causeranno maggiore siccità, un aumento delle aree incendiate, e allo stesso tempo un aumento del livello del mare, con la conseguente colonizzazione dei nuovi habitat disponibili da parte di specie diverse, ma soprattutto la scomparsa di specie più fragili, come i coralli, e delle specie endemiche a distribuzione geografica ridotta.

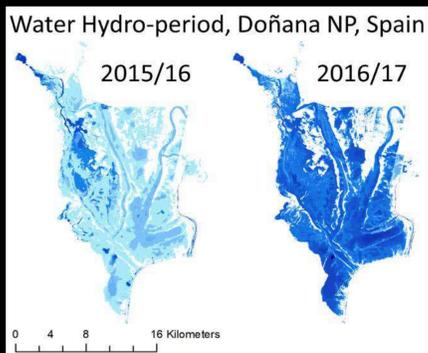
Previsioni future, condotte combinando modelli climatici ed ecologici, correlano l'aumento delle temperature con la probabilità di estinzione e con i cambiamenti nella struttura degli ecosistemi, come ad esempio nella produttività primaria (la produzione di materia organica attraverso la fotosintesi), nel ciclo dei nutrienti (fosforo e azoto) o nel ciclo del carbonio.

Anche le dinamiche sociali ed economiche hanno un forte impatto sugli ecosistemi: l'incremento dello sfruttamento del suolo e dell'inquinamento sta restringendo gli habitat e contribuendo alla perdita di biodiversità. L'abbandono delle zone rurali remote sta provocando altre trasformazioni, come la chiusura da parte del bosco di di ambienti ricchi di biodiversità, che sopravvivevano grazie all'intervento millenario dell'uomo a cui le specie sono ormai adattate.

C'è ancora incertezza sull'intensità e velocità con cui i cambiamenti in atto avranno effetto sulla biodiversità e sugli ecosistemi, e sull'irreversibilità di questi processi. La ricerca scientifica lavora per contribuire alla conservazione degli ecosistemi naturali e dei benefici essenziali che la natura ci offre.

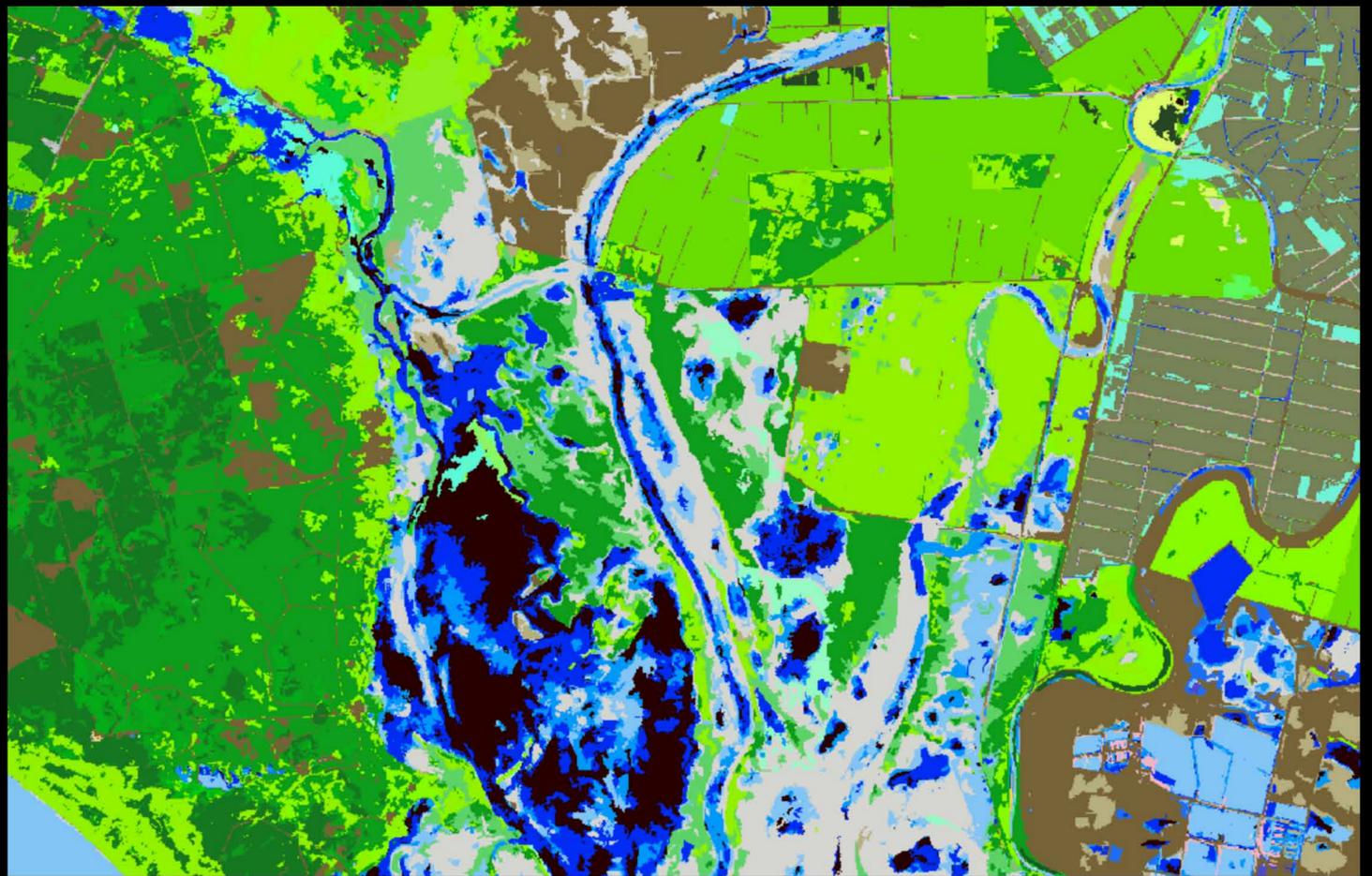


L'abbandono dei pascoli alpini favorisce la ricrescita degli alberi che chiudono gli spazi aperti, con conseguente perdita di biodiversità. Valle di Noaschetta, Parco Nazionale del Gran Paradiso (IT).

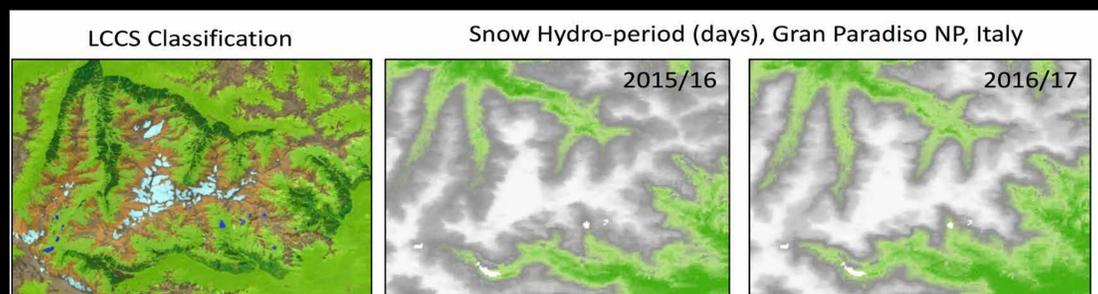


L'idroperiodo rappresenta il numero di giorni in un anno in cui il suolo è ricoperto da acqua, e dipende dalla durata, frequenza, profondità e stagionalità delle piene. È usato per valutare la disponibilità di acqua nelle aree umide, che sostengono popolazioni di uccelli, la piscicoltura o specifiche produzioni agricole. L'idroperiodo può essere stimato con dati satellitari nel visibile e nel vicino infrarosso. Qui sopra si vedono due mappe di durata dell'idroperiodo per una zona umida (Doñana, Spagna) generate dall'analisi di serie temporali di immagini dai satelliti Sentinel-2A e Landsat per gli anni 2015-2016 e 2016-2017. Mappe elaborate da dati e prodotti dei partner di ECOPOTENTIAL.

Questa mappa sulla destra raffigura l'area del parco nazionale di Doñana, in Spagna, e riporta una sintesi dell'analisi dei cambiamenti avvenuti nella copertura del suolo, nell'estensione delle aree inondate dall'acqua e nell'idroperiodo, ricavata dall'analisi di serie temporali di dati satellitari Sentinel-2. Mappe elaborate da dati e prodotti dei partner di ECOPOTENTIAL.



I cambiamenti visti da satellite



Da sinistra a destra: Figura a) Mappa di copertura del suolo ottenuta dalla classificazione di immagini Sentinel-2A. Figure b-c: Mappe di copertura nevosa annuale (espressa in numero di giorni per anno) ottenute dall'analisi di serie temporali di immagini Sentinel-2A relative ai periodi 2015-2016 e 2016-2017 Parco Nazionale del Gran Paradiso (IT). Mappe elaborate da dati e prodotti dei partner di ECOPOTENTIAL.

I satelliti per l'osservazione della Terra acquisiscono immagini della superficie terrestre in vari intervalli di lunghezza d'onda (bande) dello spettro elettromagnetico, a seconda dei sensori che ospitano a bordo. I satelliti in orbita "polare eliosincrona", ovvero lungo traiettorie passanti per i poli, sorvolano la superficie terrestre sempre alla "stessa ora solare": disporre di condizioni di luce identiche è fondamentale per confrontare sul lungo periodo una stessa area.

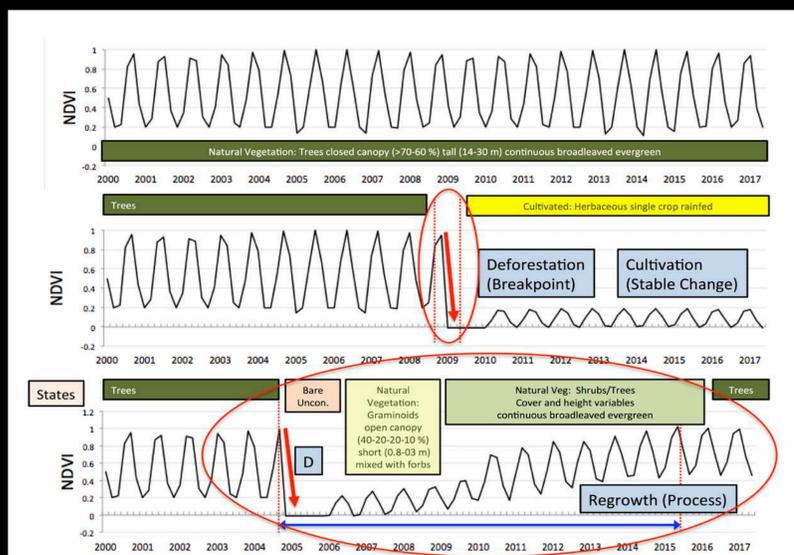
Analizzando le immagini telerilevate da satellite è possibile estrarre i cambiamenti avvenuti in un dato intervallo di tempo in una certa area (scena). Si usano algoritmi molto complessi, che permettono anche di correggere alcuni effetti indesiderati, come l'effetto dell'atmosfera, la presenza di rilievi orografici, la copertura nuvolosa, che crea ombra a terra, e l'allineamento spaziale tra "scene" contigue.

La scelta del metodo di individuazione dei cambiamenti (change detection) e il tipo di dato satellitare da considerare dipendono dallo scopo dell'analisi:

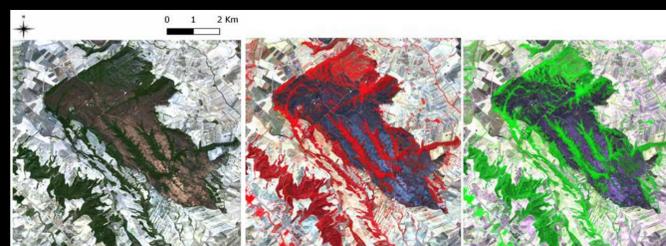
- L'analisi di fenomeni i cui effetti si propagano per tempi lunghi (es., le variazioni nella estensione o nello stato della vegetazione, nella concentrazione di clorofilla marina, nella temperatura della superficie marina o terrestre; gli effetti dovuti agli incendi; etc.) viene condotta utilizzando serie temporali di immagini entro un anno o tra più anni diversi;
 - Per analizzare cambiamenti tra due momenti precisi (es., pre e post evento) è possibile adottare metodologie diverse per il confronto tra due scene relative a due istanti temporali precisi T1 e T2, con T2 > T1.
- Nell'analisi di una serie temporale di immagini, si rileva in una serie di scene come cambia il segnale (o un insieme di segnali) registrato in un dato punto nel corso del tempo, evidenziando punti di discontinuità dovuti al verificarsi di un cambiamento.

Nel confronto tra due scene relative a due precisi istanti temporali, a seconda dei dati a disposizione, è possibile confrontare due mappe (es. di "copertura del suolo" o di variabili bio-geo-fisiche stimate da dati satellitari). Fondamentale rimane il lavoro di validazione delle mappe di cambiamento mediante le misure a terra, necessario per definirne l'accuratezza e correlare con una data affidabilità il cambiamento rilevato dall'elaborazione dei dati satellitari con l'evento che si vuole monitorare.

Questi grafici rappresentano tre casi di andamento temporale dell'indice NDVI (Indice Differenziale di Vegetazione Normalizzato), che è un indicatore dello stato e della copertura della vegetazione misurabile da sensori satellitari nel visibile e vicino infrarosso, per una foresta di latifoglie sempreverde. Grafico superiore: l'andamento tipico di una serie temporale dell'Indice NDVI in assenza di cambiamenti. Grafico centrale e grafico inferiore: gli andamenti dell'NDVI nel caso di cambiamento stabile (es. in cui l'area venga destinata ad uso agricolo) oppure in caso di ricrescita, come, ad esempio, accade se in seguito alla deforestazione avvengono processi di rigenerazione naturale spontanea (grafico inferiore). Grafici elaborati da dati e prodotti dei partner di ECOPOTENTIAL.



06/08/2017. Murgia Alta, "Bosco Difesa Grande". Immagine Sentinel-2-A pre incendio del 12/08/2017



16/08/2017. Murgia Alta, "Bosco Difesa Grande". Immagine Sentinel-2-A post incendio del 12/08/2017

Nell'esempio qui sopra (bosco incendiato nel Parco Nazionale dell'Alta Murgia, in Puglia) è possibile cogliere, dal confronto tra due immagini acquisite dal satellite Sentinel-2A prima e dopo l'incendio, i cambiamenti nella copertura del suolo. L'integrazione dell'informazione contenuta nel segnale ricevuto nelle bande del visibile e del vicino e medio infrarosso permette di coglierne meglio dettagli e proprietà (immagine elaborata dall'Istituto per l'Inquinamento Atmosferico del CNR per ECOPOTENTIAL).



© Peter Buss



© Etienne Le Fou

Gli elefanti sono una delle specie più carismatiche nel Parco nazionale Kruger, e svolgono un ruolo importante nella regolazione dell'ecosistema. Negli ultimi anni, il numero di elefanti nel parco è aumentato.

Parco nazionale Kruger

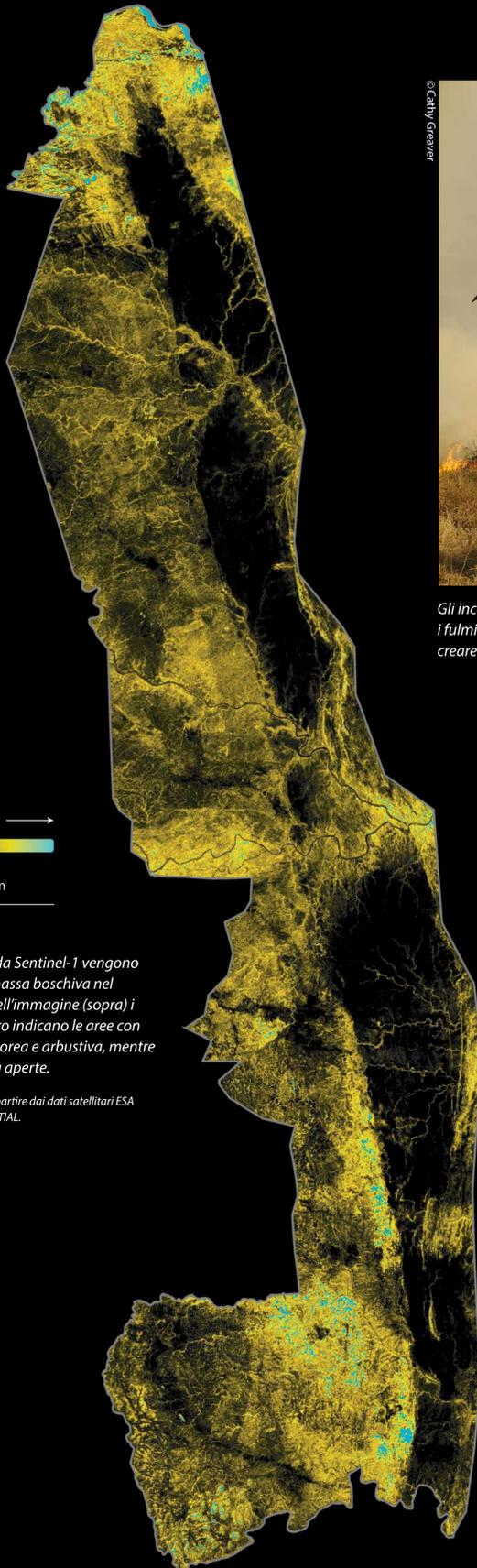
SUDAFRICA

Il Parco nazionale Kruger si trova nel Sudafrica nord-orientale; è il più grande parco nazionale del Paese e richiama oltre 1,8 milioni di turisti all'anno. Si estende su quasi 2 milioni di ettari (circa le stesse dimensioni del Galles) e ha un'impressionante diversità di alberi, uccelli, insetti e mammiferi, inclusi i famosi "Big five": l'elefante, il leone, il rinoceronte, il bufalo e il leopardo.

Il Parco nazionale Kruger è una savana, caratterizzata da una mescolanza di aree aperte e zone alberate, nessuna delle quali riesce mai a prevalere sull'altra. Siccità, incendi ed erbivori (in particolare elefanti) sono il modo attraverso cui la natura mantiene questo mosaico di alberi e prati.

Nonostante il parco sia ancora un paesaggio naturale intatto, necessita di essere gestito. I gestori del parco controllano il regime degli incendi, gestiscono le riserve idriche e le recinzioni, che influenzano le popolazioni e gli spostamenti degli erbivori. La gestione, tuttavia, dovrebbe prestare attenzione a non fornire un vantaggio competitivo agli alberi o alle praterie, dato che è questo mosaico che assicura la diversità del parco in termini di piante e animali.

Allo scopo di monitorare la situazione su milioni di ettari, ECO-POTENTIAL utilizza le osservazioni della Terra come un "occhio nel cielo". Attraverso la mappatura e il monitoraggio delle zone aperte e di quelle alberate, queste tecnologie aiutano i ricercatori a capire i cambiamenti nel tempo e a restituire questa informazione ai gestori del parco.



biomassa forestale →
30 km

Le informazioni acquisite da Sentinel-1 vengono usate per misurare la biomassa boschiva nel Parco nazionale Kruger. Nell'immagine (sopra) i colori giallo, verde e azzurro indicano le aree con maggiore vegetazione arborea e arbustiva, mentre il nero identifica le aree più aperte.

Modellizzazione della biomassa a partire dai dati satellitari ESA (Sentinel-1) da CSIR per ECO-POTENTIAL.



© Izak Smit

Gli emblematici alberi di baobab si trovano nel nord del Parco nazionale Kruger.



© Cathy Greaver

Le dimensioni del Parco nazionale Kruger garantiscono molti processi naturali come la predazione e la necrofagia.



© Cathy Greaver

Gli incendi boschivi sono comuni nelle savane. Sia i fulmini che gli incendi gestiti contribuiscono a creare un mosaico di aree bruciate e non bruciate.



© Izak Smit

Il mosaico di aree aperte e alberate crea habitat per specie con differenti esigenze. Per esempio, i ghepardi per cacciare preferiscono per lo più habitat aperti.



Questo progetto è finanziato dall'Unione Europea



©Ruben Rodriguez Olivares/EBD-CSIC



Doñana è fondamentale per il mantenimento di molte popolazioni di uccelli di elevato valore culturale che migrano attraverso la regione del Paleartico occidentale. Doñana attrae ornitologi e altri ecoturisti da tutta Europa e dal resto del mondo.

Parco nazionale Doñana

SPAGNA

Il Parco nazionale di Doñana, posto nel delta del fiume Guadalquivir (sud-ovest della Spagna), include una delle più grandi zone umide dell'Europa occidentale. Con oltre 110.000 ettari di dune, paludi, stagni temporanei, macchia mediterranea e foreste di pini, il parco ospita oltre 200 specie di piante e animali endemiche e in via di estinzione, molte delle quali sono associate ai suoi habitat acquatici. Ogni anno vi vengono avvistati oltre 300 diverse specie di uccelli, tra cui oltre 100 specie che dipendono direttamente dalle zone umide.

Questa forte varietà di uccelli acquatici è il risultato della diversità di habitat e delle trasformazioni del territorio che hanno luogo a Doñana. La grandezza e la profondità delle zone umide mutano molto da un anno all'altro al variare delle precipitazioni. L'inondazione delle zone umide parte da settembre. A fine primavera, il livello idrico viene determinato dall'evapotraspirazione, e la maggioranza delle paludi diventano del tutto asciutte per la fine di luglio. Le diverse profondità d'acqua, la durata delle inondazioni, la composizione chimica, la vegetazione e i tipi di terreno creano flora e fauna molto diverse e scenari che attirano gli uccelli acquatici e i turisti.



©Eloy Revilla

Zone paludose e vacca Marismeña, Riserva Biologica di Doñana, Almonte, Huelva. Questa razza altamente polimorfa è all'origine di diverse razze americane, tra cui il Longhorn del Texas.

Il progetto ECOPOTENTIAL unisce i dati tipici di monitoraggio degli uccelli con le osservazioni della Terra per capire meglio come la presenza di uccelli è correlata alle qualità delle zone umide. I ricercatori registrano le variazioni annuali e stagionali delle inondazioni e i loro mutamenti. Le immagini satellitari, correttamente interpretate grazie alla validazione con dati sul campo, sono usate per la gestione delle aree umide e per aiutare a tutelare le specie in via di estinzione. Le modifiche nella struttura delle zone umide per processi come la sedimentazione o le variazioni del regime alluvionale vengono valutate per stimare gli impatti futuri dei mutamenti climatici e gli effetti dell'implementazione di varie opzioni di gestione.

