

DAVIDE DE LAURENTIS ^(a)FORESTE PER IL FUTURO¹

^(a) Vice Comandante del Comando Unità Forestali Ambientali ed Agroalimentari dell'Arma dei Carabinieri; davide.delarentis@carabinieri.it

Le foreste sono una risorsa indispensabile per la vita del nostro pianeta e per garantire il benessere della popolazione mondiale. Gli ecosistemi forestali sono però minacciati dalla crescente pressione antropica e da un utilizzo non sostenibile delle risorse naturali che provocano fenomeni preoccupanti su scala mondiale, primi fra tutti il cambiamento climatico globale, la perdita di biodiversità ed il degrado dei suoli, degli habitat e degli ecosistemi. Tali fenomeni hanno conseguenze sulla struttura, sulla composizione e sugli equilibri delle foreste che, così, vedono attenuarsi la stessa loro caratteristica capacità di contribuire alla soluzione di quegli stessi problemi. La gravità della situazione impone fin d'ora un serio ripensamento delle politiche e delle misure da adottare nel settore forestale, in modo da immaginare all'orizzonte del 2050 foreste più resilienti ed adatte alle nuove condizioni climatiche e, al tempo stesso, in grado di svolgere al meglio le insostituibili funzioni ecologiche, economiche e sociali che sono chiamate ad assolvere. È in tale contesto globale che si pone l'attività del Comando Unità Forestali, Ambientali e Agroalimentari dell'Arma dei Carabinieri (CUFA), di cui in questa sede si analizza il ruolo attuale, cercando di delinearne gli impegni e gli sviluppi anche in una prospettiva futura.

Key words: gestione forestale sostenibile; giustizia climatica; tutela della biodiversità; CUFA; responsabilità; azione.

Parole chiave: sustainable forest management; climatic justice; biodiversity protection; CUFA; responsibility; action.

Citazione: De Laurentis D., 2021 - *Foreste per il futuro*. L'Italia Forestale e Montana, 76 (5): 233-269. <https://dx.doi.org/10.4129/ifm.2021.5.01>

Il bosco è un sistema biologico complesso, che svolge un ruolo determinante per il mantenimento della vita sul pianeta. Come tutti i sistemi viventi è un'entità che ha "valore in sé". Un soggetto di diritti che va tutelato, conservato e difeso.

Orazio Ciancio, 1996

1. PREMessa

Innanzitutto, un sentito ringraziamento personale e istituzionale, a nome del Comando Unità Forestali Ambientali e Agroalimentari dell'Arma dei Carabinieri-

¹ Relazione inviata per l'Inaugurazione del 70° Anno Accademico dell'Accademia Italiana di Scienze Forestali.

ri, all'Accademia Italiana di Scienze Forestali e al suo Presidente, il Prof. Orazio Ciancio, per averci riservato il grande onore di tenere la prolusione per l'inaugurazione dell'Anno Accademico 2021.

In premessa, si ritiene opportuno ricordare due figure straordinarie che, oltre un secolo fa, intuirono con grande anticipo il valore strategico delle foreste: Theodore Roosevelt, Presidente degli Stati Uniti d'America e Luigi Luzzatti, Presidente del Consiglio italiano. Questa digressione storica non è da intendersi come un ripiegamento sul passato; bensì è da interpretare sulla scorta di un antico aforisma caro proprio al Presidente dell'Accademia, Prof. Orazio Ciancio: "si indaga il passato per interpretare il presente e costruire il futuro".

Il Presidente degli Stati Uniti d'America Theodore Roosevelt, nel 1905, istituì il *National Forest Service* presso il Dipartimento dell'Agricoltura, che ereditò le riserve forestali dal Dipartimento dell'Interno; il Presidente del Consiglio italiano Luigi Luzzatti, nel 1910, istituì l'Azienda Speciale per il Demanio forestale, trasformatasi poi in Azienda di Stato per le foreste demaniali.

Gli anni a cavallo tra il XIX e il XX secolo sono stati un periodo storico estremamente difficile, caratterizzato dal terrorismo anarchico, che aveva provocato numerose vittime illustri in Europa e nel mondo, quali il Presidente della Repubblica francese Carnot, il Primo Ministro spagnolo Cánovas del Castillo, l'Imperatrice d'Austria Elisabetta, il Re d'Italia Umberto I di Savoia e il Presidente degli Stati Uniti Mc Kinley - a cui successe proprio Theodore Roosevelt come Vice Presidente, nel settembre 1901, per poi essere riconfermato Presidente nel 1904.