©Ruben Rodriguez Olivares/EBD-CSIC

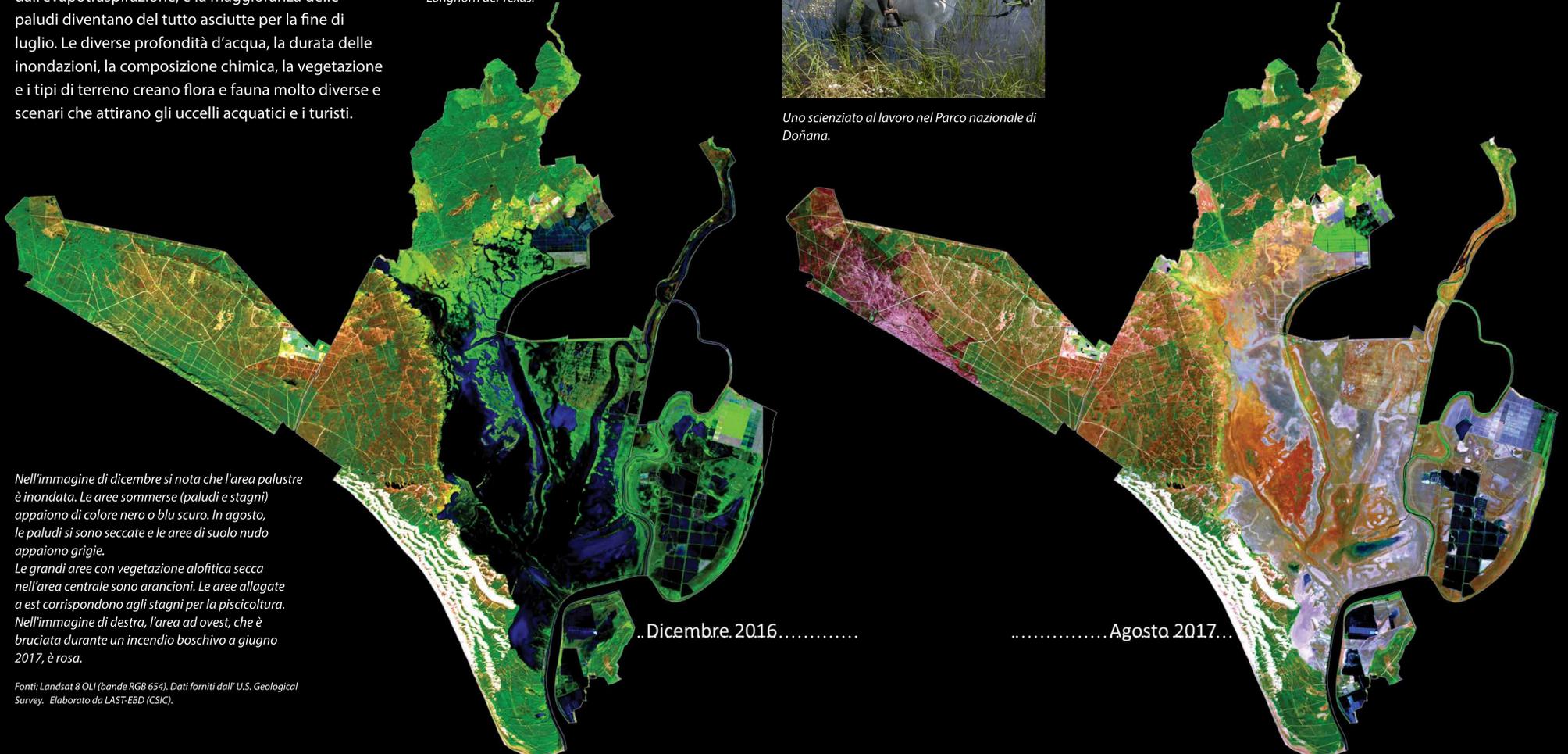


L'aumento dei nutrienti nelle acque che alimentano le zone umide di Doñana causa la loro eutrofizzazione. I cambiamenti climatici possono rafforzare l'effetto del carico dei nutrienti. Entrambi i processi mutano drasticamente le comunità acquatiche, per esempio favorendo lo sviluppo di piante galleggianti come la Azolla filiculoides, una felce galleggiante alloctona.



Hector Garrido/EBD-CSIC

Uno scienziato al lavoro nel Parco nazionale di Doñana.



Nell'immagine di dicembre si nota che l'area palustre è inondata. Le aree sommerse (paludi e stagni) appaiono di colore nero o blu scuro. In agosto, le paludi si sono seccate e le aree di suolo nudo appaiono grigie. Le grandi aree con vegetazione alofitica secca nell'area centrale sono arancioni. Le aree allagate a est corrispondono agli stagni per la piscicoltura. Nell'immagine di destra, l'area ad ovest, che è bruciata durante un incendio boschivo a giugno 2017, è rosa.

Fonti: Landsat 8 OLI (bande RGB 654). Dati forniti dall' U.S. Geological Survey. Elaborato da LAST-EBD (CSIC).

..Dicembre. 2016.....

.....Agosto 2017.....



Questo progetto è finanziato dall'Unione Europea



©Olav Strand



©Olav Strand

Le renne (*Rangifer tarandus*) migrano tutto l'anno per l'altopiano di Hardangervidda in cerca di cibo.

Hardangervidda NORVEGIA

Situato nella Norvegia del sud, Hardangervidda è il più grande altipiano montuoso del Nord Europa ed è una famosa zona di escursioni, caccia e sci. I famosi esploratori Nansen e Amundsen si sono addestrati anche qui per le loro spedizioni ai Poli. Questo altipiano, in gran parte intatto, ospita la più grande renna selvatica (*Rangifer tarandus*) d'Europa, che migra per l'altipiano in cerca di cibo e luoghi per riprodursi. La popolazione delle renne (stimata tra le 9.000 e le 12.000 unità) è importante non solo per il suo valore ecologico ma anche per quello economico e ricreativo per cacciatori, escursionisti e proprietari terrieri. Perdere tale risorsa avrebbe un impatto negativo non solo sull'ecosistema, ma anche sulla popolazione che dipende da queste per il loro sostentamento.

Per sopravvivere, in inverno le renne dipendono maggiormente dai licheni, che raggiungono scavando nella neve. In estate dipendono

da pascoli lussureggianti che consentono, prima del lungo inverno, di accumulare grasso e nutrire i cuccioli. I cambiamenti nella disponibilità e nella qualità del pascolo invernale ed estivo possono quindi incidere molto sulla loro popolazione. Inoltre, un clima caldo può far crescere il numero di insetti, che infastidiscono le renne. Fonti di disturbo antropico, come la costruzione di strutture ricettive, strade e linee elettriche, la pratica degli sport invernali e la caccia possono limitare o impedire l'accesso delle renne alle aree di pascolo e di riproduzione.

I ricercatori stanno lavorando con il parco nazionale per monitorare la popolazione di renne e il loro ambiente, ed esaminare la qualità dei pascoli estivi e invernali e dei luoghi di riproduzione. A tal fine ECO-POTENTIAL utilizza immagini satellitari, dati di campo e GPS. Tali dati possono poi permettere previsioni sui mutamenti nella popolazione delle renne migliorandone la gestione.



©Tessa Bahigja Bergmann

"Omett" di pietra come questo segnano i sentieri frequentati dai turisti per la caccia, la pesca, lo sci e le escursioni. Hardangervidda è una celebre meta turistica per i visitatori sia stranieri che locali.



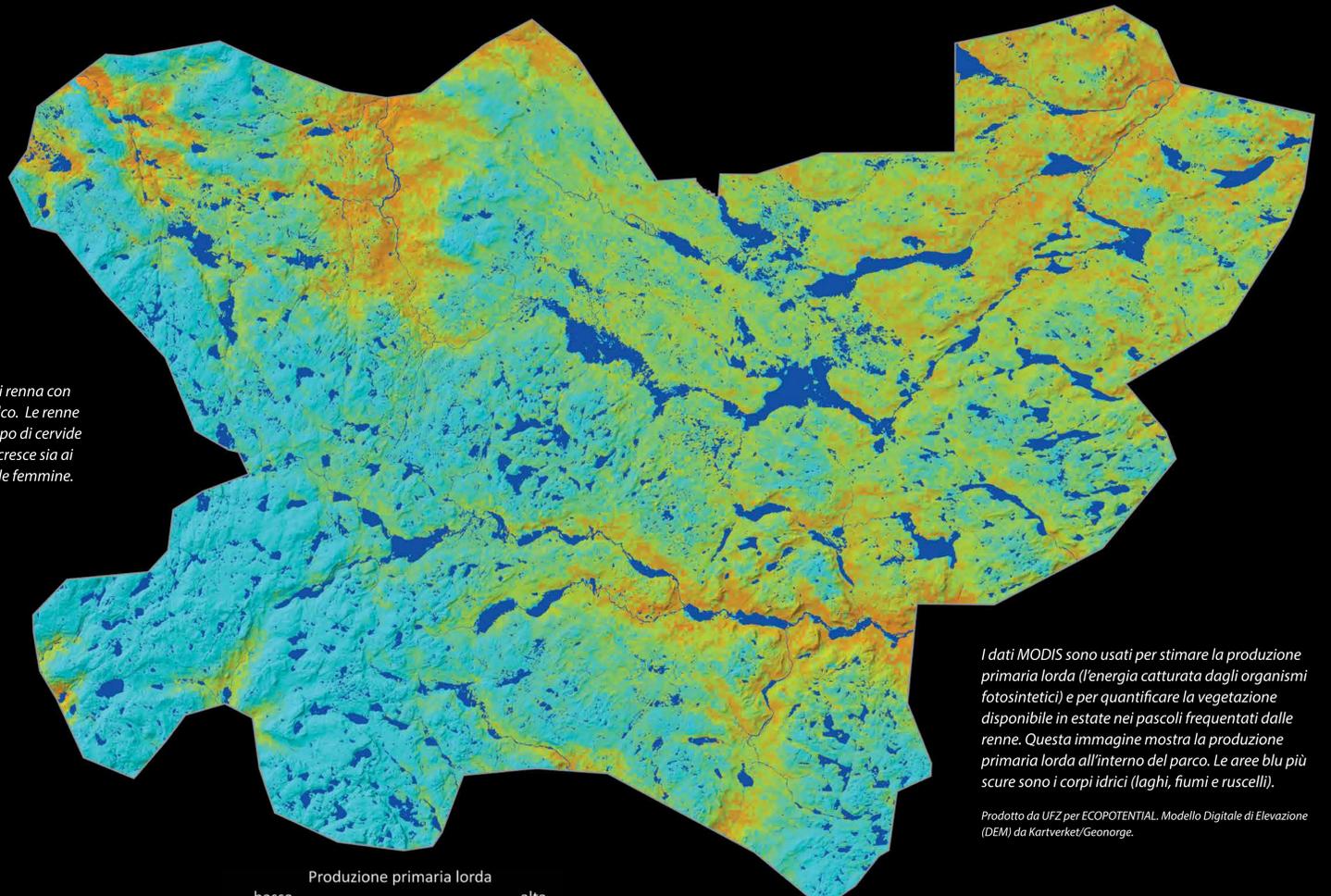
©Olav Strand

Un maschio di renna con un grande palco. Le renne sono l'unico tipo di cervide in cui il palco cresce sia ai maschi che alle femmine.



©Tessa Bahigja Bergmann

I licheni sono un'importante fonte di cibo per le renne in inverno, quando la vegetazione scarseggia.

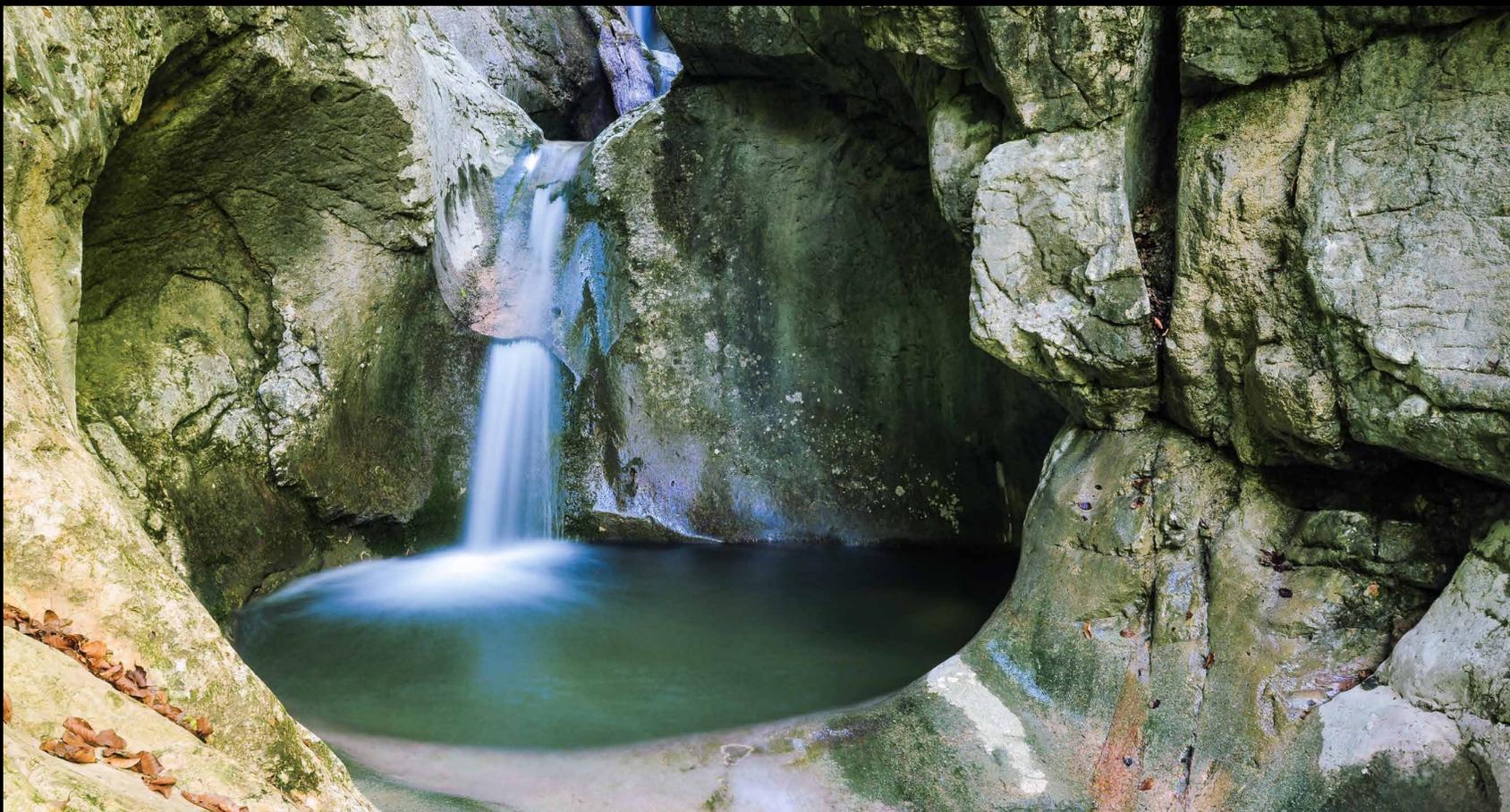


I dati MODIS sono usati per stimare la produzione primaria lorda (l'energia catturata dagli organismi fotosintetici) e per quantificare la vegetazione disponibile in estate nei pascoli frequentati dalle renne. Questa immagine mostra la produzione primaria lorda all'interno del parco. Le aree blu più scure sono i corpi idrici (laghi, fiumi e ruscelli).

Prodotto da UFZ per ECO-POTENTIAL. Modello Digitale di Elevazione (DEM) da Kartverket/Geonorge.



Questo progetto è finanziato dall'Unione Europea



© Franz Sieghartsteiner



Il torrente Bodinggraben incide in profondità i calcari del Parco nazionale Kalkalpen.

Parco nazionale Kalkalpen AUSTRIA

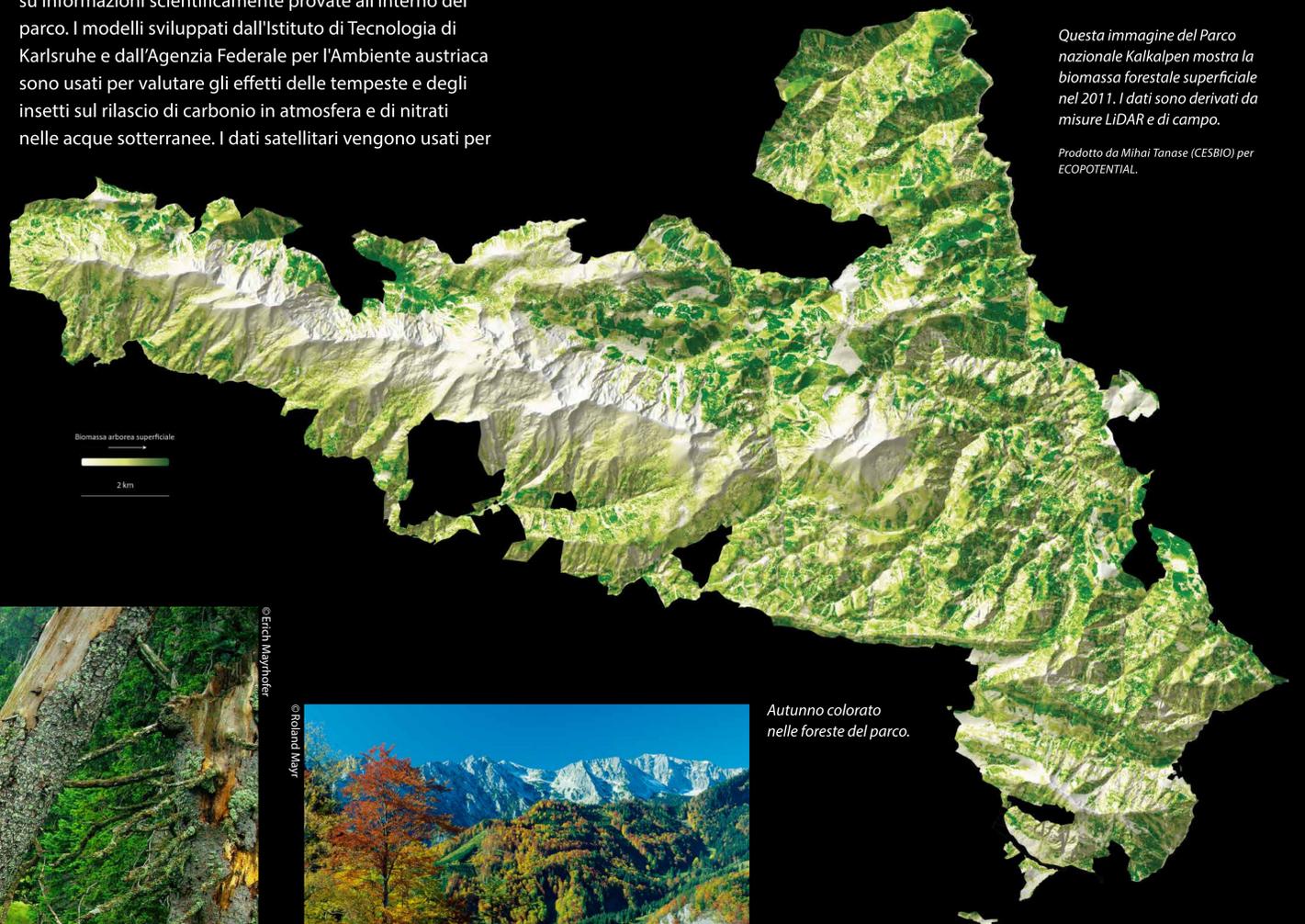
Le foreste montane d'Europa sono habitat importanti da preservare e gestire. Oltre ad immagazzinare carbonio, fungendo da "serbatoio", hanno un elevato grado di biodiversità e offrono aree ricreative e di straordinaria bellezza naturale. Il Parco nazionale Kalkalpen in Austria ne è un esempio lampante. Il parco comprende la più grande area boschiva dell'Austria, caratterizzata da boschi misti di abete rosso e faggio, peccete subalpine, pascoli e habitat alpini. Qui si trovano oltre 900 specie vegetali (un terzo di tutte le specie di piante in Austria) e uno dei mammiferi più rari d'Europa, la lince eurasiatica (*Lynx lynx*), reintrodotta più volte nel parco.

Il cambiamento climatico sta modificando gli ecosistemi montani in tutta Europa e continuerà a farlo. Nel Parco nazionale Kalkalpen le alte temperature aumentano il rischio di focolai di scotilidi, coleotteri parassiti dell'abete rosso, e l'intensificarsi dei venti incrementa i danni causati dal maltempo. Alcune specie arboree stanno morendo più velocemente del solito e vengono sostituite da specie nuove. Questi tipi di disturbi rilasciano elevate quantità di carbonio nell'atmosfera e riducono la capacità della foresta di trattenere sostanze inquinanti come l'azoto. Dall'altro lato, tali perturbazioni possono aumentare la biodiversità diversificando gli habitat come succede per il legno morto, che rappresenta un habitat chiave per molte specie delle foreste montane.

Qui sta la sfida dei gestori dei parchi, che si trovano a fronteggiare il mantenimento della capacità della foresta di catturare carbonio e filtrare inquinanti, permettendo il ritorno delle aree naturali e delle specie animali e vegetali ad esse correlate.

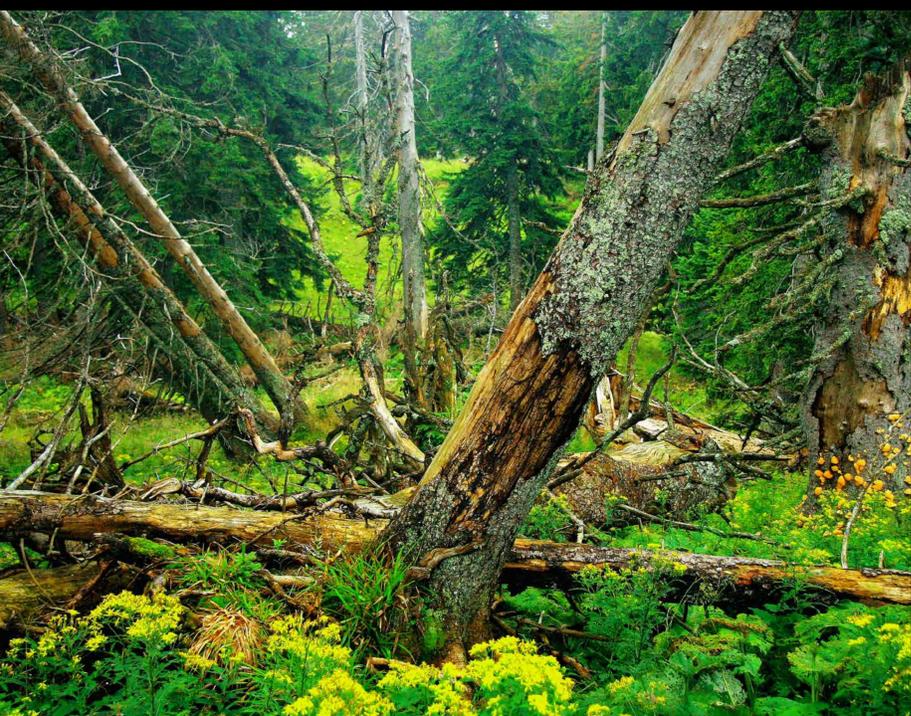
ECOPOTENTIAL sostiene un processo decisionale basato su informazioni scientificamente provate all'interno del parco. I modelli sviluppati dall'Istituto di Tecnologia di Karlsruhe e dall'Agenzia Federale per l'Ambiente austriaca sono usati per valutare gli effetti delle tempeste e degli insetti sul rilascio di carbonio in atmosfera e di nitrati nelle acque sotterranee. I dati satellitari vengono usati per

migliorare gli apporti di vegetazione forestale nel modello utilizzato per l'intera area del parco. Prossimamente, i modelli comprenderanno scenari climatici futuri per valutare i potenziali impatti del clima. I risultati forniranno indicazioni su come gestire le zone di disturbo del vento e dei coleotteri per ottimizzare il sequestro del carbonio e la biodiversità.



Questa immagine del Parco nazionale Kalkalpen mostra la biomassa forestale superficiale nel 2011. I dati sono derivati da misure LiDAR e di campo.

Prodotto da Mihai Tanase (CESBIO) per ECOPOTENTIAL.



© Eichen Mayrhofer

Alberi morti nelle foreste di abete rosso norvegese del Parco.



© Roland Mayr

Autunno colorato nelle foreste del parco.



© Environment Agency Austria

Monitoraggio dell'acqua nel Parco nazionale Kalkalpen.



© Roland Mayr

Famiglia di lince eurasiatica (*Lynx lynx*).



Questo progetto è finanziato dall'Unione Europea



© Silvia Gamberti



L'antica città desertica di Avdat prosperò dal 300 a.C. al 200 d.C. Si trovava lungo la Via dell'Incenso, che collegava l'Arabia al Mediterraneo per commerciare incensi e spezie. Avdat è patrimonio dell'umanità dell'UNESCO.



© Eran Tal

Panorama della Valle dello Zin da Sede Boker.

Har HaNegev

ISRAELE

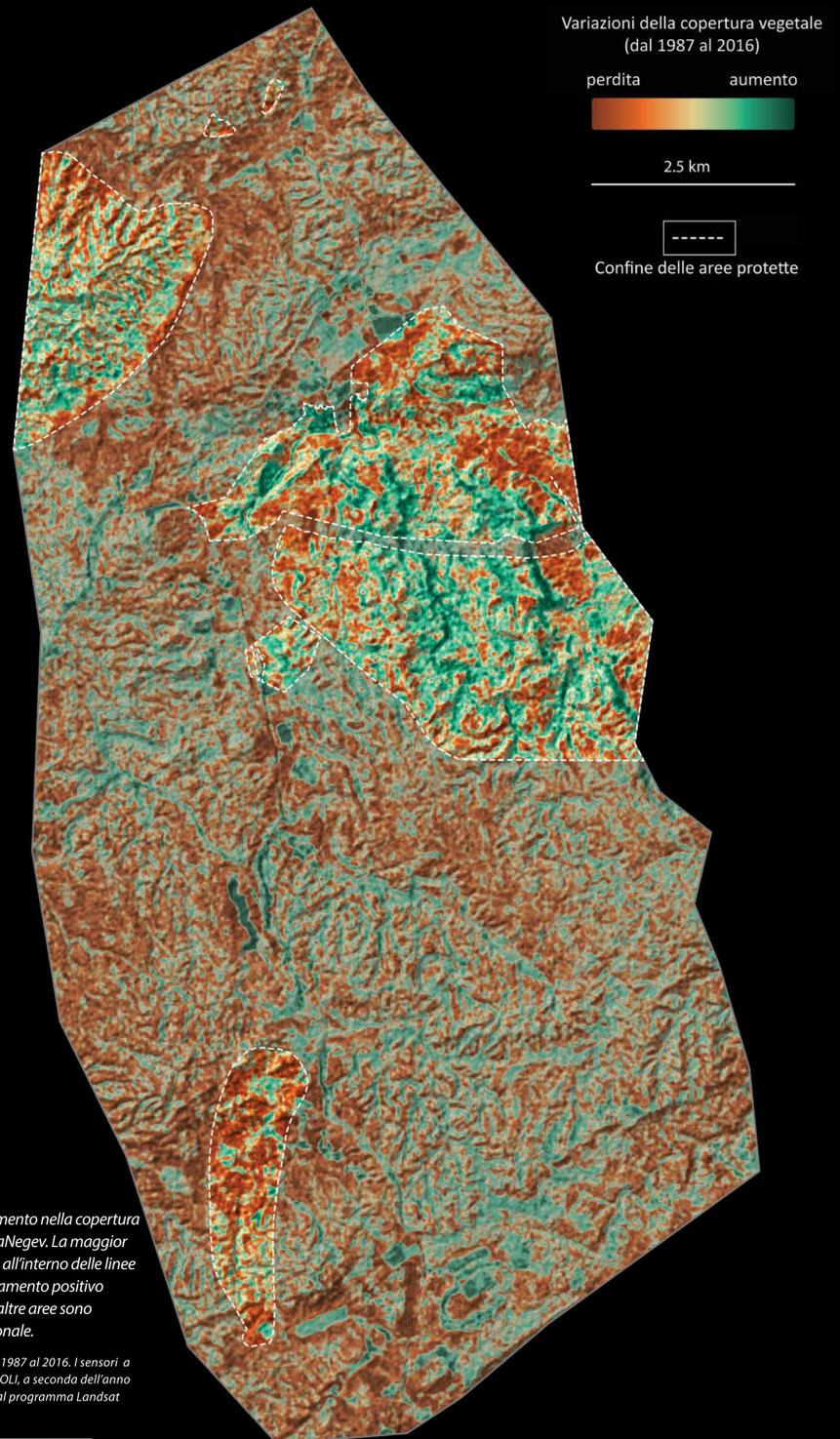
Situato nel cuore del deserto in Israele, l'Altopiano del Negev ("Har HaNegev") copre una superficie di 445 km². L'altopiano include un parco nazionale, la Via dell'Incenso (sito nominato Patrimonio dell'Umanità dell'UNESCO) e diverse riserve naturali nazionali dove si trovano flora, fauna, risorse idriche, caratteristiche geologiche e valori archeologici unici. L'area comprende due insediamenti urbani, diverse fattorie agricole monofamiliari, insediamenti beduini, nonché basi militari e aree di addestramento.

Il Negev è importante sia per la conservazione ecologica che per il suo potenziale di sviluppo economico e residenziale, e sostenerne lo sviluppo proteggendone nel contempo l'integrità ecologica e la biodiversità è una sfida complessa. Poiché l'area è stata popolata e utilizzata intensamente negli ultimi 2.500 anni, lo studio delle interazioni storiche uomo-ambiente fornisce spunti per orientare gli sviluppi futuri.

Per esempio, i Nabatei, fondatori della città di Avdat nel 300 a.C. come stazione sulla Via dell'Incenso, facilitarono l'agricoltura costruendo terrazzamenti su larga scala per captare il ruscellamento e il suolo.

Molte di queste modifiche del paesaggio hanno condizionato e continuano a influenzare i cicli biogeochimici, la produttività e la diversità delle specie negli ecosistemi. Alcune pratiche antiche trovano analogie nel pascolo e nell'agricoltura pluviale delle comunità beduine, o nell'agricoltura irrigua delle aziende monofamiliari.

Il progetto ECOPOTENTIAL studia le interazioni tra esseri umani e ambiente nell'area protetta usando metodologie diverse come il telerilevamento, le indagini sulla biodiversità e la ricerca sociale. Questi filoni di ricerca saranno integrati per fornire indicazioni per le strategie di sviluppo e conservazione futuri.



© Silvia Gamberti

Terrazzamenti rocciosi sono stati costruiti attraverso le valli per captare il ruscellamento e generare una graduale deposizione di suolo.



© Antonello Provenzale

Una grande Sternbergia, un fiore che fiorisce in autunno e dà colore all'Har HaNegev.



© Eyal Israeli

Azienda agricola monofamiliare.

Questa immagine mostra il cambiamento nella copertura vegetale dal 1987 al 2016 nell'Har HaNegev. La maggior parte delle riserve naturali (mostrate all'interno delle linee tratteggiate) ha registrato un cambiamento positivo nel recupero vegetazionale, mentre altre aree sono caratterizzate dal degrado vegetazionale.

Serie temporale di 27 immagini Landsat dal 1987 al 2016. I sensori a bordo dei satelliti Landsat sono TM, ETM+ e OLI, a seconda dell'anno di acquisizione. Immagini Landsat fornite dal programma Landsat dell'USGS/NASA.



© Arnon Karnieli

Due stambecchi della Nubia che combattono. Lo stambecco della Nubia (Capra nubiana) è protetto dal 1955 e oggi ad Har HaNegev vivono 250 individui che brucano erba e piante nei vicini insediamenti ebraici.



Questo progetto è finanziato dall'Unione Europea



© Swiss National Park



In autunno, le cime del Parco nazionale svizzero sono già coperte di neve, mentre i larici dorati si alternano ai pini e agli abeti rossi sempreverdi.

Parco nazionale svizzero

SVIZZERA

Da secoli, gli ecosistemi montani delle Alpi forniscono servizi essenziali come il cibo, il legname e la protezione dai rischi naturali (ad es. valanghe, frane), consentendo alle società montane di prosperare in questi ambienti marginali. Questi ultimi offrono anche opportunità per il turismo e lo svago, habitat a specie rare e carismatiche e contribuiscono alla regolazione del clima.

Con il mutare delle condizioni sociali ed economiche delle regioni montane, cambia anche l'uso del suolo. L'abbandono dell'agricoltura tradizionale favorisce il passaggio dai pascoli al bosco. In assenza di una gestione dei pascoli e dei boschi, questi ultimi diventano sempre più fitti e la loro composizione varia. Ad esempio, i lariceti aperti possono diventare foreste più fitte, garantendo prevenzione dalle valanghe, ma forse riducendone il valore estetico.

Il Parco nazionale svizzero è stato istituito nel 1914 come primo parco nazionale delle Alpi, con l'obiettivo di ridurre il disturbo dovuto alla presenza umana e di lasciare che i processi naturali seguissero il loro corso. Poiché non è consentito alcun intervento umano, quest'area offre l'opportunità di osservare la transizione da un paesaggio gestito ad una natura selvaggia e di monitorare gli effetti del cambiamento climatico. Il confronto con le aree alpine svizzere gestite consente di comprendere meglio gli effetti degli interventi umani.

Tradizionalmente, il monitoraggio dei cambiamenti negli ecosistemi montani richiedeva misure al suolo. Il progetto ECOPOTENTIAL utilizza adesso dati satellitari per fornire informazioni su tutta l'area e per ricavare una mappatura dei servizi ecosistemici. Ad esempio, una combinazione di immagini aeree e satellitari viene usata per distinguere le diverse strutture forestali e le diverse specie di alberi. Tali informazioni sono utilizzate per sviluppare un modello che consenta la mappatura delle foreste in modo da individuare le più importanti nel prevenire le valanghe.

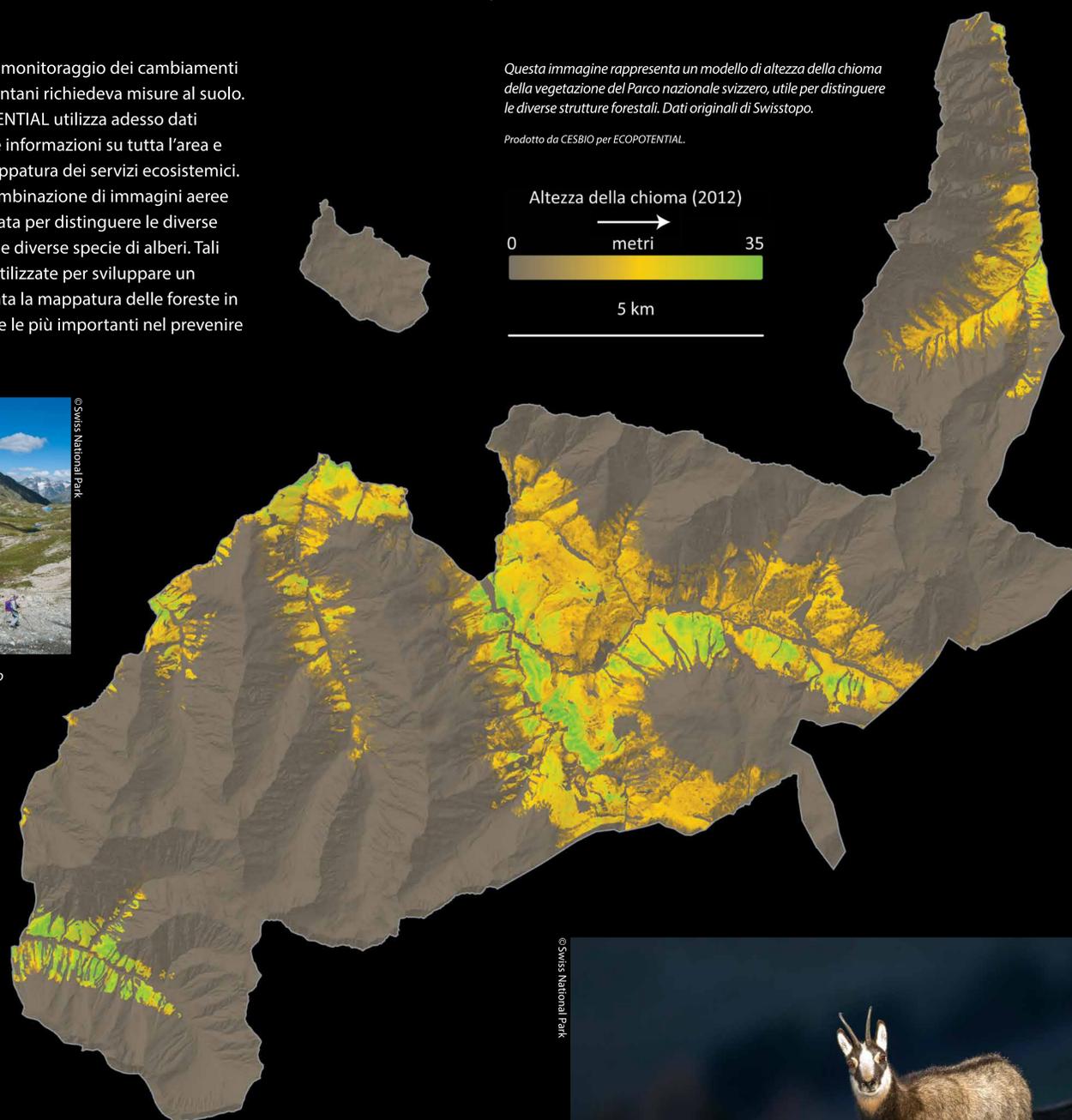


© Swiss National Park

Escursionisti a piedi lungo i laghi di Macun.

Questa immagine rappresenta un modello di altezza della chioma della vegetazione del Parco nazionale svizzero, utile per distinguere le diverse strutture forestali. Dati originali di Swisstopo.

Prodotto da CESBIO per ECOPOTENTIAL.



© Swiss National Park

Il sole attraversa le nuvole sopra un prato alpino.



© Swiss National Park

Monitoraggio della flora montana sulla vetta del Munt Buffalora.

Gli ungulati come il camoscio alpino (*Rupicapra rupicapra*, nella foto), lo stambecco (*Capra ibex*) e il cervo (*Cervus elaphus*) sono molto frequenti nel Parco nazionale svizzero, dove vivono indisturbati dalla caccia o da altre attività umane.

© Swiss National Park



Questo progetto è finanziato dall'Unione Europea



Gli eriofori (*Eriophorum scheuchzeri*) crescono sulle rive dei laghi glaciali alpini e nelle aree paludose della piana del Nivolet, annunciando l'arrivo dell'autunno.

Parco nazionale Gran Paradiso

ITALIA

Il Parco nazionale del Gran Paradiso si estende su un'area montuosa di 700 km², compresa tra gli 800 ed i 4.000 metri sul livello del mare. È il più antico parco nazionale italiano e vanta foreste decidue e sempreverdi, praterie, ghiacciai e ambienti di alta quota. Il parco ospita diverse specie animali, come lo stambecco (*Capra ibex*), il camoscio alpino (*Rupicapra rupicapra*) e la marmotta (*Marmota marmota*). Confina

con il Parco nazionale della Vanoise in Francia, dando origine ad una vasta area protetta internazionale nel cuore delle Alpi occidentali.

I pascoli montani, habitat semi-naturali che derivano in parte dalle attività agropastorali, sono essenziali per i grandi erbivori. L'abbandono delle pratiche di gestione tradizionali ne sta modificando la composizione, causando la colonizzazione di specie arboree, una riduzione della biodiversità e anche la variazione dei flussi di anidride carbonica (CO₂) nell'ecosistema.

I cambiamenti climatici sono un ulteriore fattore di rischio. Le variazioni nella quantità di acqua disponibile nel suolo, per esempio, possono portare nei prossimi decenni ad un forte declino del numero di specie di piante alpine. A causa dell'aumento delle temperature e della diminuzione della copertura nevosa, è probabile che ci sia un anticipo della stagione vegetativa, con potenziali effetti negativi per i grandi erbivori che a fine estate necessitano di erbe nutrienti per svezzare i propri piccoli. Questi cambiamenti potrebbero seriamente compromettere sia i paesaggi che le popolazioni di animali selvatici,

riducendo l'attrattiva del parco per attività di turismo sostenibile.

ECOPOTENTIAL valuta lo stato dei pascoli montani nel parco analizzando i cambiamenti in corso e quelli attesi in termini di precipitazioni, produttività delle piante, biodiversità e ciclo del carbonio in diversi regimi climatici e di uso del suolo. Particolare attenzione viene prestata ai cambiamenti che interessano la cosiddetta "zona critica terrestre", ovvero lo strato compreso tra il substrato roccioso e la chioma degli alberi, che rappresenta il sistema di supporto alla vita degli organismi terrestri.

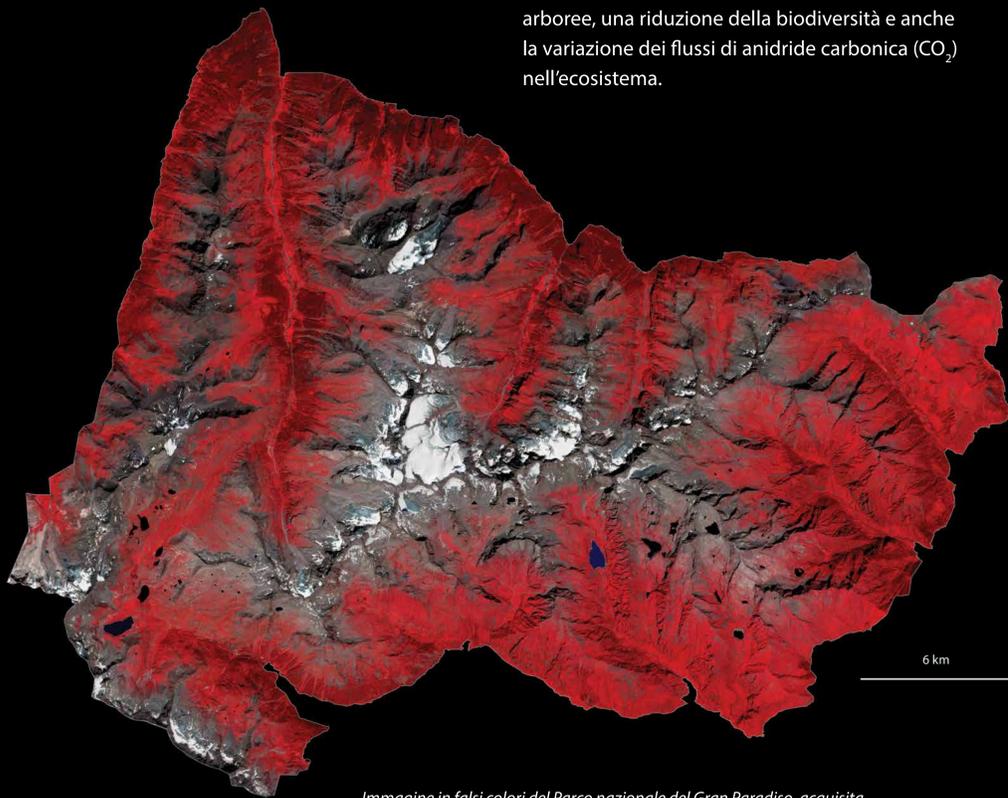


Immagine in falsi colori del Parco nazionale del Gran Paradiso, acquisita dal satellite Sentinel-2 il 23 agosto 2016. Le aree rosse e marroni corrispondono alla vegetazione attiva (foresta e prateria) mentre le aree grigie e bianche alle zone rocciose e coperte da neve.

Prodotta da dati satellitari ESA (Sentinel-2). Immagine acquisita il 23/08/2016, radiometricamente corretta (in falsi colori) e processata da CREAF per ECOPOTENTIAL.



La piana del Nivolet è stata plasmata dall'erosione glaciale del quaternario. È la prateria alpina più alta delle Alpi (2.700 metri sul livello del mare). Numerosi laghi glaciali contribuiscono alla bellezza di questo paesaggio e ne fanno il luogo preferito dagli escursionisti.



Le valli a quote intermedie sono state abbandonate, favorendo la colonizzazione di specie arbustive-arboree. In alcune valli è stato reintrodotta e regolato il pascolo tradizionale.



Misurare i flussi di anidride carbonica aiuta a comprendere gli scambi di elementi tra suolo, organismi viventi e atmosfera nelle praterie alpine.



Il camoscio alpino (*Rupicapra rupicapra*) è l'ungulato più diffuso nel Parco.



Questo progetto è finanziato dall'Unione Europea



©Tomas Ruginis



Una barca da pesca in laguna.

La Laguna dei Curi

LITUANIA, RUSSIA

La Laguna dei Curi, al confine tra Lituania e Federazione Russa e separata dal Mar Baltico dalla Penisola di Neringa, è la più grande laguna d'Europa.