In Italia, in particolare, l'analfabetismo e la povertà costituivano problemi insormontabili per i ceti meno abbienti, per i quali l'emigrazione rappresentava spesso l'unica alternativa; di fronte alla crisi finanziaria del Paese, acuita anche dalle incertezze a livello internazionale, il Parlamento non riusciva a dare vita a un Governo stabile e, per cercare di ovviare a tali problemi e fare cassa, la soluzione ipotizzata fu la vendita dei beni dello Stato, tra i quali anche le foreste.

Il Presidente del Consiglio dell'epoca, Giovanni Giolitti, fu costretto a rassegnare le dimissioni e a Capo del Governo fu chiamato il Senatore Luigi Luzzatti - già Segretario Generale dell'Agricoltura Industria e Commercio - il quale vantava una profonda esperienza in campo economico a livello internazionale. Egli riteneva prioritario il miglioramento delle condizioni di vita degli italiani, soprattutto attraverso la riduzione dell'analfabetismo, la difesa del territorio e dell'ambiente, la regimazione idrogeologica dei bacini e la tutela delle foreste. Secondo il presidente Luzzatti, la natura costituiva una cassa di risparmio più sicura di qualsiasi istituto finanziario e, dando seguito a questa sua convinzione, egli costituì (con la legge 2 giugno 1910, n. 277, c.d. "Legge Luzzatti") l'Azienda speciale per il demanio forestale dello Stato, la quale rappresentò lo strumento per dare impulso all'acquisto di aree boschive di grande valenza ambientale, che andarono a ricostituire il demanio forestale. Si sottolinea la straordinaria modernità della concezione che le risorse naturali potessero rappresentare un

valore anche economico-finanziario. Infatti, è relativamente recente l'affermarsi del concetto di "capitale naturale", grazie all'evoluzione di un dibattito internazionale stimolato dall'Unione Internazionale per la Conservazione della Natura (IUCN) e dall'UNEP, il Programma Ambientale dell'ONU.

In Italia, tale intuizione pose le basi per tutelare sia dal taglio indiscriminato che dalla speculazione centinaia di migliaia di ettari di foreste, che sono così potute giungere fino ai giorni nostri. Queste foreste - di cui buona parte è stata trasferita alle Regioni negli anni '70 (450.000 ettari) e una parte minoritaria è rimasta allo Stato - sono gestite dai Carabinieri Forestali, i quali operano, in totale, su 149 aree e 130.000 ettari che, tra riserve naturali statali e foreste demaniali, costituiscono spesso il cuore più integro dei parchi nazionali e, comunque, scrigni di biodiversità animale e vegetale.

Per quanto riguarda, invece, la storia del caso statunitense, il *National Forest Service* è diventato un organismo federale di importanza strategica, dipendente dal Dipartimento dell'Agricoltura, che oggi gestisce circa 780.000 Km² di foreste².

2. LE FORESTE MONDIALI ED EUROPEE

Le foreste rappresentano un ecosistema fondamentale per la vita sul pianeta e proteggerle non è solo un dovere, ma dovrebbe costituire una scelta razionale al fine di assicurare un futuro al genere umano sulla Terra e all'intera biosfera.

Risorsa multifunzionale per eccellenza, esse costituiscono gli ambienti più ricchi di biodiversità animale e vegetale e svolgono funzioni insostituibili: forniscono, infatti, un contributo importante nella mitigazione degli effetti dei cambiamenti climatici; caratterizzano in modo determinante il paesaggio, influenzano il ciclo dell'acqua in termini di evaporazione, assorbimento e regimazione; garantiscono la depurazione dell'aria e l'emissione di ossigeno; favoriscono il consolidamento dei suoli e dei versanti; contribuiscono al contrasto dei fenomeni di degradazione dei suoli e di desertificazione e rappresentano l'habitat vitale per moltissime specie vegetali ed animali.