La regione ospita ambienti molto diversi, tra cui acque marine, lagune salmastre, delta del Nemunas, dune sabbiose, prati inondata stagionalmente, fiumi, laghi, stagni e foreste palustri. La laguna, e specialmente il delta del Nemunas, sono siti di importanza mondiale per la tutela degli uccelli acquatici, e rappresentano un'area di sosta ottimale per oche, anatre, cigni e altri uccelli acquatici lungo la rotta di migrazione dall'Europa occidentale all'Artico.

Nella Laguna dei Curi, le inondazioni sono frequenti in primavera, quando vaste aree del delta del Nemunas vengono sommerse per settimane. Se allagamenti consistenti sono critici per le comunità locali e danneggiano le attività economiche, possono tuttavia favorire la riproduzione del pesce rispetto alle alluvioni medie o basse. Le inondazioni donano poi agli uccelli germogli d'erba freschi e nutrienti per cibarsi prima di migrare e riprodursi. Quando il livello dell'acqua cala, si formano i prati allagati: ambiente di cruciale importanza per la riproduzione di molte specie di uccelli minacciati, quali il crocicolone e il pagliarolo, diverse specie di sterne e di altri uccelli acquatici.

I dati di osservazione della Terra si possono usare per monitorare vari processi importanti per l'area lagunare. Lo studio dell'idroperiodo (il numero di giorni all'anno in cui un territorio rimane sommerso dall'acqua) e delle piene da immagini satellitari di ECOPOTENTIAL e dalle osservazioni in loco sono fondamentali per modellare la riproduzione e la pesca di specie ittiche commerciali in una delle zone di pesca più ricche della regione del Mar Baltico. Analizzando la distribuzione e i livelli di piena con le osservazioni della Terra, si intercettano anche le modifiche in agricoltura e nell'habitat degli uccelli acquatici.



©Virginija Zilinskienė

Airone cenerino e cormorano.



©Mantas Jankauskas

Scienziati prelevano campioni di acqua dalla laguna ghiacciata durante l'inverno.



La grande immagine a destra, acquisita dal satellite Sentinel 2 il 16 agosto 2017, mostra l'intera regione della Laguna dei Curi e del delta del Nemunas. La figura piccola (sopra) mostra la variazione della linea di costa causata dalla modifica dei livelli dell'acqua. La linea arancione indica la linea di costa durante la bassa marea (26 ottobre 2016) mentre quella bianca indica la linea di costa durante l'alta marea (1 dicembre 2016).

Prodotto a partire da dati ESA (Sentinel-2, bande: 2,3,4).



©Tomas Ruginis

Canneti nella laguna.



Questo progetto è finanziato dall'Unione Europea



©Stock/Caillan



Pellicano bianco (*Pelecanus onocrotalus*).

Ninfea bianca (*Nymphaea alba*).

Delta del Danubio

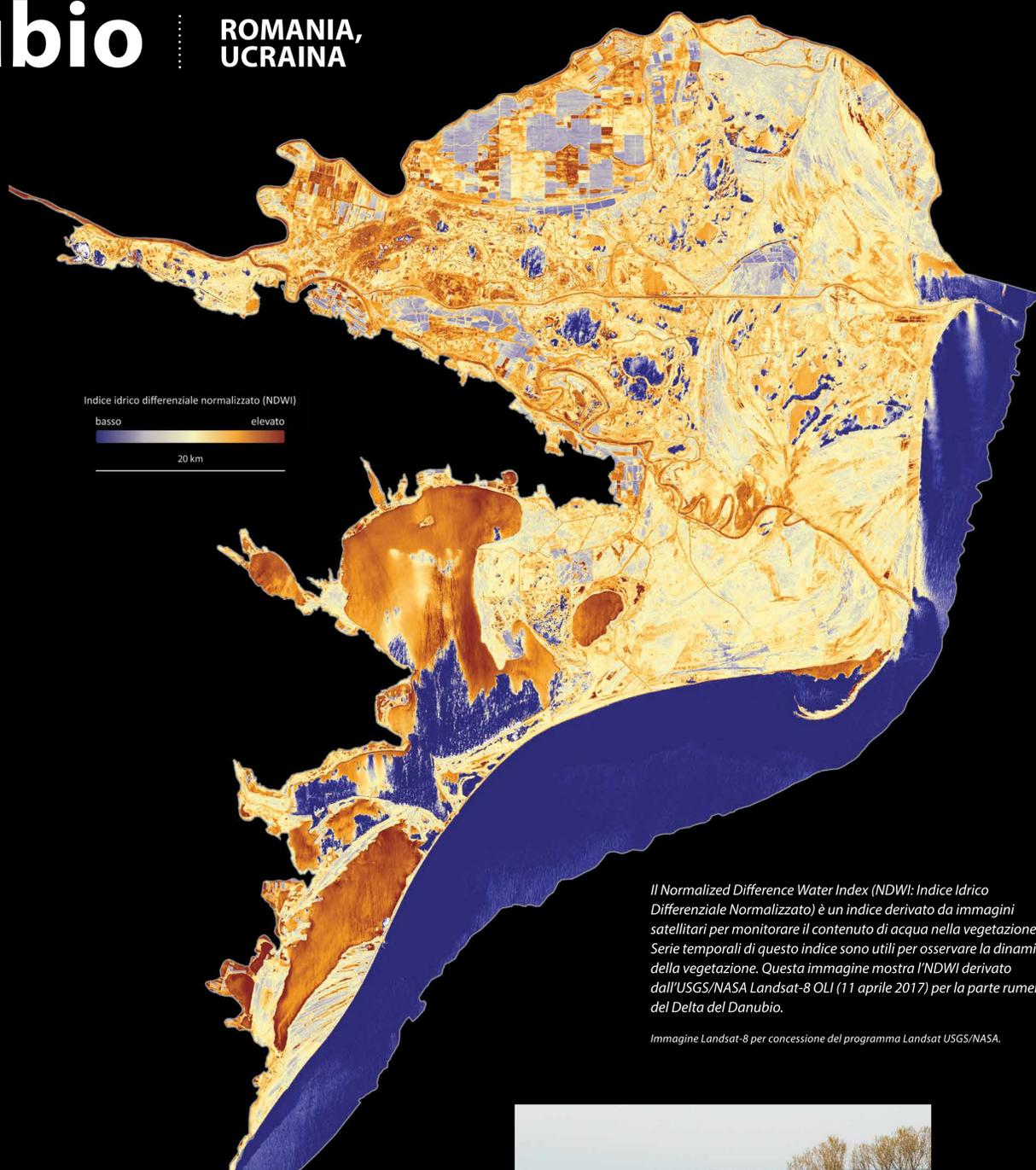
ROMANIA,
UCRAINA

La foce del Danubio forma un enorme delta che si estende per oltre 5.000 km². Situato tra Romania (86%) e Ucraina (14%), crea un paesaggio complesso che include ecosistemi di acqua dolce (canali, laghi poco profondi e zone umide), pianure e foreste alluvionali, canneti, lagune e zone costiere. Il delta è ancora in espansione verso il mare con un tasso di crescita di 24-30 metri all'anno.

Vi si trovano più di 300 specie di uccelli (di cui 160 migratori), 80 specie di pesci e quasi 1000 specie di piante. L'area è patrimonio mondiale dell'UNESCO, Riserva della Biosfera dell'UNESCO, sito Ramsar, e sito Natura 2000. La ricca biodiversità, il patrimonio culturale e la fama mondiale vi attirano ogni anno 150.000 turisti, tra i quali pescatori, *birdwatcher* ed escursionisti che godono della bellezza dei paesaggi dominati dall'acqua e delle coste del Mar Nero. Il turismo è una delle più importanti fonti di reddito per la popolazione locale e, a patto che sia sostenibile, può contribuire alla conservazione delle aree naturali.

La quantità di nutrienti trasportati dal Danubio influisce sulla produttività dell'ecosistema. Un ecosistema acquatico più produttivo può sostenere una maggior quantità di pesci e attirare più pescatori, ma attira anche più uccelli che si cibano di pesce, portando a un incremento di *birdwatcher*, fotografi e turisti. Un apporto eccessivo di nutrienti, però, può rendere eutrofici gli ecosistemi costieri e le zone umide, provocando la proliferazione algale e riducendone il valore e l'attrattiva.

ECOPOTENTIAL usa dati di osservazione della Terra e dati in situ per indagare come gli indicatori di qualità dell'acqua (clorofilla, torbidità, ecc.) si rapportano alla presenza turistica e per sviluppare strumenti di monitoraggio a supporto delle decisioni di gestione e conservazione.



Il Normalized Difference Water Index (NDWI: Indice Idrico Differenziale Normalizzato) è un indice derivato da immagini satellitari per monitorare il contenuto di acqua nella vegetazione. Serie temporali di questo indice sono utili per osservare la dinamica della vegetazione. Questa immagine mostra l'NDWI derivato dall'USGS/NASA Landsat-8 OLI (11 aprile 2017) per la parte rumena del Delta del Danubio.

Immagine Landsat-8 per concessione del programma Landsat USGS/NASA.



©Gabriel Lupu, DDM

Il braccio meridionale del Delta del Danubio, Saint George, che sfocia nel Mar Nero.



©Mădălina Alăuș, DDM

Casa della pesca - un luogo dove i pescatori portano il pescato quotidiano prima della consegna al mercato.



Raccolta ed essiccazione delle canne.



Questo progetto è finanziato dall'Unione Europea



©Dimitris Poursanis/FOOTH



La stella marina rossa (*Echinaster sepositus*) è un tipico abitante degli ambienti rocciosi.

Il grande ecosistema marino del Mediterraneo



©Dimitris Poursanis/FOOTH

Incontro ravvicinato con il polpo comune, *Octopus vulgaris*.

Il Mar Mediterraneo è classificato come Grande Ecosistema Marino ed è il più grande mare chiuso del mondo. I suoi 46.000 km di costa abbracciano molti stati e toccano tre continenti (Europa, Africa e Asia). Ricco di biodiversità marina, si stima che ospiti tra il 4 e il 18 per cento degli organismi marini del pianeta. L'ecosistema del Mediterraneo fornisce molti beni e servizi ecosistemici preziosi per la società, tra cui protezione delle coste, cibo, turismo, opportunità ricreative e molti altri.

Il pesce del Mediterraneo sostiene i settori della pesca e dell'acquacoltura che possono essere minacciati da altre attività umane, soprattutto laddove si risente di più dei cambiamenti climatici. Il monitoraggio delle caratteristiche delle acque marine è molto

importante per scienziati e gestori delle aree protette coinvolti nella conservazione delle loro risorse naturali. Ad esempio, le variazioni di temperatura dell'acqua influiscono sulla disponibilità di pesce, in quanto la temperatura influenza la salute dei pesci, nonché la loro alimentazione, riproduzione e distribuzione.

Attraverso l'uso di dati satellitari (dall'analisi di 12.000 immagini) e di altri strumenti, i ricercatori del progetto ECOPOTENTIAL hanno osservato che negli ultimi decenni il Mediterraneo si è progressivamente riscaldato, favorendo l'insediamento di specie invasive, e che, in futuro, il riscaldamento del Mediterraneo influenzerà la mobilità e la distribuzione del pesce, dando origine a nuovi scenari di approvvigionamento di cibo.



Questa immagine rappresenta la circolazione dell'acqua nel Mediterraneo del 23 luglio 2014, che risulta dalle differenze di temperatura superficiale del mare (Sea Surface Temperature) fornite dal Sistema di Monitoraggio dell'Ambiente Marino Copernicus.

L'immagine contiene dati Copernicus modificati, ed è stata prodotta da ISPRA per ECOPOTENTIAL.



©Dimitris Poursanis/FOOTH

Un banco di giovani pesce coniglio (*Siganus rivulatus*), una tra le 100 peggiori specie invasive del Mediterraneo.



©Dimitris Poursanis/FOOTH

La spigola (*Dicentrarchus labrax*) è sia pescata in mare aperto che allevata con successo in acquacoltura.



©Dimitris Poursanis/FOOTH

La cernia bruna (*Epinephelus marginatus*) è soggetta ad una forte pressione ambientale a causa della pesca.



Questo progetto è finanziato dall'Unione Europea



© Rui Cunha



La gestione multifunzionale dei montado promuove la diversità strutturale che, se estesa a vaste aree, determina elevati livelli di biodiversità.



© Terraprima - Servicios Ambientals

Il montado è elencato nella Direttiva UE Habitat (habitat 6310) e rappresenta l'habitat chiave di molti siti Natura 2000 della regione dell'Alentejo in Portogallo.

Montado

PORTOGALLO

Il *montado* (*dehesa* in spagnolo) è un sistema di pascolo arborato dove la sughera (*Quercus suber*) e il leccio (*Quercus rotundifolia*) sono dominanti. I *montado* hanno un elevato livello di biodiversità: sono elencati nella direttiva europea Habitat, rappresentano habitat chiave in vari siti della rete Natura 2000 e sono considerati aree agricole di alto valore naturalistico.

Il sughero è il prodotto più importante dei *montado*. Viene raccolto con cicli di 9-12 anni e il Portogallo ne è il più grande produttore mondiale (54%). Il bestiame è un'altra importante fonte di reddito in queste aree, che sono rilevanti anche dal punto di vista culturale e ricreativo, per il valore paesaggistico, naturale e storico-culturale.

L'acqua, i cicli dei nutrienti e l'erosione del suolo sono servizi di regolazione degli ecosistemi da gestire nei *montado*, dove le principali minacce sono lo stress idrico, dovuto alle estati calde e secche, la degradazione del suolo, dovuta al pascolo eccessivo e

alla lavorazione del terreno, i parassiti e le malattie. La mancanza di rigenerazione e la morte degli alberi sono fonte di preoccupazione e possono portare alla perdita dei *montado* e alla loro trasformazione in arbusteti.

La corretta gestione del suolo, dei pascoli e dell'intero habitat può contrastare questi rischi. La protezione e il ripristino delle condizioni del suolo sono fondamentali per migliorare la salute degli alberi. Sono inoltre necessarie misure atte a garantirne una lunga sopravvivenza.

Il progetto ECOPOTENTIAL utilizza indicatori come il *Tree Cover Density* (densità di copertura arborea) o il *Leaf Area Index* (Indice di Area Fogliare) per valutare i cambiamenti nella copertura arborea e per monitorarne la mortalità e l'indebolimento. Queste informazioni, combinate con i dati di campo, permettono di valutare meglio la crescita dei pascoli e la dinamica del suolo e dell'acqua. Con queste conoscenze e metodologie di telerilevamento, vaste aree di *montado* possono essere monitorate, si possono dare suggerimenti agli agricoltori e si possono migliorare le pratiche di gestione del territorio.

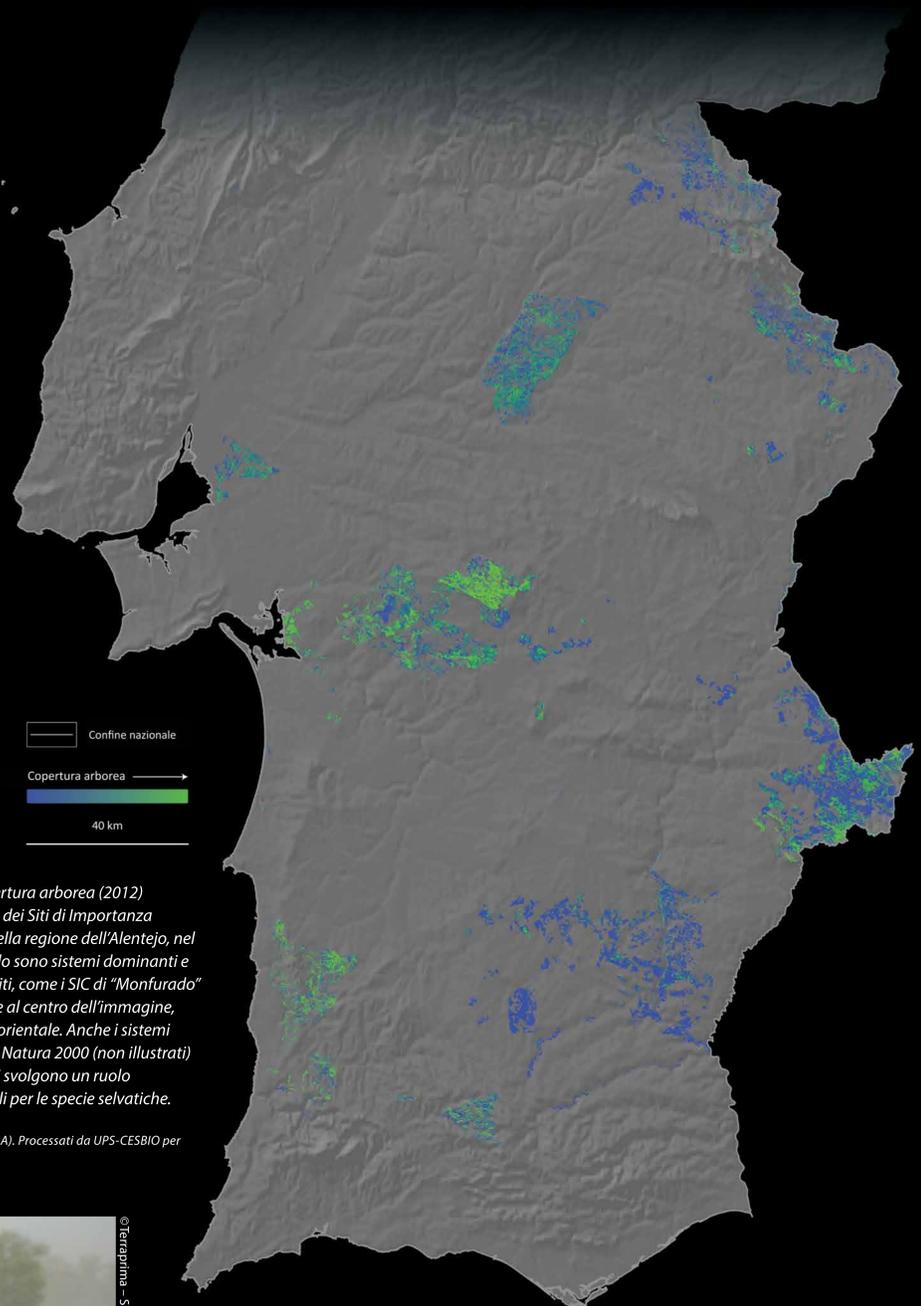
© Rui Cunha



I *montado* sono sistemi di pascolo arborato di alto valore naturalistico, caratteristici del Mediterraneo. Sughere (*Quercus suber*) e lecci (*Q. rotundifolia*) sono le specie arboree dominanti e formano popolamenti puri o misti con una struttura simile alla savana.

Questa immagine mostra la copertura arborea (2012) nei "montado" presenti nella lista dei Siti di Importanza Comunitaria (SIC) Natura 2000 della regione dell'Alentejo, nel Portogallo meridionale. I *montado* sono sistemi dominanti e habitat chiave in molti di questi siti, come i SIC di "Monfurado" e "Cabrela" approssimativamente al centro dell'immagine, e "Moura/Barrancos" nella parte orientale. Anche i sistemi *montado* situati al di fuori dei siti Natura 2000 (non illustrati) sono gravemente minacciati. Essi svolgono un ruolo importante come corridoi naturali per le specie selvatiche.

Prodotto dai dati satellitari ESA (Sentinel 2A). Processati da UPS-CESBIO per ECOPTENTIAL.



L'allevamento è una delle fonti di reddito fornita dai *montado*. Tuttavia, l'eccessiva densità del bestiame e di pascolo minacciano questo tradizionale sistema di pascolo arborato.



© Terraprima - Servicios Ambientals



© Terraprima - Servicios Ambientals

Le minacce che incombono sui *montado* necessitano delle migliori pratiche di gestione del suolo, del pascolo e della struttura dell'ecosistema.



© iStock/FRA



Vista dai campi di lapilli (cenere vulcanica) della Ruta de los Volcanes fino alla Caldera de Taburiente. I venti caratteristici (alisei) muovono le nuvole, che portano la maggior parte dell'umidità all'isola.

La Palma

ISOLE CANARIE, SPAGNA

L'isola vulcanica di La Palma (conosciuta anche come "L'isola Bella" o "L'isola verde") è la sola isola dell'Arcipelago delle Canarie con fiumi permanenti. Essa ospita grandi foreste naturali, che sono molto importanti per l'assorbimento della grande quantità di umidità presente nei versanti settentrionali e orientali che alimentano di acqua le falde e gli abitanti dell'isola.

© Carl Beierkuhnlein



L'albero del drago (*Dracaena drago*) è una specie simbolo delle Canarie.

Grazie alla sua variabilità altitudinale (il suo punto più alto è 2.426 m sul livello del mare) e all'isolamento nell'Oceano Atlantico, La Palma possiede un'ampia varietà di specie. Molte delle sue specie sono native (endemiche) dell'isola o dell'arcipelago. Per queste ragioni, l'isola è divenuta nel 2002 Riserva della Biosfera dell'UNESCO, ospita un Parco nazionale (Caldera de Taburiente) e varie aree protette.

Alcune specie introdotte sull'isola come capre, conigli e piante esotiche ne minacciano la biodiversità. Poiché fino a poco tempo fa gli erbivori non erano presenti sull'isola, le piante non hanno evoluto protezioni, come spine o sostanze amare. Di conseguenza, molte specie diventano facile preda degli erbivori, che minacciano la loro sopravvivenza.

Poiché gli incendi - un'altra minaccia alla biodiversità vegetale - avvengono spontaneamente sull'isola, le conifere native vi si sono ben adattate. Quando le fiamme si diffondono, bruciano gli aghi e i rami piccoli, ma i fusti sopravvivono e nuovi getti germogliano. Tuttavia, il cambiamento climatico potrebbe portare a incendi più frequenti e grandi.

Nel progetto ECOPotential tali minacce e disturbi sono studiati con l'aiuto del telerilevamento. Le immagini satellitari sono usate per studiare lo stato degli ecosistemi e i loro cambiamenti. L'estensione e l'intensità degli incendi vengono registrati. I risultati di tale lavoro sono condivisi con i gestori locali e utilizzati in corsi di formazione del personale dei parchi.



© Carl Beierkuhnlein

All'estremità sud dell'isola l'ambiente è quasi desertico e i forti venti sono un fattore limitante per la vita delle piante.