Al fine di preservare tali importanti funzioni, un imperativo dei nostri tempi è quello della gestione sostenibile degli ecosistemi forestali: una gestione, cioè, in grado di mantenere biodiversità, produttività, capacità di rigenerazione, vitalità e complessità, in modo che le foreste possano svolgere, ora e in futuro, tutte le importanti funzioni ecologiche, economiche e sociali, a livello locale, nazionale e globale, in armonia anche con gli altri ecosistemi.

Oggi, come in passato, la conoscenza del patrimonio forestale rappresenta una base imprescindibile per qualsiasi azione si voglia intraprendere: a livello mondiale l'unica base "statistica" ufficialmente riconosciuta è rappresentata dalla

² Negli USA abbiamo anche il *National Park Service* (che gestisce 344.000 Km² di territorio) e il *Bureau of Land Management* (oltre 1 milione di Km² di territorio), ambedue dipendenti dal Dipartimento dell'Interno.

valutazione delle risorse forestali periodicamente realizzata dalla FAO (l'Agenzia delle Nazioni Unite per l'alimentazione e l'agricoltura).

Il primo rapporto sulle risorse forestali mondiali - il cosiddetto *Global Forest Resources Assessment* (FRA) - è stato pubblicato dalla FAO nel 1948, in un periodo storico in cui l'obiettivo principale era raccogliere informazioni sull'offerta di legname disponibile per soddisfare la domanda di ricostruzione postbellica. Da allora, tale rapporto si è progressivamente evoluto in una valutazione completa delle risorse forestali, della loro estensione, condizione, gestione e utilizzo, andando ad interessare tutti gli elementi della gestione forestale sostenibile.

Dall'ultimo rapporto - il FRA 2020 - risulta che le foreste mondiali occupano una superficie di 4,06 miliardi di ettari, pari a circa il 31% della superficie delle terre emerse, nonché a 0,52 ettari per ogni abitante della Terra. Le foreste primarie coprono circa 1,11 miliardi di ettari e oltre 2 miliardi di ettari di foreste sono soggetti a piani di gestione, mentre più della metà (54%) è concentrata in soli cinque Paesi: Federazione Russa, Brasile, Canada, Stati Uniti d'America e Cina.

L'Europa - se vi si comprende anche la Federazione Russa - ospita il 25% della superficie forestale mondiale, seguita da Sud America (21%), Nord e Centro America (19%), Africa (16%), Asia (15%) e Oceania (5%).

Le superfici forestali comprese all'interno di aree protette nel mondo sono aumentate di 191 milioni di ettari rispetto al 1990, tanto che ora il 18% delle foreste è ricompreso in tali territori.

I dati FRA 2020, inoltre, forniscono una stima - sia per Paese che a livello globale - del ruolo delle foreste sulle emissioni e sull'assorbimento di carbonio: le emissioni globali dovute alla perdita di foreste appaiono diminuite di circa un terzo rispetto al 1990, anche se il carbonio totale presente negli ecosistemi forestali appare essere leggermente calato, passando dalle 668 giga tonnellate del 1990 alle 662 del 2020: ciò è avvenuto principalmente a causa della riduzione della superficie forestale globale.

Dal rapporto emerge che la deforestazione continua, ancorché ad un ritmo più lento rispetto al passato: su base netta, la superficie forestale mondiale è diminuita di 4,7 milioni di ettari all'anno in media nell'ultimo decennio, rispetto agli oltre 10 milioni di ettari all'anno del primo decennio degli anni 2000. Questo dato deriva, in alcuni paesi, dalla riduzione della deforestazione; in altri, dall'incremento dell'area forestale per attività di rimboschimento o per l'espansione naturale delle foreste. Sommando la perdita di foreste a livello mondiale dal 1990 ad oggi, si ottiene una superficie di 178 milioni di ettari - pari all'incirca all'estensione della Libia -, con perdite più elevate nell'ultimo decennio in Africa, seguita dal Sud America.

Oltre al rapporto ufficiale del FRA, la FAO conduce altri studi di settore, analisi regionali e globali: tra di essi spicca il SOFO, lo "Stato delle foreste mondiali", un rapporto che sviluppa tematiche di particolare interesse per il settore forestale e i cui dati di base vengono forniti dal FRA. A conclusione del Decennio delle

Nazioni Unite sulla biodiversità 2011-2020, il SOFO 2020 sottolinea come le foreste, pur coprendo meno di un terzo delle terre emerse, forniscono l'habitat per la stragrande maggioranza delle specie animali e vegetali terrestri conosciute dalla scienza: vi troviamo 60.000 specie vegetali, l'80% delle specie di anfibi, il 75% delle specie di uccelli e il 68% delle specie di mammiferi della Terra.

Il SOFO 2020 evidenzia come sia importante invertire la tendenza alla deforestazione in molte aree del mondo, perché le foreste ospitano la maggior parte della biodiversità terrestre, mitigano gli impatti della crisi climatica e, inoltre, garantiscono la sicurezza alimentare a milioni di persone, nonché i mezzi di sussistenza a tantissime comunità locali.

A livello europeo, un quadro completo e aggiornato sulla consistenza, sullo stato e sull'evoluzione delle foreste è contenuto nel rapporto *Lo stato delle foreste d'Europa* (SoEF 2020), presentato in occasione della 8ª Conferenza ministeriale per la protezione delle foreste in Europa, che ha avuto luogo a Bratislava il 14 e 15 aprile 2021.

Tale rapporto è stato predisposto da *Forest Europe*, un processo politico volontario pan-europeo avviato nel 1990 a Helsinki, noto anche come "Processo delle Conferenze ministeriali per la protezione delle foreste in Europa", che vede 46 partner (45 Paesi europei più l'Unione europea) collaborare per la promozione della gestione forestale sostenibile.

Il rapporto, finalizzato a costituire una solida base per poter assumere decisioni in materia forestale in Europa, è strutturato intorno ai 6 criteri e 45 indicatori pan-europei di gestione forestale sostenibile, adottati nella Conferenza ministeriale tenutasi a Lisbona nel 1998, rivisti nel 2003 a Vienna e successivamente a Madrid nel 2015.

Dall'analisi del documento emerge come le foreste europee - storicamente modellate dall'azione dell'uomo, al punto tale che solo il 2% di esse viene considerato come "indisturbato" - sono in costante crescita dal punto di vista quantitativo, così come in crescita è la considerazione di esse dal punto di vista sia ambientale sia socio-economico da parte della collettività. Una buona parte delle foreste europee è, comunque, valutata "seminaturale" e si rinnova autonomamente e quasi il 24% di esse (circa 50 milioni di ettari) è ricompreso all'interno di aree protette di varia natura.

Le foreste europee si stanno espandendo e stanno immagazzinando carbonio e biomassa legnosa in maniera sostenibile, tanto che la loro superficie è aumentata del 9% negli ultimi 30 anni, arrivando ad occupare 227 milioni di ettari, ovvero il 35% circa della superficie terrestre europea.

Il volume di legno e la quantità di carbonio immagazzinato nella biomassa delle foreste europee sono cresciuti del 50% negli ultimi 30 anni, grazie all'espansione della superficie forestale e alla diminuzione dei prelievi legnosi: in ragione di ciò il volume dell'accrescimento legnoso è aumentato, raggiungendo i 550 milioni di m³, il 40% in più rispetto al 1990. Il rapporto stima che le fore-

ste in Europa immagazzinino annualmente nella loro biomassa circa un decimo dell'anidride carbonica proveniente dalle emissioni di altri settori.

Come nelle altre parti del mondo, anche in Europa la salute delle foreste e la maggior parte delle loro funzioni sono minacciate dal cambiamento climatico e dall'aumento in frequenza e gravità di eventi meteorologici estremi che portano a crescenti perturbazioni su larga scala - prime fra tutte tempeste, incendi, siccità e attacchi parassitari, - tanto che il 3% delle foreste europee risulta danneggiato da questi fenomeni. Invece, il deposito degli inquinanti atmosferici sulle foreste risulta diminuito negli ultimi 25 anni, anche se alcune di queste sostanze continuano a superare i limiti critici e a provocare danni alle chiome. In generale, come rilevato dalle reti di monitoraggio forestale, la condizione qualitativa delle foreste europee è in via di deterioramento ed è quindi importante continuare a monitorarle e proteggerle.

L'Unione europea, come è noto, non attua una politica comune in materia forestale, che resta principalmente di competenza degli Stati Membri, benché negli anni la stessa UE abbia fornito indirizzi per orientare le azioni nazionali verso finalità convergenti, finendo così per delineare una vera e propria strategia forestale europea.