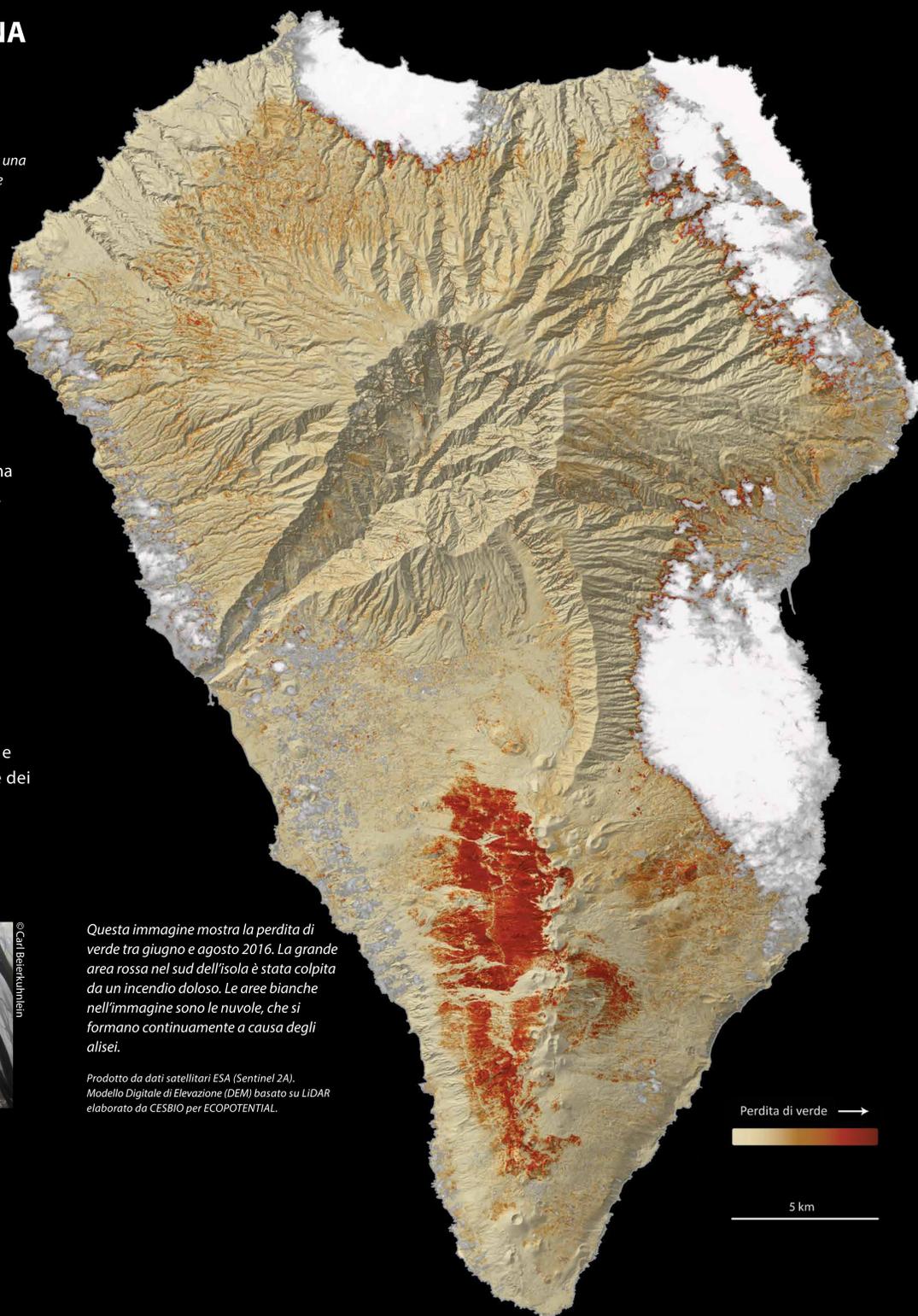
© Carl Beierkuhnlein

La foresta di laurifille è un ecosistema relitto del Terziario, ben adattato alla costante umidità.



© Carl Beierkuhnlein

La costa dell'isola di La Palma è ripida e inaccessibile.

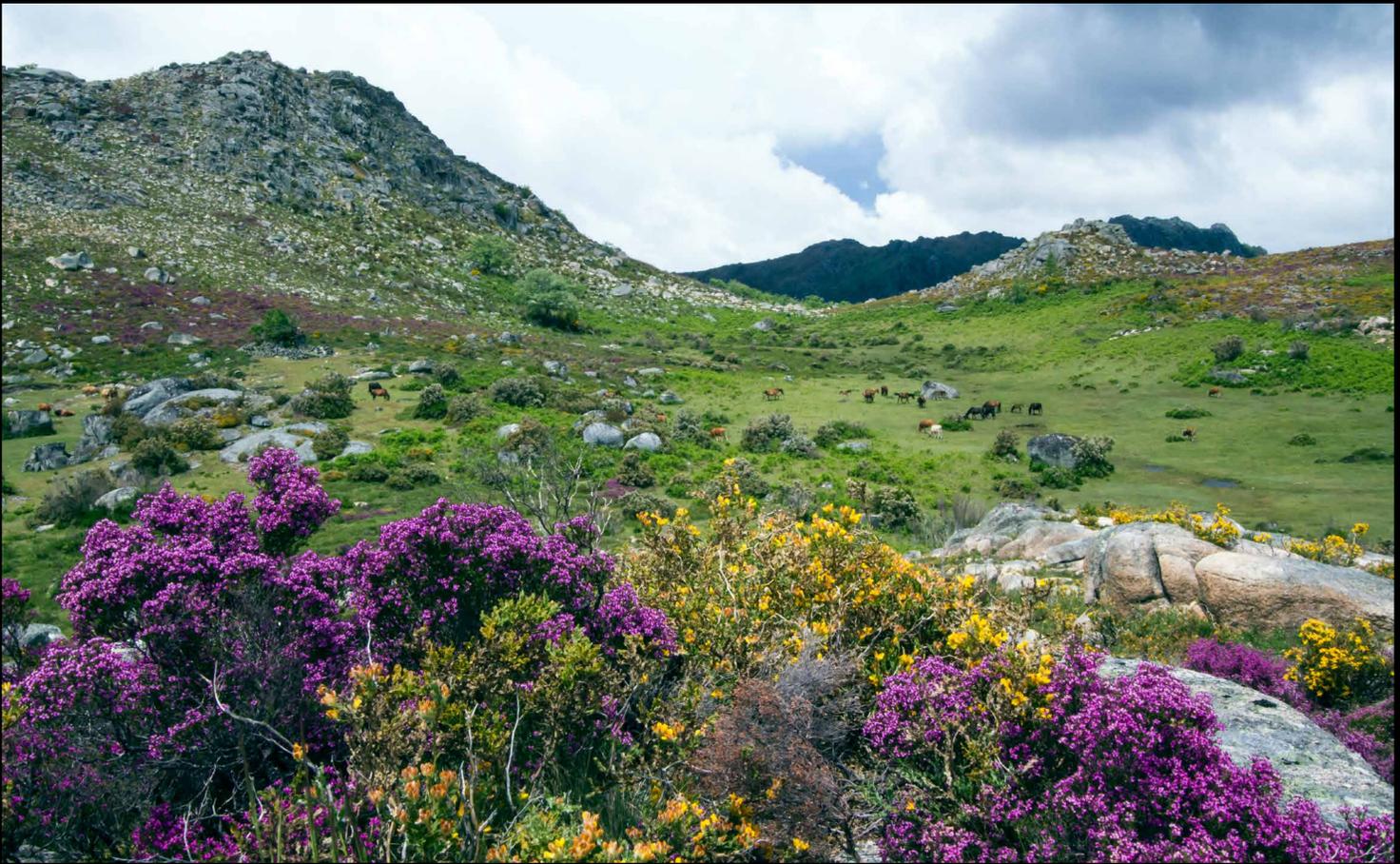


Questa immagine mostra la perdita di verde tra giugno e agosto 2016. La grande area rossa nel sud dell'isola è stata colpita da un incendio doloso. Le aree bianche nell'immagine sono le nuvole, che si formano continuamente a causa degli alisei.

Prodotto da dati satellitari ESA (Sentinel 2A). Modello Digitale di Elevazione (DEM) basato su LIDAR elaborato da CESBIO per ECOPotential.



Questo progetto è finanziato dall'Unione Europea



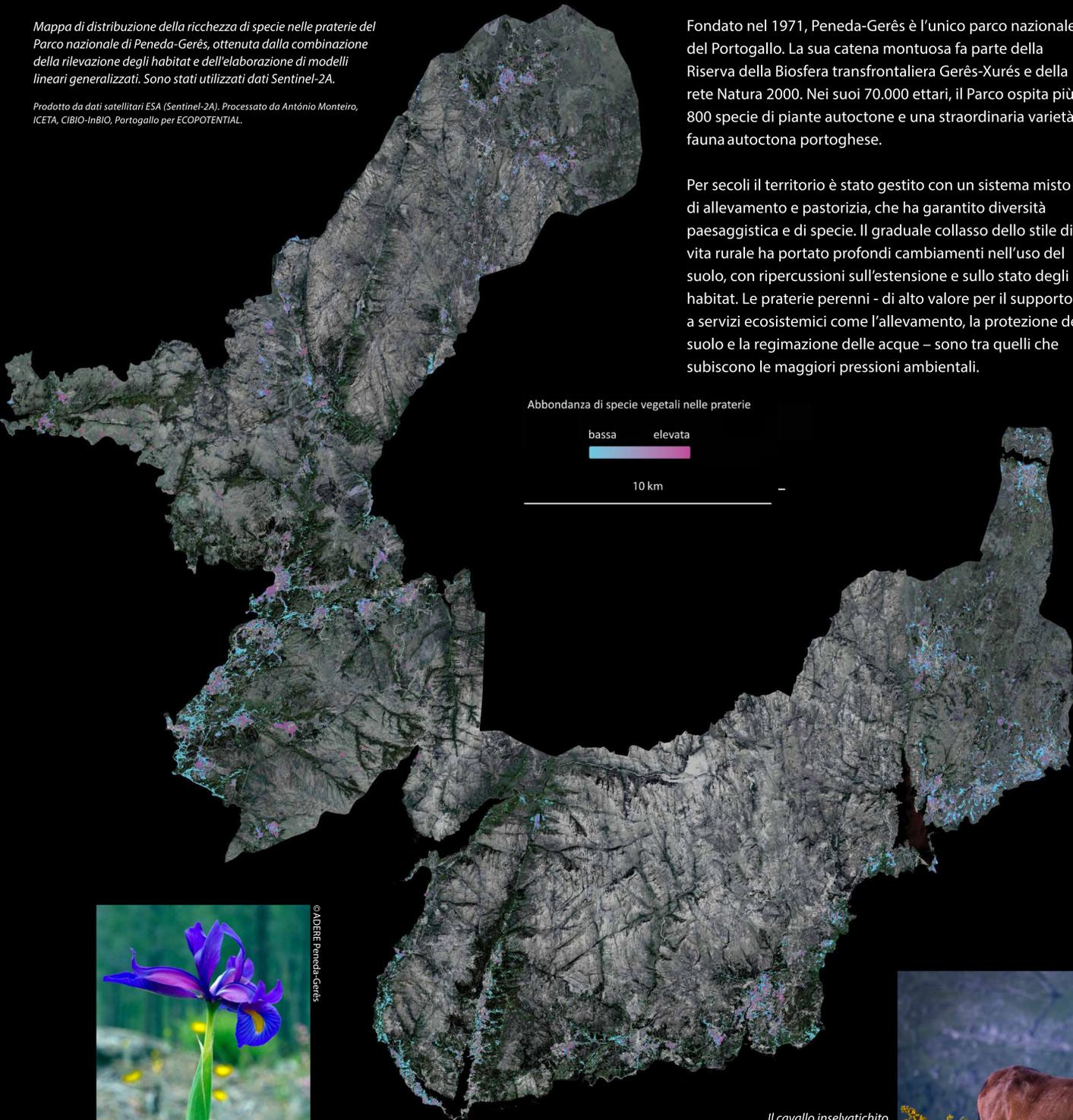
I pascoli d'alta quota sono fondamentali per l'approvvigionamento di fauna e bestiame nel Parco di Peneda-Gerês. Le praterie ricche di specie sono tra gli elementi più apprezzati di questo patrimonio naturale.

Parco nazionale Peneda-Gerês

PORTOGALLO

Mappa di distribuzione della ricchezza di specie nelle praterie del Parco nazionale di Peneda-Gerês, ottenuta dalla combinazione della rilevazione degli habitat e dell'elaborazione di modelli lineari generalizzati. Sono stati utilizzati dati Sentinel-2A.

Prodotto da dati satellitari ESA (Sentinel-2A). Processato da António Monteiro, ICETA, CIBIO-InBIO, Portogallo per ECOPotential.



Fondato nel 1971, Peneda-Gerês è l'unico parco nazionale del Portogallo. La sua catena montuosa fa parte della Riserva della Biosfera transfrontaliera Gerês-Xurés e della rete Natura 2000. Nei suoi 70.000 ettari, il Parco ospita più di 800 specie di piante autoctone e una straordinaria varietà di fauna autoctona portoghese.

Per secoli il territorio è stato gestito con un sistema misto di allevamento e pastorizia, che ha garantito diversità paesaggistica e di specie. Il graduale collasso dello stile di vita rurale ha portato profondi cambiamenti nell'uso del suolo, con ripercussioni sull'estensione e sullo stato degli habitat. Le praterie perenni - di alto valore per il supporto a servizi ecosistemici come l'allevamento, la protezione del suolo e la regimazione delle acque - sono tra quelli che subiscono le maggiori pressioni ambientali.

Un'alta biodiversità in queste praterie è importante per garantirne il funzionamento. Per decenni, le praterie sono state gradualmente abbandonate e invase da macchia e boschi, aumentando la loro vulnerabilità agli incendi e all'invasione di specie non autoctone. Per far fronte a tale declino, i gestori dei parchi valutano la distribuzione, lo stato e la connettività delle praterie ricche di specie, e adottano idonee strategie di gestione.

Il progetto ECOPotential usa un duplice approccio: il rilevamento delle praterie e l'uso di modelli statistici per la biodiversità. I dati satellitari, ottenuti sfruttando la capacità di riflettere la radiazione solare della vegetazione, sono usati per produrre una serie temporale di mappe degli habitat delle praterie. I dati sulla diversità vegetale raccolti sul campo sono utilizzati per creare un modello di biodiversità che assegna un valore di abbondanza di specie a ciascun prato mappato. Ciò consente ai gestori di identificare e gestire le praterie ad alto livello di biodiversità, alle quali è attribuita priorità di conservazione dall'UE nell'ambito della direttiva Habitat. Questo approccio può tracciarne le variazioni nel tempo e anticipare future alterazioni dovute ai cambiamenti globali.



Un sistema agricolo tradizionale, con terreni erbosi terrazzati, sostenuti da antichi muretti a secco di granito.



Il giglio di Gerês (*Iris boissieri*) è un endemismo iberico e una delle oltre 800 specie di piante autoctone del Parco di Peneda-Gerês.



Il cavallo inselvatichito autoctono, conosciuto come "Garrano do Gerês" (cavallo piccolo di Gerês). In primo piano una pianta di ginestra spinosa (*Ulex europaeus*).



© Apostolos Trichas/NHMUK

La specie endemica di lucertola di Creta, *Podarcis cretensis*.

La zona alpina delle Montagne Bianche, vista da Roussies.



© Antonis Sakelaris/FORTH

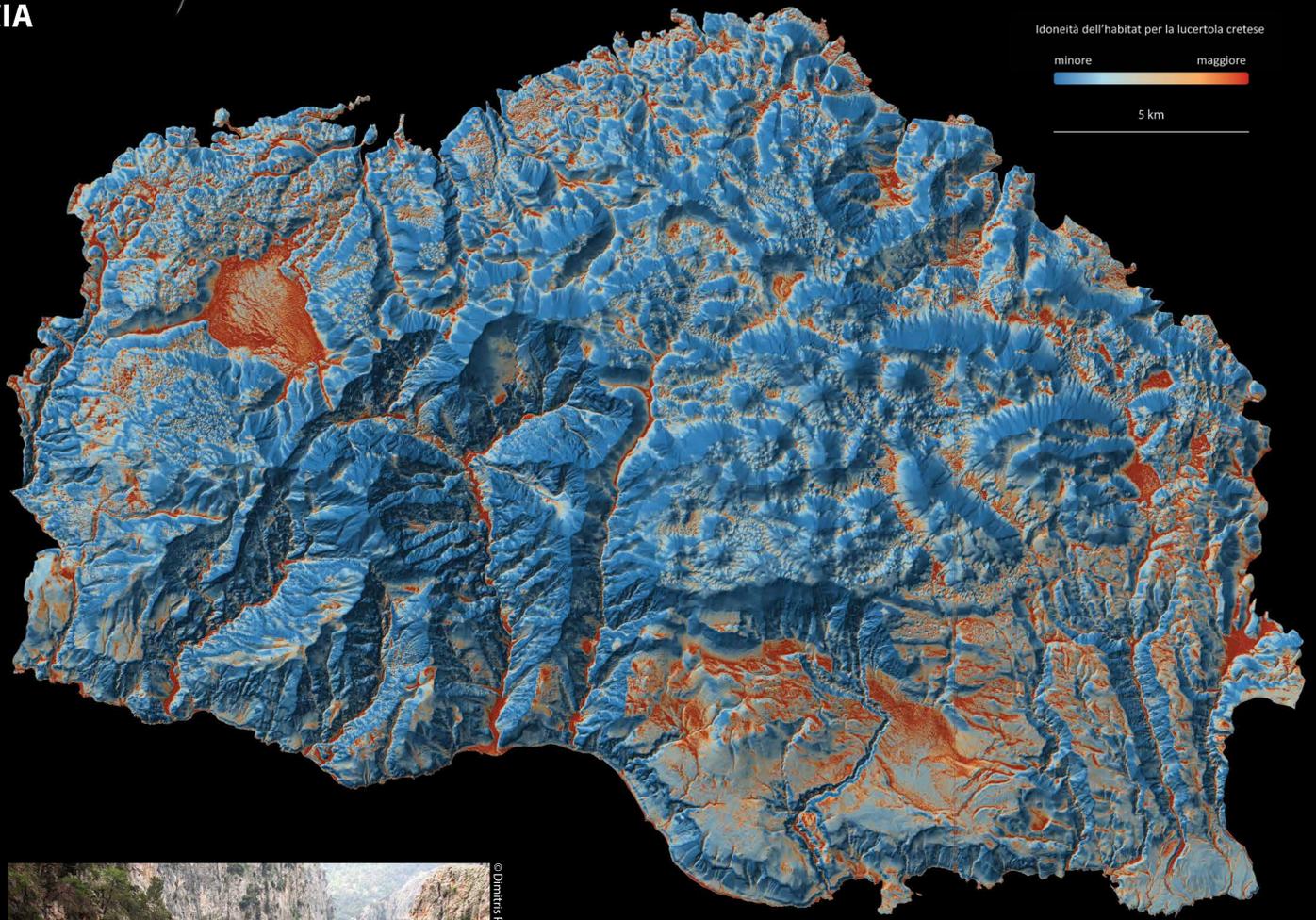
Samaria

GRECIA

Crete è una delle isole più grandi del Mediterraneo. Con oltre 1.000 km di costa, è famosa per le sue spiagge sabbiose ed è una nota meta turistica. L'isola ospita una serie di importanti ecosistemi mediterranei, che includono duecento zone umide e tre massicci montuosi. Le Montagne Bianche a ovest, il più grande massiccio dell'isola, ha molte gole panoramiche, e la neve sulle cime dura fino a maggio. Situato in queste montagne, il Parco nazionale di Samaria protegge una vasta gamma di specie delle montagne mediterranee, tra cui specie endemiche che si possono trovare solo su alcune scogliere o vette.

Samaria ospita sei specie di lucertole, tra le quali quella cretese (*Podarcis cretensis*), endemica della Crete occidentale. Nel Parco, ECO-POTENTIAL usa le osservazioni della Terra per comprendere e prevedere l'habitat preferito dalle lucertole cretesi, utilizzando modelli digitali di superficie per fornire una visione 3D del terreno. Un modello matematico tiene conto di una serie di fattori quali la radiazione solare, l'esposizione al vento e la rugosità del terreno per prevederne la distribuzione spaziale. Questi sono combinati con le registrazioni effettive delle posizioni delle lucertole per testare e migliorare il modello. Inserendo nel modello le proiezioni climatiche, si può prevedere dove si potranno trovare le lucertole in futuro.

Conoscere quali aree sono e saranno importanti per le lucertole è essenziale per la conservazione mirata di questa specie endemica. Le attività umane che minacciano i loro habitat possono essere gestite per preservare meglio l'integrità ecologica del Parco di Samaria, che porta elevate quantità di visitatori e di entrate per l'economia locale.



Mapa dell'idoneità dell'habitat della lucertola di Creta ottenuta dalla combinazione di algoritmi, elaborazioni di dati satellitari e dati di campo.

Elaborato da FORTH per ECO-POTENTIAL.



La pastorizia è un'attività tradizionale delle Montagne Bianche.

© Dimitris Foursandis/FORTH



Un'ampia visuale dall'alto della gola di Aradena.

© Dimitris Foursandis/FORTH

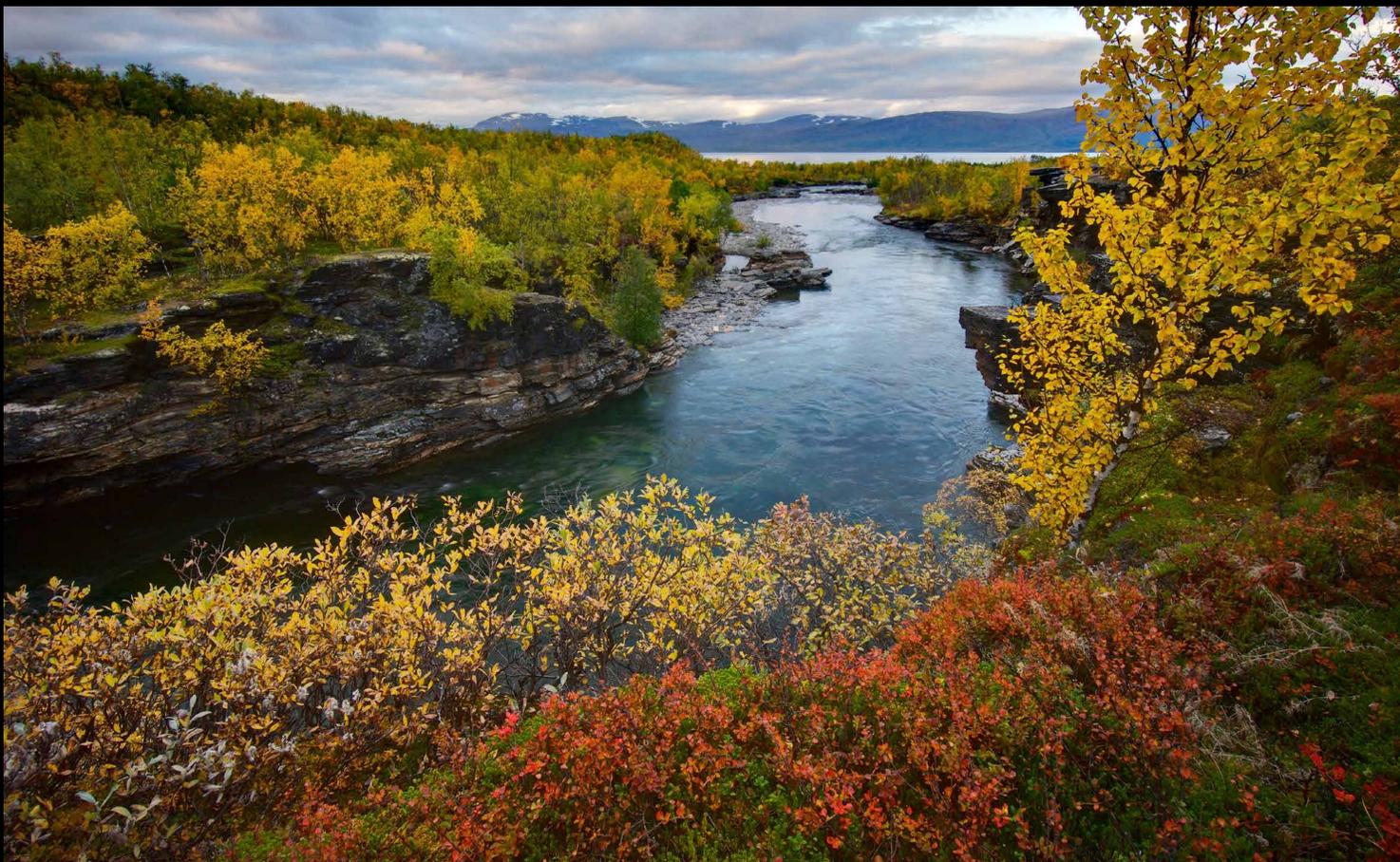


© Dimitris Foursandis/FORTH

La gola di Samaria prende il nome dal villaggio che si trova nella parte centrale della gola (nella foto).



Questo progetto è finanziato dall'Unione Europea



© Scott Wilson



Le danze dell'Aurora Boreale nelle notti più limpide tra settembre e aprile.

© Scott Wilson



L'Abiskojåkka (Fiume Abisko) si trova nel cuore del Parco nazionale di Abisko.

Abisko

SVEZIA

Il Parco nazionale Abisko, situato 200 km a nord del Circolo Polare Artico in Svezia, è stato fondato nel 1909 per proteggere la valle di Abiskojåkka, che ospita specie rare di piante e animali. Situato nelle vicinanze della valle di Lapporten, offre la possibilità di ammirare l'aurora boreale e rappresenta la meta ideale per vivere il paesaggio montano del nord della Svezia.

La flora e la fauna di Abisko sono caratteristiche delle regioni artiche e subpolari. Sono comuni uccelli artici, alci, linci e ghiottoni. Le renne semi-domestiche, allevate dagli indigeni Sami, vagano tra la tundra e le praterie alpine.

Il Parco si trova al confine tra due importanti ecosistemi. Qui, il limite settentrionale della foresta boreale di betulle incontra le frange meridionali della tundra.

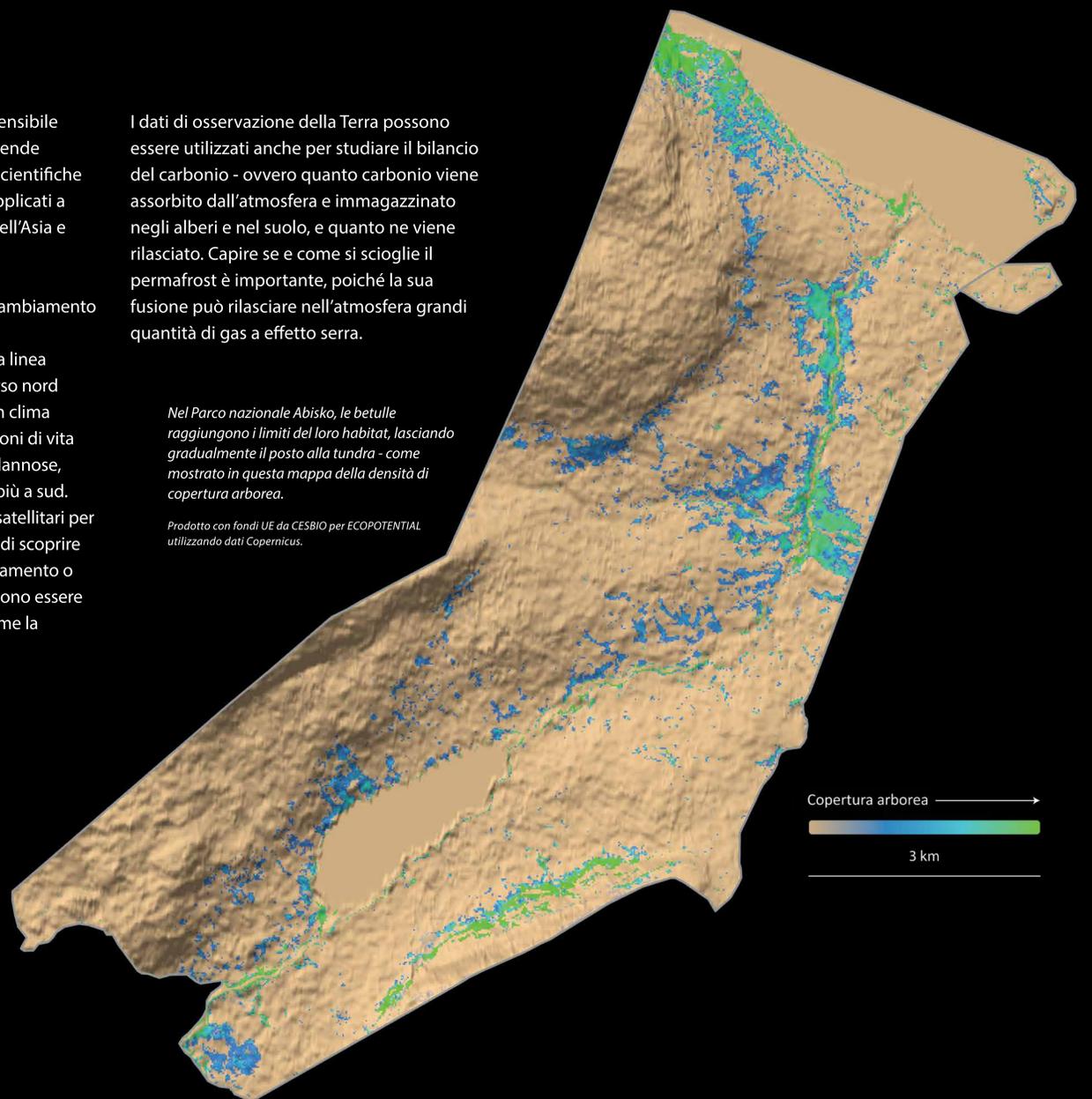
Tale zona di transizione è molto sensibile al cambiamento climatico, il che rende Abisko interessante per ricerche scientifiche i cui risultati potrebbero essere applicati a una vasta area del nord Europa, dell'Asia e dell'America.

Gli scienziati si chiedono come il cambiamento climatico influenzerà il paesaggio: all'aumentare della temperatura, la linea degli alberi potrebbe avanzare verso nord e verso l'alto. Allo stesso tempo, un clima più caldo migliorerebbe le condizioni di vita di alcune specie di insetti, talune dannose, che spingerebbero la stessa linea più a sud. ECOPotential utilizza immagini satellitari per rilevare la linea degli alberi, al fine di scoprire se la foresta avanzerà con il riscaldamento o si ritirerà a causa degli insetti. Possono essere monitorati anche altri processi, come la crescita della vegetazione.

I dati di osservazione della Terra possono essere utilizzati anche per studiare il bilancio del carbonio - ovvero quanto carbonio viene assorbito dall'atmosfera e immagazzinato negli alberi e nel suolo, e quanto ne viene rilasciato. Capire se e come si scioglie il permafrost è importante, poiché la sua fusione può rilasciare nell'atmosfera grandi quantità di gas a effetto serra.

Nel Parco nazionale Abisko, le betulle raggiungono i limiti del loro habitat, lasciando gradualmente il posto alla tundra - come mostrato in questa mappa della densità di copertura arborea.

Prodotto con fondi UE da CESBIO per ECOPotential utilizzando dati Copernicus.



Copertura arborea →
3 km



© Scott Wilson

Lapporten, la grande valle a U formata dall'erosione glaciale, è il simbolo distintivo di Abisko.



© Scott Wilson

Le betulle del limite degli alberi modellate dal vento. Il Parco nazionale Abisko si trova nella valle e sul fianco della montagna, dietro le betulle.

Le zone umide, dominate dagli eriofori (*Eriophorum scheuchzeri*), rappresentano un'importante riserva di carbonio.



© Scott Wilson



Questo progetto è finanziato dall'Unione Europea



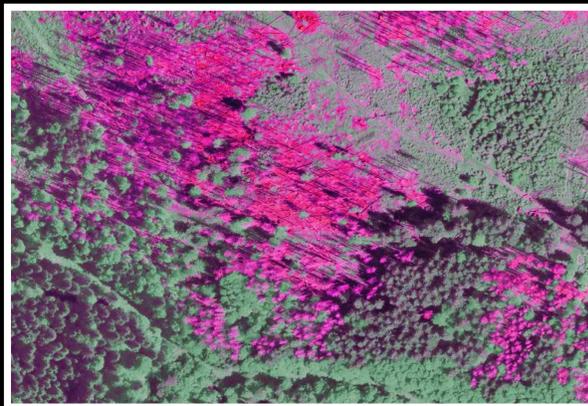
L'aconito napello (*Aconitum napellus*), una suggestiva specie di montagna, beneficia della luce che è stata resa disponibile dalla caduta degli alberi.



Parco nazionale della Foresta Bavarese GERMANIA

Il Normalized Difference Vegetation Index (NDVI: Indice Differenziale Normalizzato della Vegetazione) indica la presenza e lo stato di salute della vegetazione. Le aree leggermente rosse, che hanno valori più bassi di NDVI, sono state colpite dall'invasione di parassiti (scotilidi) dell'abete rosso.

Immagine Landsat-8 (11 luglio 2016) gentilmente concessa dal programma Landsat dell'USGS/NASA.



Le immagini all'infrarosso rivelano il mosaico di foresta sana (in verde chiaro e grigio) e alberi morti o legno morto a terra (in rosa e viola).

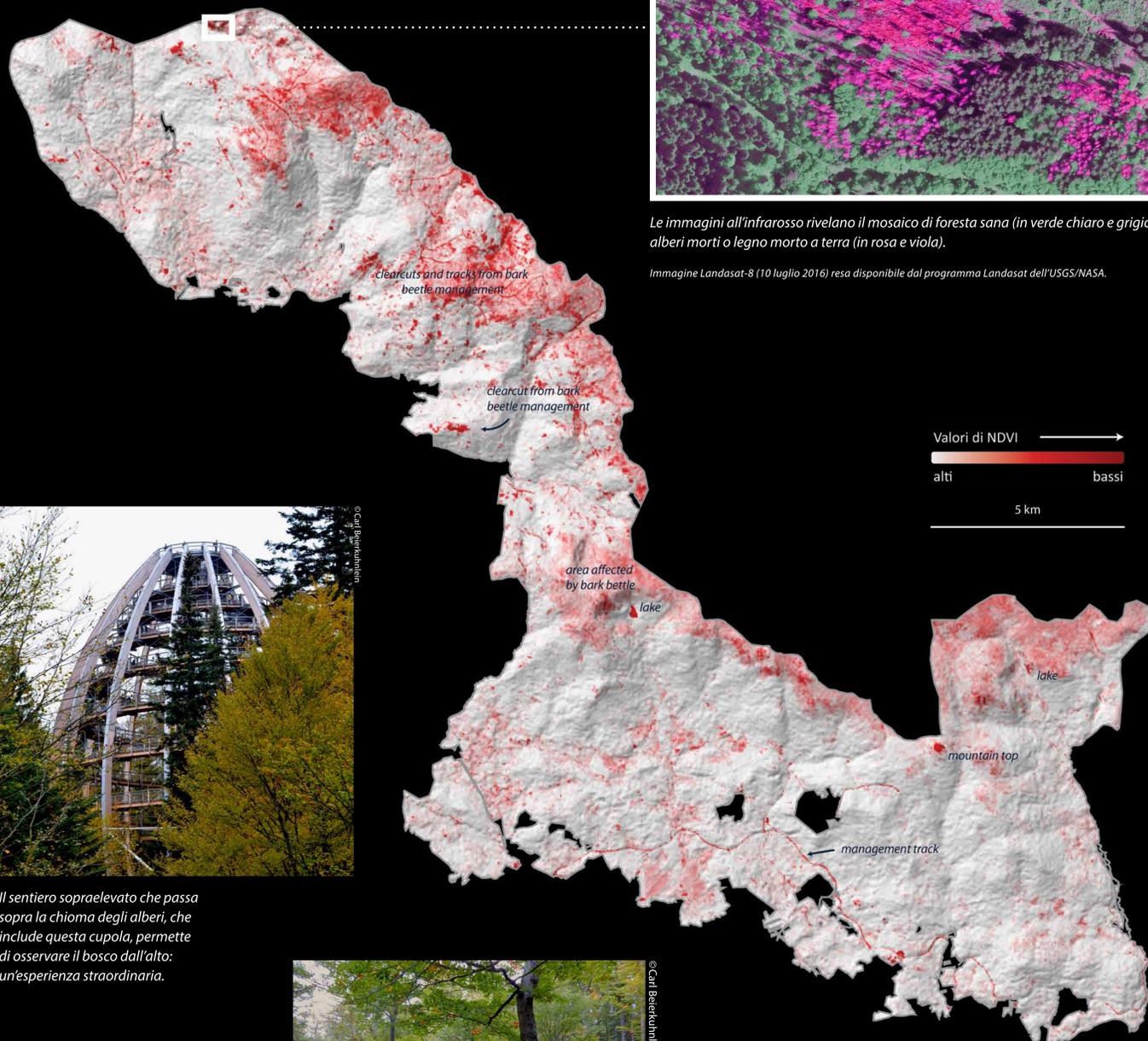
Immagine Landsat-8 (10 luglio 2016) resa disponibile dal programma Landsat dell'USGS/NASA.

Il Parco nazionale della Foresta Bavarese e il vicino Parco nazionale Šumava (Repubblica Ceca) formano la più grande area di foresta ed uno dei pochissimi ecosistemi forestali naturali dell'Europa centrale. Costituita nel 1970, questa area protetta, ricca di sorgenti, torrenti e fiumi è stata il primo parco nazionale della Germania. Oltre alle foreste di latifoglie e di conifere, le sue zone umide e le torbiere rappresentano habitat importanti con un alto valore per la conservazione della natura.

La diversità delle specie arboree del Parco è relativamente bassa per via di fattori naturali. Ciò rende la foresta particolarmente sensibile al cambiamento delle condizioni ambientali. Ad esempio, alle quote più basse, le ex piantagioni di abete rosso (che è naturalmente dominante solo sulle creste più alte) stanno scomparendo per cause naturali, e l'abete viene sostituito da altre specie decidue come il faggio.

A quote più alte, le infestazioni di scotilidi (una specie di coleottero) negli ultimi decenni hanno causato una moria delle foreste di conifere: la diffusione degli scotilidi è stata facilitata dalla combinazione di inverni miti e estati calde, secche e prolungate. Sebbene la rigenerazione e la naturale sostituzione di specie (detta "successione ecologica") siano in corso, il processo è lento perché le specie erbacee inibiscono la rigenerazione degli alberi, ostacolata anche dalle piogge acide, dagli eventi climatici estremi e dall'inquinamento atmosferico.

In ECO-POTENTIAL, dati satellitari e a terra vengono usati per investigare l'evoluzione della vegetazione, e in particolare per individuare quali sono le piante dominanti, per associare le caratteristiche dell'habitat al terreno e per seguire i movimenti degli animali. Il Parco sta conducendo ricerche sulla rigenerazione degli alberi, sul ruolo del legno morto e sull'impatto del riscaldamento globale e degli eventi climatici estremi sullo sviluppo di tali ecosistemi.



Il sentiero sopraelevato che passa sopra la chioma degli alberi, che include questa cupola, permette di osservare il bosco dall'alto: un'esperienza straordinaria.



Le dinamiche naturali di vita e morte della vegetazione creano una struttura diversificata della foresta e molti habitat favorevoli a un gran numero di animali, piante e funghi.



© Juliette Tour du Valat



© Marc Thibault Tour du Valat

La Camargue ospita l'unica colonia di fenicotteri (*Phoenicopterus roseus*) in Francia. Questa specie nidifica nelle isole all'interno delle lagune, comprese quelle sfruttate per la produzione di sale.

La Camargue

FRANCIA

La Camargue si trova sul delta del fiume Rodano, nel sud della Francia. Questo sito Unesco e Riserva della Biosfera si estende per 1.450 km² nell'entroterra e per 480 km² nel Mediterraneo. Include zone umide caratteristiche intervallate da risaie e saline, tra cui stagni di acqua dolce, praterie umide, canneti, paludi salmastre, laghetti temporanei e lagune.

Una complessa rete di canali d'irrigazione e di drenaggio pompa circa 730 milioni di metri cubi di acqua dolce ogni anno dal Rodano alla Camargue, per bilanciare l'arginamento del fiume ed evitare la salinizzazione del suolo. Quest'acqua, impiegata principalmente nella produzione di riso, aiuta anche a mantenere o incrementare l'ecoturismo, la conservazione della natura, la caccia all'avifauna, la pesca, la raccolta delle canne e il pascolo del bestiame. Nella parte meridionale dell'area, ogni anno, vengono pompate 100 milioni di metri cubi di acqua marina nelle lagune per la produzione di sale.



Preservare le zone umide e i servizi della Camargue, nonché la flora e la fauna tipiche del Mediterraneo, è una sfida. L'equilibrio tra ecosistemi umidi e secchi, di acqua dolce e salata, è minacciato dai cambiamenti climatici che influenzano la piovosità, le portate del fiume e il livello del mare. Il mercato globale può inoltre modificare lo sfruttamento delle risorse e avere un impatto sulla pianificazione territoriale e sull'assegnazione delle risorse idriche.

Il monitoraggio a breve e lungo termine della Camargue è necessario per gestire le zone umide, al fine di preservare l'integrità di queste e dei servizi che forniscono. ECOPOTENTIAL fornisce informazioni ricavate da dati satellitari per monitorare la dinamica idrica stagionale delle zone umide e i cambiamenti nella copertura del suolo e nei tipi di colture. I ricercatori stanno analizzando le proiezioni climatiche per il 2050 e il 2100 per valutare l'impatto potenziale dei cambiamenti climatici sull'idrologia. Tali informazioni potranno essere utilizzate per adottare misure di gestione e adattamento delle zone umide.

© Damien Cochet Tour du Valat

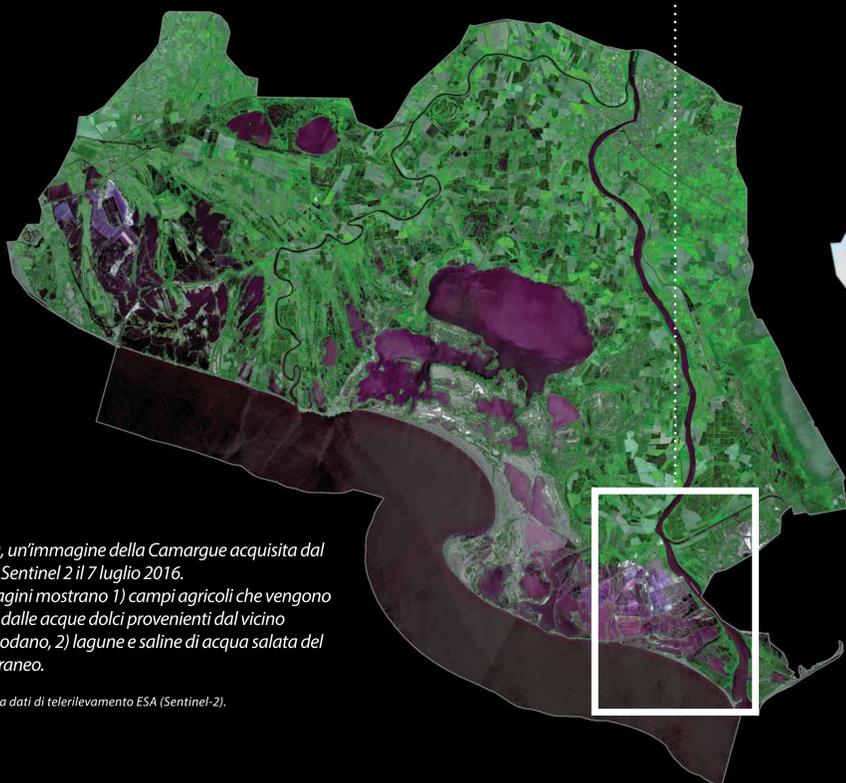


Il pascolo dei tori e dei cavalli della Camargue aumenta la capacità delle paludi mediterranee di ospitare i limicoli migratori e le anatre svernanti.



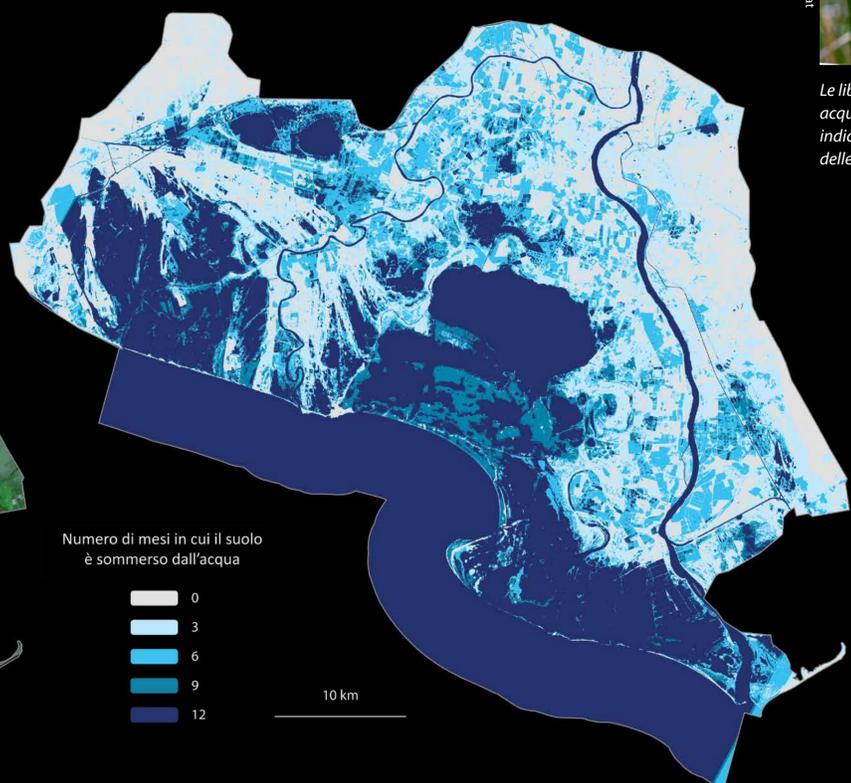
© Philippe Lambert Tour du Valat

Le libellule hanno uno stadio larvale acquatico e fungono da buoni indicatori della qualità dell'acqua delle paludi.