Con la comunicazione della Commissione al Consiglio, al Parlamento europeo, al Comitato Economico e Sociale europeo e al Comitato delle Regioni del 16 luglio 2021, infatti, è stata adottata la nuova "Strategia forestale europea", sviluppata sulla base delle informazioni forestali ufficiali fornite da EUROSTAT. Costruita sugli ormai tradizionali concetti di base della gestione forestale sostenibile e della multifunzionalità delle foreste, essa costituisce la "terza generazione" di strategia forestale UE, seguendo quelle del 2008 e del 2013.

La nuova strategia sottolinea, una volta di più, come le foreste europee siano essenziali per la vita, la salute e il benessere dei cittadini europei, dal momento che - da sempre - svolgono un ruolo estremamente importante nella nostra economia e società: creando posti di lavoro e fornendo cibo, medicinali, materie prime, acqua pulita e altre importanti funzioni e servizi cosiddetti regolatori, che stanno assumendo crescente importanza.

Il rapporto EUROSTAT 2020 ci dice che le foreste e gli altri terreni boscati occupano circa 180 milioni di ettari, pari ad oltre il 45% delle terre emerse dell'Unione europea e rappresentano circa il 5% delle foreste mondiali. Nel corso degli ultimi anni l'area forestale dei 27 Paesi UE è aumentata progressivamente, soprattutto per effetto dell'espansione naturale delle foreste e delle attività di imboschimento e rimboschimento promosse anche a livello europeo, con una superficie di foreste ed altri terreni boscati che, dal 1990 al 2020, è cresciuta di oltre 10 milioni di ettari, pari ad un incremento di circa il 6%.

Per quel che riguarda la produzione di legname e l'occupazione, le foreste UE danno lavoro diretto a circa mezzo milione di addetti, generando un reddito annuo lordo diretto di oltre 26 miliardi di Euro, riguardante principalmente la

produzione di legname da opera (meno di un quarto della produzione UE di legname viene utilizzata come legna da ardere), a fronte dei quasi 139 miliardi di Euro derivanti dalle industrie di trasformazione del legno che danno occupazione a oltre 3 milioni di operatori.

La nuova strategia forestale dell'UE è incardinata nel *Green deal europeo* - a sua volta basato sulla *carbon neutrality* - e nella strategia UE sulla biodiversità per il 2030; essa riconosce il ruolo centrale e multifunzionale delle foreste nel contribuire a dar vita, entro il 2050, a un'economia sostenibile e climaticamente neutra, garantendo nel contempo la ricostituzione, la resilienza e l'adeguata protezione di tutti gli ecosistemi.

Gli impegni e le azioni proposte nella strategia intendono, altresì, contribuire al raggiungimento dell'obiettivo dell'UE di ridurre le emissioni di gas serra di almeno il 55% nel 2030 - obiettivo stabilito dalla normativa europea sul clima, da attuare grazie alle misure previste nel pacchetto "Pronti per il 55%" (*Fit for 55*). Le emissioni di gas serra e gli assorbimenti da parte delle foreste e dei prodotti forestali svolgeranno, infatti, un ruolo cruciale nel raggiungimento dell'ambizioso traguardo di rimozione netta per l'Unione di 310 milioni di tonnellate equivalenti di CO₂, come stabilito nella proposta di revisione del Regolamento UE 2018/841 (*Land Use, Land-Use Change and Forestry*, cosiddetto LULUCF).

Tra le misure previste, la nuova strategia forestale UE pone l'accento sulla promozione delle attività di imboschimento e rimboschimento ed è accompagnata da una ambiziosa tabella di marcia che prevede la messa a dimora di almeno tre miliardi di alberi nell'UE entro il 2030, nel rispetto delle caratteristiche ecologiche dei territori e delle specie, georeferenziati e computati anche al fine di certificarne l'assorbimento del carbonio. I cittadini europei avranno la possibilità di monitorare la messa a dimora degli alberi attraverso un sito web e una mappa online interattiva con un contatore integrato - *Map-My-Tree* - sviluppato dalla Commissione Europea insieme all'Agenzia Europea dell'Ambiente.