A destra, un'immagine della Camargue acquisita dal satellite Sentinel 2 il 7 luglio 2016. Le immagini mostrano 1) campi agricoli che vengono allagati dalle acque dolci provenienti dal vicino Fiume Rodano, 2) lagune e saline di acqua salata del Mediterraneo.

Prodotto da dati di telerilevamento ESA (Sentinel-2).



Quest'immagine mostra il numero di mesi dell'anno durante i quali le diverse aree della Camargue sono allagate.

© Tour du Valat.



Questo progetto è finanziato dall'Unione Europea



©MarcinBukowski.com.pl



Il versante polacco dei Tatra, visto da nord. Il famoso Monte Giewont è visibile insieme alla catena dei Picchi Rossi che si trova lungo il crinale principale.

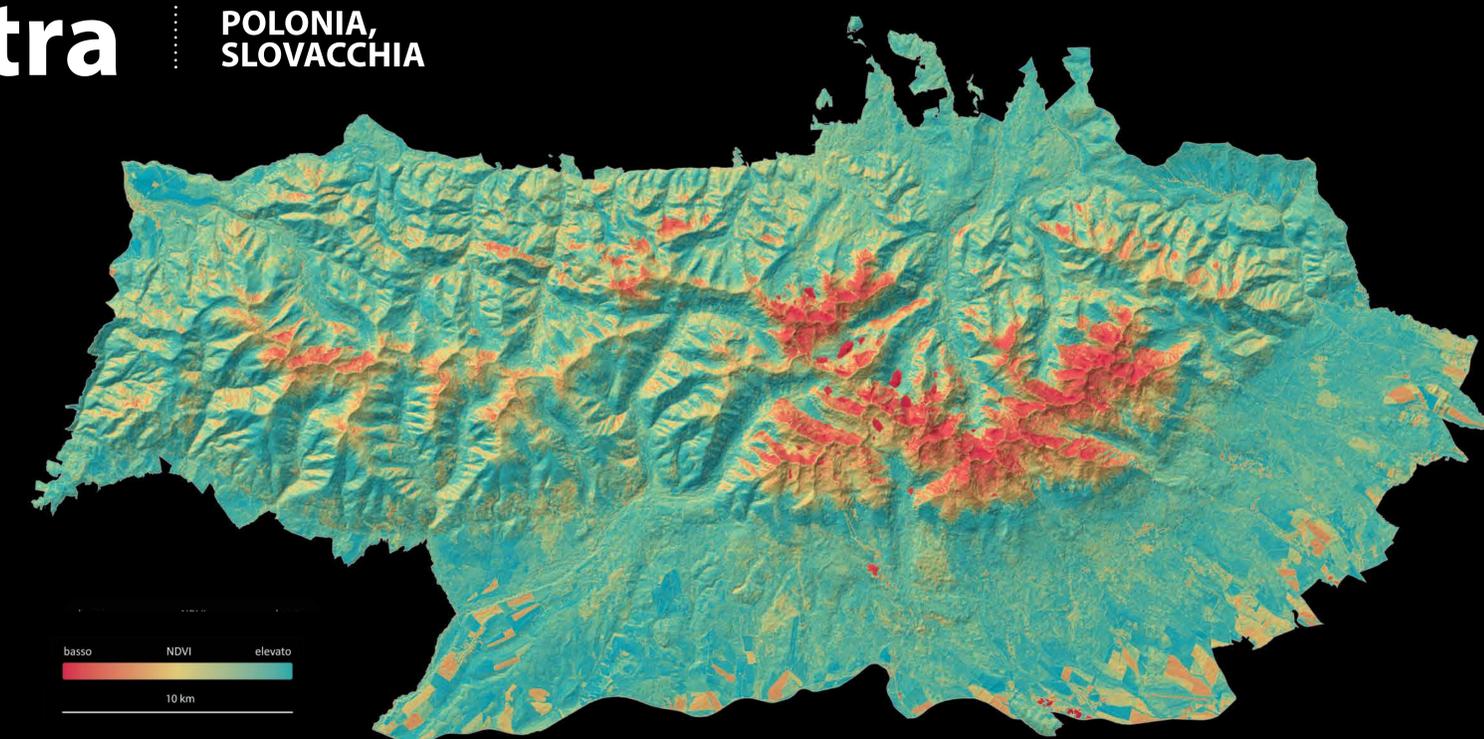
I Monti Tatra

POLONIA, SLOVACCHIA

I Monti Tatra, al confine tra Polonia e Slovacchia, fanno parte della più ampia catena montuosa dei Carpazi. Con una superficie di poco meno di 800 km², sono spesso indicati come la più piccola catena montuosa del mondo. Queste montagne sono protette da due parchi nazionali, uno in Slovacchia e uno in Polonia; entrambi fanno parte della rete Natura 2000 e fanno parte di una Riserva della Biosfera dell'UNESCO.

I Tatra vantano oltre 1.300 specie di piante, che si trovano in boschi misti di conifere, mugheti, praterie alpine e vegetazione rada che sopravvive tra rocce e ghiaioni ad elevate altitudini. Gatto selvatico, lince euroasiatica, lupo, orso bruno e le sottospecie locali del camoscio e della marmotta abitano queste montagne, mentre l'aquila reale, il gufo reale, il gallo cedrone e il fagiano di monte sono solo alcuni degli uccelli che si possono trovare.

Circa due terzi dei Tatra sono coperti da foreste. Pratiche forestali poco sostenibili (soprattutto nell'Ottocento e fino agli anni Trenta) hanno portato alla diffusione dell'abete rosso al posto della faggeta mista naturale nella zona montana inferiore, con la creazione di foreste a scarsa biodiversità: una "monocultura", che tende ad essere meno resistente ai cambiamenti climatici, alle tempeste, alle infestazioni di scotilidi o ad altri fattori, come l'inquinamento o la scarsità d'acqua. Come risultato, negli ultimi decenni, i Tatra hanno subito una massiccia perdita di abete rosso. Una tale moria offre



tuttavia alla natura la possibilità di recuperare e di ritornare gradualmente agli ecosistemi forestali misti più naturali.

ECOPOTENTIAL offre l'opportunità di studiare tali processi attraverso l'uso di dati satellitari che, supportati da immagini aeree e osservazioni al suolo, consentono di monitorare lo stato di salute delle foreste e le dinamiche di disturbo e recupero dell'ecosistema.

Questa immagine mostra il Normalised Difference Vegetation Index (NDVI: Indice Differenziale Normalizzato della Vegetazione) dei due parchi nazionali che includono i Monti Tatra, acquisita nell'ottobre 2017 dal satellite Sentinel2. Le aree verdi/turchesi indicano le aree in cui la vegetazione è in buone condizioni, quelle gialle indicano vegetazione scarsa dovuta a cause naturali o a disturbi nell'ecosistema, mentre le aree rosse indicano aree dove la vegetazione è molto scarsa o inesistente, situate principalmente a quote elevate. Le immagini satellitari possono essere integrate con misure a terra per un'analisi più precisa.

Prodotto per ECOPOTENTIAL da Levi Westerveld (GRID-Arendal) a partire da dati di telerilevamento ESA (Sentinel 2) - 02 ottobre 2017.

©Stock/eng3D



Orso bruno (*Ursus arctos*)



Valle di Kościeliska nei Tatra polacchi. Gli abeti rossi nella zona montana inferiore fiancheggiano il prato a valle.



La stessa area dopo una tempesta nel 2013.



Questo progetto è finanziato dall'Unione Europea



© Greg Lecoeur/www.greglecoeur.com



Un capodoglio solitario (*Physeter macrocephalus*) affiora per respirare.

Santuario Pelagos

ITALIA, MONACO, FRANCIA

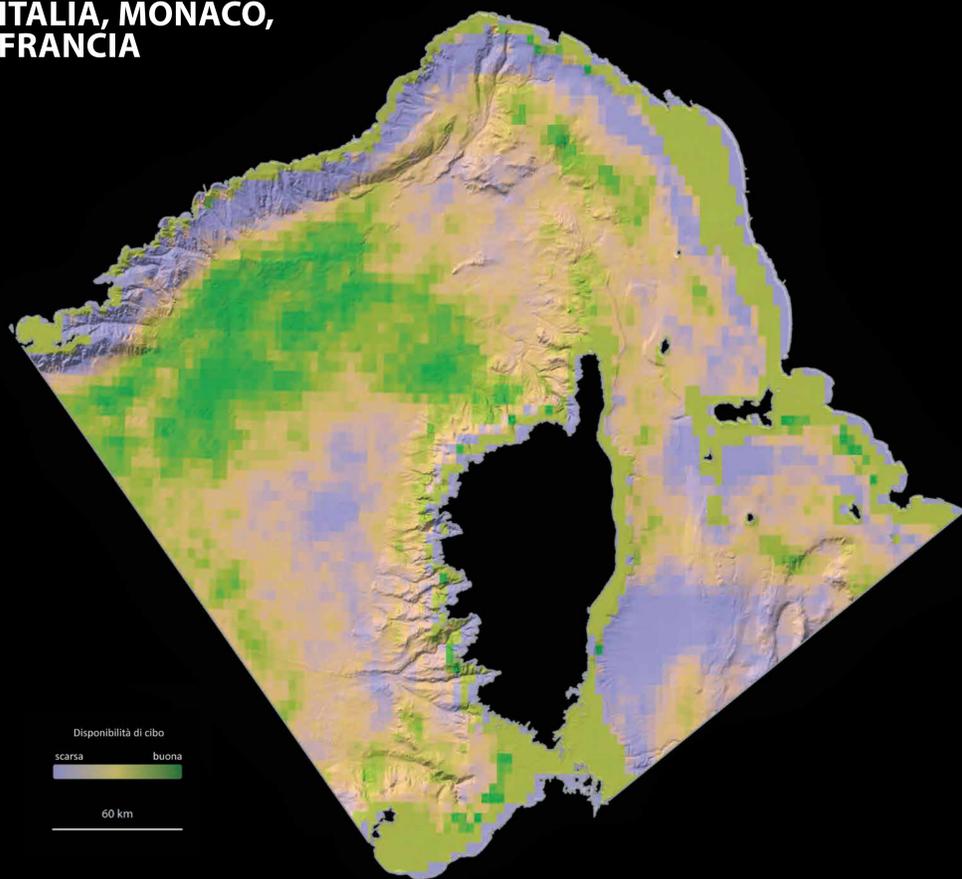
Nel Mediterraneo vivono molte specie di balene e delfini, che condividono il loro habitat con le attività umane: il trasporto marittimo, le esercitazioni militari, le ricerche di petrolio e gas, il turismo, la nautica, le attività ricreative e la pesca commerciale.

Tali attività sono potenzialmente dannose per i cetacei. Ad esempio, la pesca intensiva determina scarsità di cibo e li sottopone al rischio di impigliarsi negli attrezzi da pesca, mentre la prospezione di petrolio e gas genera alti livelli di rumore e di inquinamento sottomarini. Però, il pericolo maggiore

deriva dal rischio di collisioni con navi e imbarcazioni. Studiare gli spostamenti di questi mammiferi marini nel Mediterraneo è un passo importante verso l'attuazione di misure volte a proteggerli.

Il progetto ECOPOTENTIAL lavora per combinare immagini satellitari, dati di campo e modelli ecologici con informazioni provenienti dagli operatori di *whale-watching* e di navi commerciali. Lo studio è focalizzato nel Santuario Pelagos per i Mammiferi Marini nel Mediterraneo, un'area marina internazionale tra la Francia continentale, l'Italia e la Corsica.

Fino a qualche anno fa, non era ipotizzabile monitorare singoli animali via satellite. Insieme al *British Antarctic Survey*, ECOPOTENTIAL sta utilizzando immagini ad altissima risoluzione per individuare le balenottere comuni da satellite. Tali immagini, combinate con modelli ecologici, dati sul traffico marittimo e sulle aree di osservazione delle balene, offrono un quadro dei loro spostamenti, dei rischi (ad esempio, quelli derivanti dal trasporto marittimo) e dei benefici (derivanti dal *whale watching*). Queste informazioni aiutano ad individuare i settori ad alta priorità per i mammiferi marini e per le attività umane.



Mappe delle aree più ricche di cibo per le balene nel Santuario. È stata ricavata a partire dall'andamento della produttività marina basata sui livelli di clorofilla (2003-2016).

Fonte dei dati: Commissione europea, DG Joint Research Centre, Direzione D - Risorse sostenibili, Unità D.02 Risorse idriche e marine, <https://fishreg.jrc.ec.europa.eu/fish-habitat>.



© Retiys/S. Panigada

Balena con cicatrici attorno alla pinna dorsale compatibili con lo scontro con un'imbarcazione.



© Scott Lewis/ETHS

Balena morta impigliata sulla prua di una nave dopo l'urto.



© F. Bardhini/ETHS

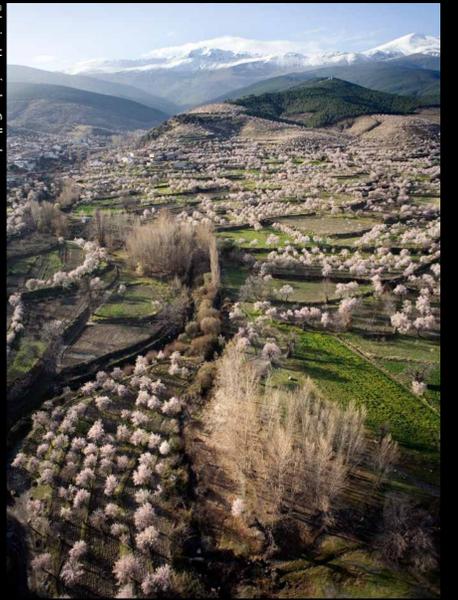
Alcuni turisti avvistano una balena da una barca a vela.



Questo progetto è finanziato dall'Unione Europea



Quando la neve si scioglie in primavera, l'acqua raggiunge i ruscelli e ricarica le falde acquifere.



Le cime della Sierra Nevada sono circondate da pascoli e colture che forniscono servizi a più di 90.000 abitanti che vivono nell'area protetta. La gestione delle risorse idriche è fondamentale per sostenere l'attività economica e il funzionamento dell'ecosistema.

Sierra Nevada SPAGNA

Sierra Nevada è un Parco nazionale montano sito in Andalusia (Spagna), che copre più di 2.000 km² e si estende da 860 a 3.482 metri di quota. Le montagne sono circondate da pascoli e colture che forniscono servizi a più di 90.000 abitanti che vivono all'interno dell'area protetta.

A partire dal IX secolo d.C., i coloni musulmani costruirono più di 3.000 km di canali di irrigazione sui pendii delle montagne. Tali canali deviano l'acqua delle sorgenti e dei torrenti posti a quote più alte e la convogliano alle colture, ai pascoli e

alle foreste posti a valle. Questo processo rallenta il ciclo idrologico e migliora l'uso delle risorse idriche. Le attività economiche della Sierra Nevada, tra cui l'agricoltura, il turismo, l'allevamento, lo sci, l'apicoltura e le miniere, sono dipendenti dalla disponibilità di quest'acqua.

Il cambiamento climatico ha alterato l'idrologia, incidendo sia sugli ecosistemi che sulle comunità. Inoltre, la struttura e il funzionamento degli ecosistemi del Parco sono influenzati dalle variazioni d'uso del suolo. Il Parco sta cercando di utilizzare

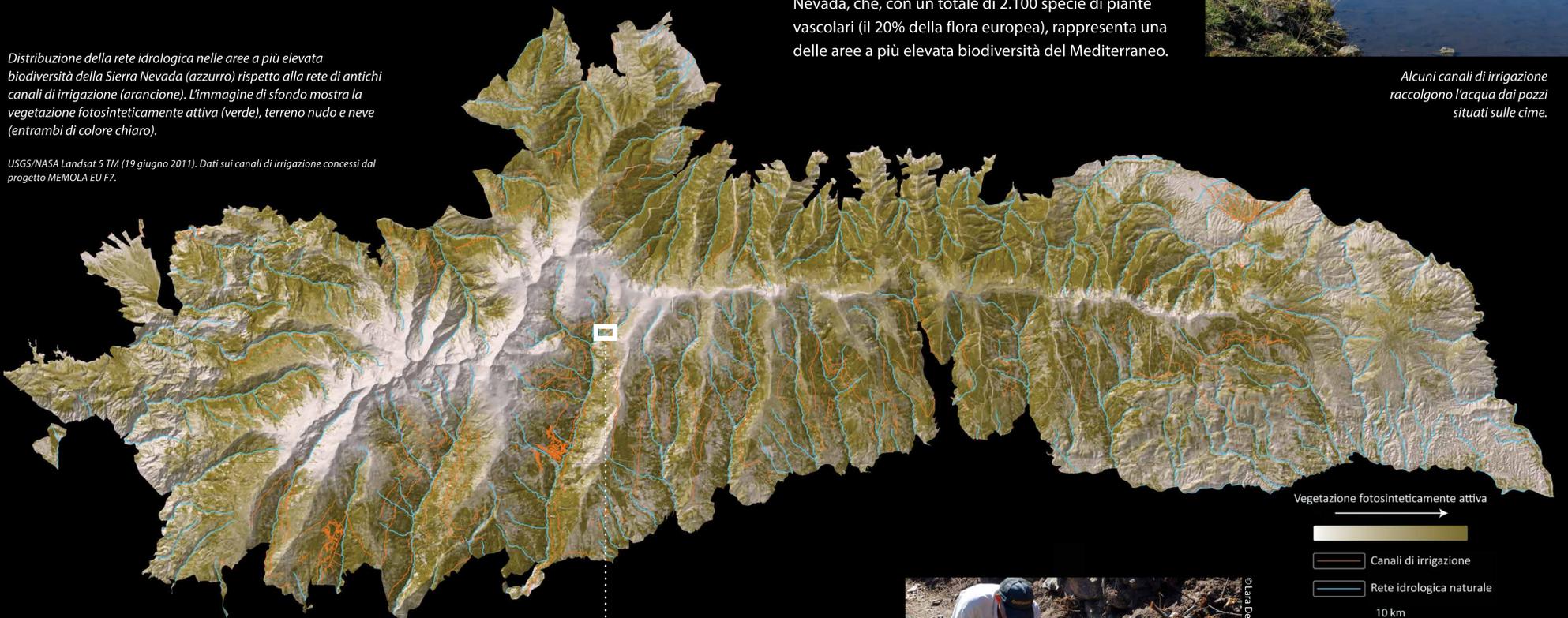
l'antica rete di irrigazione per tamponare gli impatti del cambiamento globale. ECOPOTENTIAL sostiene l'Osservatorio del Cambiamento Globale della Sierra Nevada nell'uso dei dati di osservazione della Terra per testare la validità di queste pratiche. Il progetto LIFE ADAPTAMED EU sta usando le nuove conoscenze per migliorare la gestione degli ecosistemi, ad esempio la piantumazione e il disboscamento delle foreste. La rete di irrigazione è gestita da gestori locali (gli *acequeros*), incaricati della distribuzione dell'acqua a valle. Questa iniziativa aumenterà la resilienza della notevole biodiversità della Sierra Nevada, che, con un totale di 2.100 specie di piante vascolari (il 20% della flora europea), rappresenta una delle aree a più elevata biodiversità del Mediterraneo.



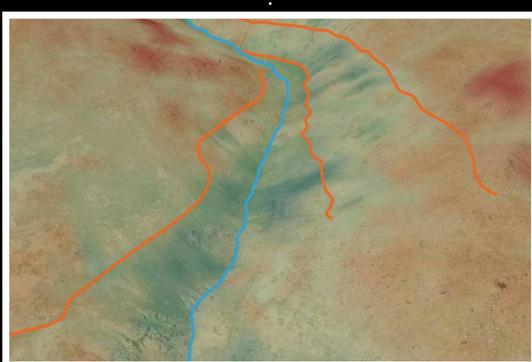
Alcuni canali di irrigazione raccolgono l'acqua dai pozzi situati sulle cime.

Distribuzione della rete idrologica nelle aree a più elevata biodiversità della Sierra Nevada (azzurro) rispetto alla rete di antichi canali di irrigazione (arancione). L'immagine di sfondo mostra la vegetazione fotosinteticamente attiva (verde), terreno nudo e neve (entrambi di colore chiaro).

USGS/NASA Landsat 5 TM (19 giugno 2011). Dati sui canali di irrigazione concessi dal progetto MEMOLA EU F7.



Questi canali di irrigazione forniscono acqua alle colture, ai pascoli e alle foreste a valle. Tale processo rallenta il ciclo idrologico in montagna.



L'effetto dell'irrigazione fornita dai canali di irrigazione quantificato via satellite. Questa immagine (NDVI calcolato sulla base di un'immagine Landsat acquisita il 19 giugno 2011) mostra le differenze tra i pascoli più produttivi sotto il canale (verde) e quelli meno produttivi sopra il canale (rosso).



Un gestore idrico locale compie un intervento di manutenzione di un canale di irrigazione.



© Jean-François Bague, Réunion



Il petrello di Barau (*Pterodroma barau*), un uccello marino endemico che nidifica negli altipiani della Riunione.

© Martin Rietmüller, LIFE-Petrels



Paesaggio agricolo e naturale dell'Isola della Riunione.

Isola della Riunione FRANCIA

L'Isola della Riunione è un distretto francese d'oltremare situato nell'Oceano Indiano, ad est del Madagascar. È sede di uno dei vulcani più attivi al mondo, il *Piton de la Fournaise*, patrimonio mondiale dell'UNESCO dal 2010.

Il ciclo di creazione e distruzione delle rocce è molto evidente nell'isola e inizia con l'attività vulcanica. Con il tempo la lava viene coperta dalle piante, le radici sgretolano le rocce e insieme a pioggia, vento e sole iniziano il processo di erosione, modificando il paesaggio, creando e sottraendo nicchie ecologiche da colonizzare.