3. LE FORESTE IN ITALIA - RUOLO DEL CUFA

Negli ultimi anni, il settore forestale italiano è stato oggetto di una significativa revisione dell'assetto amministrativo, organizzativo e istituzionale, pervenendo ad una separazione netta tra le funzioni di "indirizzo, coordinamento e pianificazione" e quelle di "controllo".

La prima funzione, tenuto conto del ruolo centrale delle Regioni, è stata assunta dalle Amministrazioni statali competenti (Ministero delle politiche agricole alimentari e forestali - MiPAAF, Ministero della transizione ecologica - MiTE e Ministero della Cultura - MiC), cui è demandato il compito di coordinamento nazionale e di raccordo rispetto agli impegni assunti a livello internazionale. In tale ambito è fondamentale trovare una sintesi tra interessi e politiche spesso non in sintonia, se non addirittura divergenti (produzione di biomassa legnosa

e redditività delle imprese forestali, conservazione della biodiversità, mitigazione dei cambiamenti climatici, tutela del paesaggio, lotta al dissesto idrogeologico, al consumo di suolo e ai fenomeni di desertificazione...).

Per il secondo aspetto il Comando Unità Forestali Ambientali e Agroalimentari (CUFA) dell'Arma dei Carabinieri è chiamato ad essere il braccio operativo per il rispetto delle norme vigenti sul territorio in materia forestale e ambientale, oltre che uno degli attori più importanti per verificare l'impatto delle politiche attuate.

Accanto all'attività di controllo nel settore forestale, il CUFA svolge una fondamentale attività di monitoraggio finalizzata a fornire importanti aspetti conoscitivi delle risorse forestali (INFC, ConEcoFor, rilevazione delle aree percorse dal fuoco).

3.1 L'attività di monitoraggio nel settore forestale del CUFA

Recentemente, sono stati resi disponibili i dati del terzo inventario nazionale delle foreste (Inventario Nazionale delle Foreste e dei serbatoi di Carbonio - INFC2015, in collaborazione con il CREA - Dipartimento foreste e legno), i quali attestano che il patrimonio forestale nazionale ammonta a 11.054.458 ettari, corrispondenti al 36,7% della superficie complessiva del Paese, con un incremento, rispetto a INFC2005, di quasi 587.000 ettari (+ 5,5%).

Dal punto di vista della distribuzione altimetrica, il 37,7% dei boschi si trova nella fascia 0-500 metri s.l.m., il 35,7% tra 500 e 1000 metri s.l.m., mentre il 25,3% è situato tra i 1000 e i 2000 metri e solo l'1,3% oltre i 2000 metri s.l.m.

I boschi italiani sono caratterizzati da una sostanziale equivalenza dei tipi colturali prevalenti: infatti il 42,3% è governato a ceduo e il 41,9% a fustaia, mentre il 13,9% della superficie forestale non è riferibile ai canonici tipi colturali.

Come composizione, la stragrande maggioranza dei boschi italiani è di latifoglie (68,5%), il 13% è puro di conifere, mentre circa il 10% è misto di conifere e latifoglie. Le specie maggiormente diffuse sono il faggio, l'abete rosso, il castagno e il cerro che, insieme, rappresentano il 50% del volume complessivo dei nostri boschi che ammonta ad oltre 1,5 miliardi di metri cubi.

Il patrimonio forestale è per il 63,5% di proprietà privata e la restante parte è pubblica: nella proprietà privata è nettamente prevalente quella individuale (79%); in quella pubblica sono di gran lunga maggioritarie le proprietà comunali e provinciali (con il 65,4%), mentre quelle regionali e statali rappresentano il 23,5%.

Dal punto di vista gestionale, i boschi assoggettati ad una pianificazione di dettaglio rappresentano il 15,3%, mentre la percentuale di foreste sottoposte comunque ad un sistema autorizzativo dei tagli (prescrizioni di massima e di polizia forestale), raggiunge l'86,5% del totale.

La superficie forestale interessata da vincoli di carattere naturalistico è di circa 3,5 milioni di ettari, pari al 31,8% della superficie forestale nazionale: tale percentuale è elevata in tutte le Regioni, ma in alcune, come l'Abruzzo, la Campania, la Puglia e la Sicilia, supera il 50%, mentre in Veneto raggiunge il 42,9%.

La superficie forestale ricompresa nella sola categoria dei parchi nazionali è di circa 920.000 ettari. Inoltre, l'86,6% delle superfici forestali italiane è soggetto al vincolo idrogeologico.

Per quanto riguarda lo stato di salute delle nostre foreste, INFC2015 ha rilevato che l'80% dei nostri boschi è in buona salute, il 16% circa presenta danni di lieve entità, mentre oltre il 3% di foreste è interessato da un danno che va dal 30 al 60% della copertura forestale, mentre l'1% presenta danni molto evidenti (su oltre il 60% della copertura arborea). Come è noto le foreste sono soggette a diversi fattori di disturbo (incendi boschivi, eventi meteorologici estremi, attacchi parassitari da insetti, funghi, virus e batteri, fruizione turistica, realizzazione di opere...), di origine naturale o antropica che, normalmente, sono alla base di condizioni che determinano la selezione tra specie e individui. Quando l'azione di questi fattori di disturbo diventa più violenta e frequente, portando ad effetti sempre più spesso devastanti a causa dei cambiamenti climatici, essa può mettere a rischio la sopravvivenza stessa degli ecosistemi forestali.

Il volume legnoso dei boschi italiani - stimato da INFC2015 - è aumentato di circa il 14,2% rispetto alla precedente rilevazione, passando da 144,9 a 165,4 metri cubi a ettaro. Anche il legno morto - importante indicatore di biodiversità - è cresciuto in dieci anni, addirittura del 68,9%, attestandosi su valori unitari paragonabili a quelli di molti Paesi europei.

Aumenta di conseguenza anche l'assorbimento di carbonio da parte delle foreste, che è passato a 569 milioni di tonnellate dai 490 milioni di tonnellate della rilevazione del 2005, pari ad un valore di assorbimento di CO₂ passato da 1.798 a 2.088 milioni di tonnellate, con un incremento di 290 milioni di tonnellate.

Nel settore del monitoraggio delle foreste, il CUFA porta avanti anche il Programma ConEcoFor, avviato in Europa nel 1985 per valutare gli effetti dell'inquinamento atmosferico sulle foreste (*ICP Forests*), in risposta alle preoccupazioni legate ai danni estesi subiti dalle foreste all'inizio degli anni '80.

Il Programma ConEcoFor studia gli effetti dell'inquinamento atmosferico e dei cambiamenti climatici sugli ecosistemi forestali. Rappresenta l'attuazione in Italia della Convenzione di Ginevra sull'inquinamento atmosferico transfrontaliero e del successivo Regolamento comunitario sul monitoraggio delle foreste e delle interazioni ambientali (*Forest Focus*). È il primo esperimento riuscito di rete ecologica di monitoraggio a lungo termine e su scala nazionale.

Il programma è basato su aree di monitoraggio di I e di II livello.

- Livello I: è costituito da circa 260 aree distribuite ai nodi di una rete sistematica nazionale, dove l'attività di monitoraggio prevalente e continuativa riguarda la trasparenza delle chiome, misurata come percentuale di defogliazione rispetto ad una chioma sana di riferimento. Tale parametro viene considerato un indicatore dello stato di salute degli alberi: per questo, la rete di livello I è anche utilizzata come sistema di allarme precoce dei danni alle foreste. Dall'osservazione pluriennale delle chiome (dal 1998 al 2020), si può affermare che le

- condizioni generali sono fondamentalmente stabili nel tempo, anche se esiste una crescente frazione (piccola, ma significativa) di alberi fortemente defogliati (>90%), che possono portare ad un incremento di mortalità nel futuro.
- Livello II: sul territorio nazionale sono state individuate 31 aree permanenti rappresentative delle principali tipologie forestali italiane (faggete, peccete, cerrete, leccete, foreste planiziali, ecc.), dove vengono effettuati rilievi di carattere intensivo (sulla vegetazione, sulle chiome, sul contenuto chimico delle foglie e dei suoli, sull'accrescimento degli alberi, sulle deposizioni atmosferiche, su clima e microclima, sul contenuto di ozono e sui livelli di biodiversità) per comprendere le interazioni tra inquinamento atmosferico, cambiamenti climatici ed ecosistemi forestali. In circa 20 anni di misurazioni, i dati raccolti hanno evidenziato, dal punto di vista meteorologico, un aumento di temperatura uniforme su tutte le stazioni e un modesto decremento nelle precipitazioni, accompagnato da un sensibile aumento degli eventi estremi. Per quanto riguarda l'ozono (O_3), inquinante "secondario" perché non è emesso direttamente da una fonte ma è generato dalle reazioni in atmosfera tra inquinanti "primari", trattasi di un gas potenzialmente molto dannoso per le foreste, in quanto agisce penetrando negli stomi delle foglie alterando così i processi metabolici della pianta. Sulla base dei dati disponibili, gli attuali livelli di inquinamento da O_3 non sembrano un rischio gravissimo per le foreste italiane, soprattutto per quelle di sclerofille, anche se i valori rilevati, più contenuti sulle Alpi, sono generalmente di poco superiori al livello critico nei boschi peninsulari, mentre sono più elevati in Sicilia.