La topografia pronunciata e iconica dell'isola, che raggiunge i 3.070 metri sul livello del mare, sostiene ecosistemi con un elevato grado di biodiversità. Dalle vette, con arbusteti subalpini e foreste lussureggianti lungo le pendici dei rilievi, si scende fino alla costa, dove si trovano suoli coltivati e aree urbane. Gli habitat marini intorno all'isola includono barriere coralline, coste rocciose e fondali sabbiosi.

L'arrivo degli esseri umani sull'isola, 350 anni fa, ha portato ad una massiccia estinzione di specie locali e all'introduzione di specie non native, che continuano a trasformare gli habitat autoctoni. Nel corso degli ultimi trent'anni, l'Isola della Riunione ha subito rapidi cambiamenti nell'uso del suolo e una forte intensificazione delle attività umane, alimentati dalla crescita demografica e dallo sviluppo economico.

Circa la metà delle 230 specie autoctone (endemiche) è in pericolo. Per proteggere queste specie e gli ecosistemi in cui vivono, il Parco della Riunione copre il 42% dell'isola, soprattutto nell'entroterra. La maggior parte delle scogliere coralline marginali situate lungo la costa occidentale e meridionale sono protette nella Riserva naturale marina della Riunione.

La ricerca scientifica svolta nell'ambito del progetto ECOPOTENTIAL si concentra sulla copertura del suolo, sul ciclo dell'acqua e sul monitoraggio delle aree protette. L'osservazione della Terra



© Esther Baumann

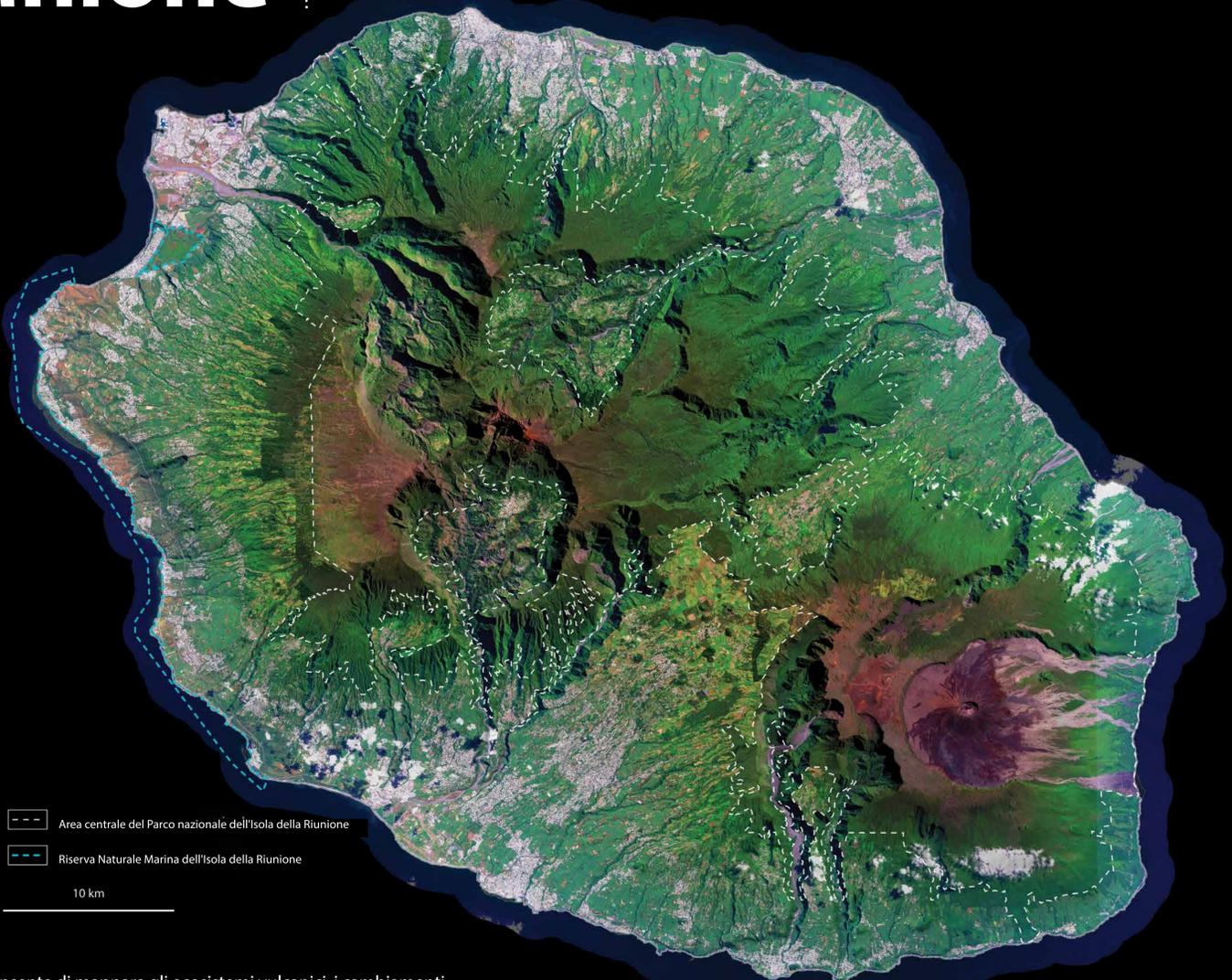
Attività vulcanica.



© Veronique Lambert, Globale, 2013

© Anne Lemahieu, UMR ESPACE-DEV, OSU Réunion

Acrobazie delle megattere al largo della costa ovest dell'Isola della Riunione.



--- Area centrale del Parco nazionale dell'Isola della Riunione
--- Riserva Naturale Marina dell'Isola della Riunione
10 km

consente di mappare gli ecosistemi vulcanici, i cambiamenti nell'uso del suolo e la loro influenza sui servizi ecosistemici. I risultati serviranno per la pianificazione delle aree terrestri e marine, al fine di preservare la bellezza della Riunione e la qualità della vita delle

Dal vulcano attivo e la cima a 3.070 metri sul livello del mare, fino alle barriere coralline lungo la costa occidentale, l'Isola della Riunione offre una grande varietà di paesaggi naturali e antropici.

Immagine Spot 6 acquisita l'08 aprile 2016 - Isola della Riunione © Database Kalideos - CNES, distribuzione Airbus D.S. Tutti i diritti sono riservati.



Laguna della barriera corallina sulla costa occidentale dell'Isola della Riunione.



Questo progetto è finanziato dall'Unione Europea



Le dune dell'isola di Terschelling, nel Wadden, proteggono dal mare e offrono zone di nidificazione a diverse specie di uccelli. Esse fungono anche da dighe, proteggendo la vegetazione arbustiva e le paludi nell'entroterra.



Una ricercatrice preleva campioni dalle distese fangose del Mare di Wadden.

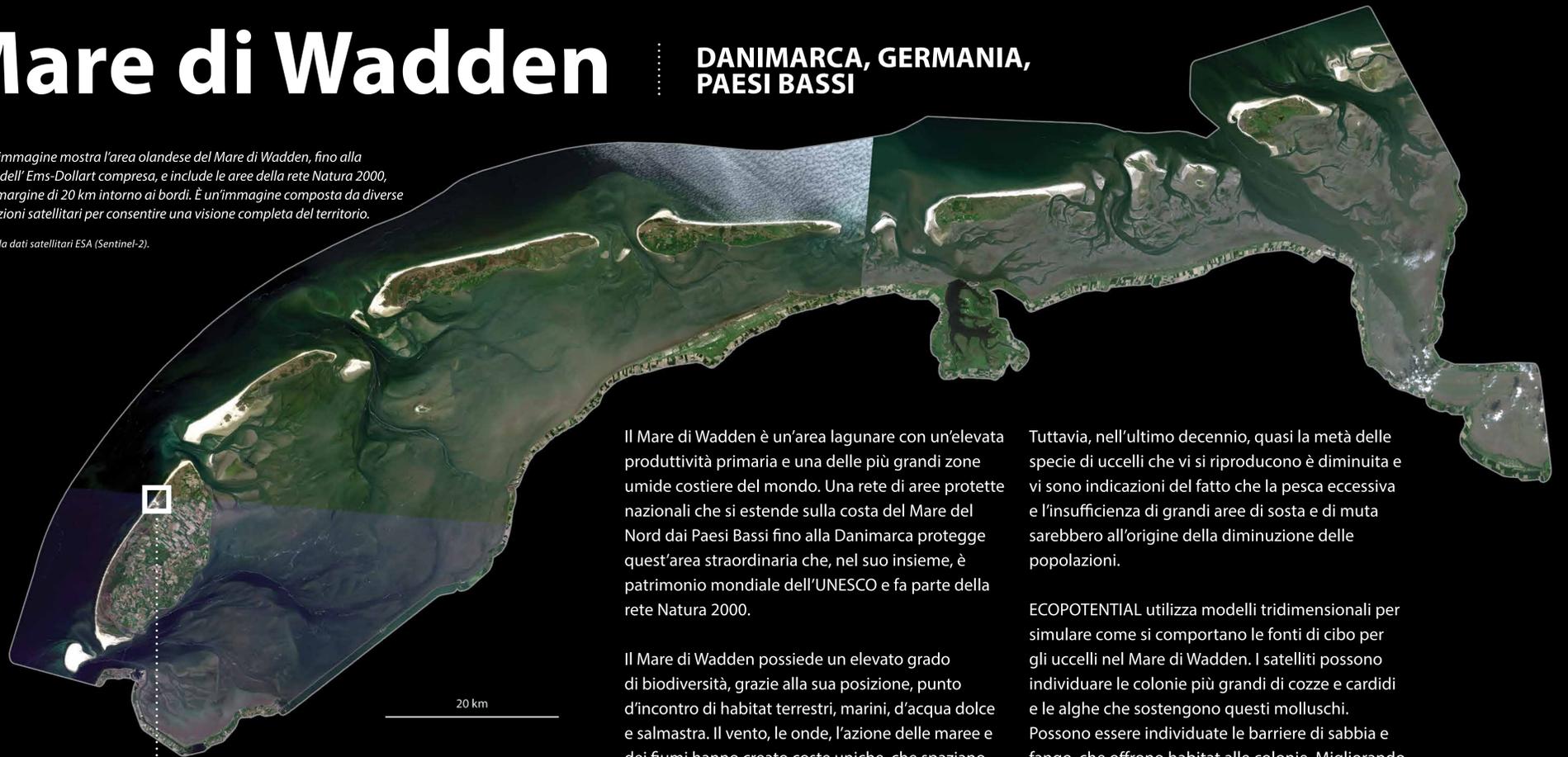


Mare di Wadden

DANIMARCA, GERMANIA, PAESI BASSI

Questa immagine mostra l'area olandese del Mare di Wadden, fino alla regione dell'Ems-Dollart compresa, e include le aree della rete Natura 2000, con un margine di 20 km intorno ai bordi. È un'immagine composta da diverse osservazioni satellitari per consentire una visione completa del territorio.

Prodotta da dati satellitari ESA (Sentinel-2).



Il Mare di Wadden è un'area lagunare con un'elevata produttività primaria e una delle più grandi zone umide costiere del mondo. Una rete di aree protette nazionali che si estende sulla costa del Mare del Nord dai Paesi Bassi fino alla Danimarca protegge quest'area straordinaria che, nel suo insieme, è patrimonio mondiale dell'UNESCO e fa parte della rete Natura 2000.

Il Mare di Wadden possiede un elevato grado di biodiversità, grazie alla sua posizione, punto d'incontro di habitat terrestri, marini, d'acqua dolce e salmastra. Il vento, le onde, l'azione delle maree e dei fiumi hanno creato coste uniche, che spaziano da distese di fango e paludi salmastre a canali profondi. Più di dieci milioni di uccelli vivono nel Mare di Wadden o vi passano seguendo le rotte migratorie poste tra le zone di nidificazione in Artico e i siti di svernamento in Africa. Essi sono attratti dagli alti livelli di nutrienti, apportati dai sistemi fluviali che si riversano nel Mare del Nord, che permettono alle grandi colonie di vongole e cozze, così come ad altre fonti di nutrimento, di prosperare.

Tuttavia, nell'ultimo decennio, quasi la metà delle specie di uccelli che vi si riproducono è diminuita e vi sono indicazioni del fatto che la pesca eccessiva e l'insufficienza di grandi aree di sosta e di muta sarebbero all'origine della diminuzione delle popolazioni.

ECOPOTENTIAL utilizza modelli tridimensionali per simulare come si comportano le fonti di cibo per gli uccelli nel Mare di Wadden. I satelliti possono individuare le colonie più grandi di cozze e cardidi e le alghe che sostengono questi molluschi. Possono essere individuate le barriere di sabbia e fango, che offrono habitat alle colonie. Migliorando l'acquisizione di tali immagini e includendole nel modello si può prevedere come queste specie si diffonderanno nel Mare di Wadden, fornendo agli scienziati informazioni utili sulla loro crescita o riduzione e sulla loro ubicazione. Anche le politiche e le strategie di gestione possono essere integrate nei modelli per capire come l'approvvigionamento di cibo per gli uccelli migratori ne venga influenzato.



Questa immagine evidenzia una riserva ornitologica situata sull'isola di Texel, che attira ogni anno una grande quantità di turisti. È un luogo chiave per il birdwatching e le escursioni naturalistiche che si svolgono in un'area designata come luogo di riproduzione per gli uccelli locali e migratori.

DigitalGlobe (immagini create con ShowMySite); [WorldView 1 Texel] © [2009] DigitalGlobe, Inc. Dati forniti nel contesto del programma ESA Earthnet TPM, attraverso il progetto ESA EohopS gestito da CloudEO.

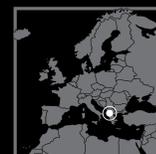


Un gruppo di uccelli segue un peschereccio al suo rientro nella speranza di consumare gli scarti gettati in mare.

Un voltapietre (Arenaria interpres) percorre la spiaggia alla ricerca di cibo in bassa marea.



La trota endemica del lago di Ocrida (*Salmo letnica*), in pericolo di estinzione.



Riproduzione artificiale della trota del Lago di Ocrida (*Salmo letnica*) per il ripopolamento del lago.



I laghi di Ocrida e Prespa

ALBANIA, GRECIA, EX REPUBBLICA IUGOSLAVA DI MACEDONIA

I laghi di Ocrida e Prespa, formati tra 1,3 e 1,9 milioni di anni fa, durante il Pleistocene, sono tra i più antichi del mondo. Nell'ultima glaciazione, questi laghi non sono mai gelati e sono rimasti isolati da altri laghi. Tale condizione ha portato allo sviluppo di numerose specie endemiche.

Questi laghi, così come gli ecosistemi sviluppati al loro interno e nelle aree circostanti, subiscono l'impatto di attività quali il turismo, la pesca eccessiva, l'introduzione di specie esotiche, l'urbanizzazione, il prelievo d'acqua, lo sfruttamento del suolo, l'inquinamento, l'eutrofizzazione e i cambiamenti climatici. La loro posizione al confine tra Albania, ex Repubblica Jugoslava di Macedonia (FYROM) e Grecia pone diversi problemi di gestione.

Il lago di Ocrida registra un incremento dei nutrienti in molte zone costiere, il che favorisce la crescita algale. Per questo e altri motivi, il sito di nidificazione della trota di Ocrida (*Salmo letnica*) si è spostato a

maggiori profondità. Il lago è anche a rischio di una diminuzione di quantità di ossigeno disciolto, che può ridurre la biodiversità del fondo del lago.

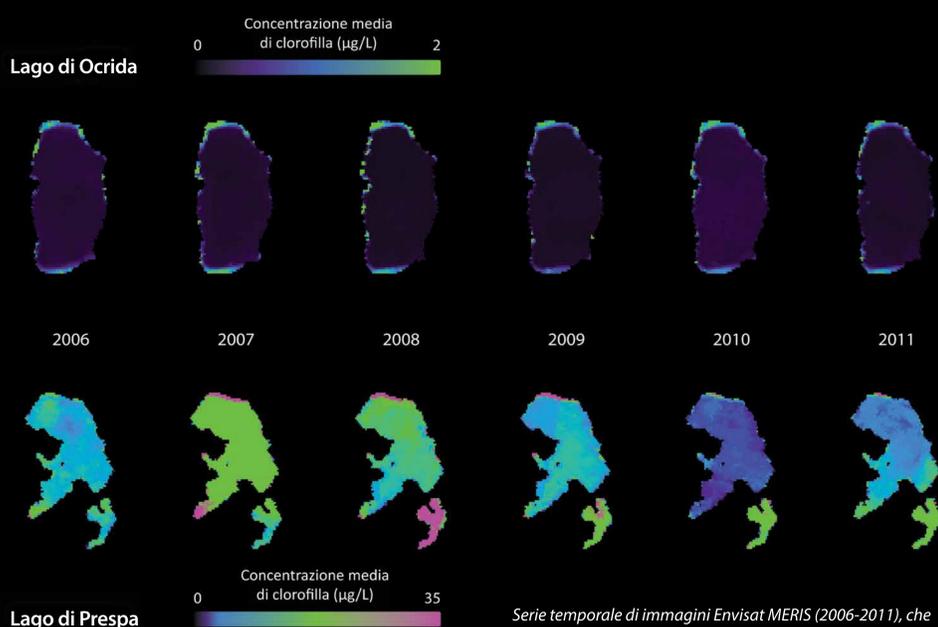
Sono disponibili dati sulle proprietà dell'acqua di entrambi i laghi. L'alta risoluzione delle immagini satellitari disponibili consente di valutare la qualità dell'acqua e i parametri idrologici (concentrazione di clorofilla, trasparenza, variazioni stagionali, correnti, area superficiale) della zona lacustre. Tali immagini possono anche essere usate per monitorare la copertura vegetale e l'uso del suolo delle aree circostanti, consentendo agli scienziati di capire come tali cambiamenti influenzano il lago e viceversa.

Il progetto ECOPOTENTIAL utilizza dati di campo e satellitari per valutare le proprietà delle acque e dell'habitat delle specie endemiche. Un modello ecologico aiuterà a valutare la sensibilità del fitoplancton, dello zooplancton e dei pesci al variare delle condizioni ambientali.



Immagine da Sentinel-2 del lago di Ocrida (a ovest) e dei laghi Prespa e Piccolo Prespa (a est), acquisita l'11 settembre 2017. Dati ESA.

Prodotto da dati satellitari ESA (Sentinel-2).



Serie temporale di immagini Envisat MERIS (2006-2011), che mostrano la stima della concentrazione media di clorofilla nei mesi di luglio. La "clorofilla a" è usata per stimare la biomassa di fitoplancton; un'alta concentrazione indica una scarsa qualità dell'acqua, una possibile eutrofizzazione e una bassa biodiversità.

Immagini gentilmente fornite da Petra Philipson/Progetto H2020 SWOS.



Campionamento delle acque del lago da parte di una scienziata dell'Istituto Idrobiologico di Ocrida (FYROM).

Il paesaggio del lago di Ocrida.





Pascolo semi-naturale usato per l'allevamento ovino.



Edifici abbandonati precedentemente usati dai pastori che praticano la transumanza.



© Luciano Montemurro Archivio fotografico Centro Studi Torre di Nebbia

Alta Murgia

ITALIA

Prati aridi e macchia su substrato calcareo sono habitat tipici del Parco nazionale dell'Alta Murgia in Italia. La lunga storia agricola di questa regione ha creato un paesaggio rurale con un'elevata biodiversità, in cui le aree naturali che ospitano specie endemiche e minacciate si trovano accanto a pascoli per l'allevamento di ovini e terreni agricoli per la produzione di colture cerealicole.

Negli ultimi anni, l'Alta Murgia ha visto aumentare i livelli di frammentazione e contaminazione degli habitat, a causa di una serie di pressioni antropiche, tra cui la variazione d'uso del suolo e lo scarico illegale di rifiuti tossici, che contaminano il suolo e le falde acquifere. Il problema principale è la trasformazione di praterie naturali e semi-naturali in aree per la coltivazione di cereali attraverso la frantumazione di pietre e rocce. Le rocce vengono frantumate e mescolate con il terreno per creare un substrato più adatto alle colture. Tale processo aumenta il ruscellamento del terreno durante le forti piogge, specialmente nelle zone ripide, e incide fortemente sul paesaggio a causa della rimozione di strutture tradizionali come muretti a secco, strade, sentieri rurali, pozzi e vasche di pietra.

Il processo di frantumazione e le altre pressioni hanno portato a un cambiamento nel delicato equilibrio di habitat naturali e cicli di produzione di colture e bestiame. La fornitura continua di colture e prodotti lattiero-caseari è stata compromessa e l'intero ecosistema delle praterie è collassato a causa della frammentazione degli habitat e della perdita di biodiversità.

In Alta Murgia, ECOPOTENTIAL sta sviluppando un sistema di monitoraggio in grado di quantificare le variazioni di copertura e d'uso del suolo attraverso immagini satellitari acquisite nel tempo. Tale sistema sarà utilizzato per sviluppare scenari per modellare le variazioni d'uso del suolo e per aiutare le autorità di gestione a conformarsi alla Direttiva sugli Habitat dell'UE.



Immagine satellitare Sentinel-2 (10 metri) in composizione di bande 4-8-2 in falso colore RGB dell'Alta Murgia acquisita il 23 agosto 2017. Il sito ospita un Parco nazionale (EUAP0852) e fa parte della rete Natura 2000 (SIC IT9120007).

© CNR per ECOPOTENTIAL.



Un dettaglio di un'immagine satellitare WorldView-2 (2 metri) dell'Alta Murgia del 5 ottobre 2011 con bande 5-7-2 in falso colore RGB. I prati rocciosi, di colore verde chiaro, sono frammentati da superfici coltivate che si presentano di colore marrone e bianco dopo l'aratura. I campi coltivati un tempo erano praterie, che oggi i contadini coltivano, per aumentare le superfici coltivate e la produzione di cereali. I boschi appaiono in verde scuro.

Immagine satellitare WorldView-2 con risoluzione di 2 metri, acquisita il 5 ottobre 2011, con bande 5-7-2 in falso colore RGB. © CNR per ECOPOTENTIAL

Estrazione e rimozione delle rocce dal terreno prima della frantumazione.



© Luciano Montemurro Archivio fotografico Centro Studi Torre di Nebbia



© Luciano Montemurro Archivio fotografico Centro Studi Torre di Nebbia

Seminativo ottenuto attraverso il processo di frantumazione e usato per la produzione di cereali.



© Luciano Montemurro Archivio fotografico Centro Studi Torre di Nebbia

Paesaggio collinare in Alta Murgia, con i resti del Castello del Garagnone fatto di pietra della zona. Il castello ebbe un ruolo importante nel territorio per il monitoraggio della produzione cerealicola e la sua commercializzazione, durante il regno normanno di Altavilla. Fu distrutto dal terremoto del 1731.