3.2 *L'attività di controllo nel settore forestale del CUFA*

L'attività di controllo svolta nel settore forestale per la prevenzione e il contrasto degli illeciti perpetrati in danno alle foreste (furti e tagli illeciti di alberi, lotta al traffico illegale di legname, consumo di suolo derivante da abusi e movimenti di terra non autorizzati, prevenzione e contrasto degli incendi boschivi...) è di una certa complessità, in quanto necessita di una approfondita conoscenza del territorio, di una specifica preparazione e di una elevata professionalità in campo forestale da parte degli operatori. Il controllo interessa la tutela di molteplici aspetti: il rispetto delle normative nazionali che tutelano le foreste *ope legis* (Codice dei beni culturali e del paesaggio), della normativa sul vincolo idrogeologico, delle leggi regionali di riferimento sulle foreste emanate a partire dagli anni '70 e via via coordinate con le norme nazionali (da ultimo con il "Testo unico in materia di foreste e filiere forestali" del 2018) e, infine la rispondenza a vincoli più stringenti, nel caso in cui l'intervento riguardi territori protetti.

In un contesto complesso, i Carabinieri Forestali hanno il compito di controllare il rispetto delle prescrizioni associate ad ogni intervento forestale. Si oc-

cupano quindi di verificare se il taglio si sia effettivamente limitato alla superficie autorizzata o dichiarata, che l'età del bosco sia quella indicata, che il numero delle piante rilasciate sia quello previsto dall'autorizzazione o, comunque, dai regolamenti, che le specie e le piante tagliate siano quelle previste. Vengono, inoltre, controllate le modalità di taglio e di raccolta, le modalità di esbosco e la realizzazione, al termine dei lavori, delle opere di prevenzione idrogeologica necessarie per far sì che l'impatto del taglio e delle piste sia contenuto e non permanente.

I controlli non si limitano però alle normative sui tagli, ma si estendono oggi anche a due ulteriori aspetti di tipo generale: la sicurezza e la regolarità del lavoro e il controllo di filiera.

Circa la sicurezza, è da tener presente che per operare un taglio boschivo si deve impiantare un cantiere di lavoro e che gli operatori forestali devono essere messi in condizioni di lavorare secondo le norme che disciplinano la sicurezza sui luoghi di lavoro, sotto il profilo sia dei singoli comportamenti sia dell'uso di mezzi idonei e certificati. Tali controlli sono effettuati anche congiuntamente con le altre Forze di Polizia, ASL, Ispettorato del Lavoro e si occupano anche di verificare la legalità dell'impiego della manodopera. Lo svolgimento di attività all'interno dei cantieri forestali senza l'utilizzo delle previste misure di sicurezza da parte degli operatori (DPI), la presenza di operai non assunti e l'utilizzo di manodopera irregolare sono problematiche purtroppo abbastanza diffuse e vanno a determinare quella che viene sinteticamente definita "insicurezza forestale".

Nell'ambito dei controlli, acquisiscono un'importanza crescente quelli effettuati in attuazione delle misure adottate dall'Unione Europea per limitare l'*illegal logging*: il Regolamento *European Union Timber Regulation* (EUTR) - che prevede controlli sul legname sia di importazione sia proveniente dal territorio nazionale - e il Regolamento *Forest Law Enforcement, Governance and Trade* (FLEGT), i cui controlli riguardano le importazioni da Paesi terzi produttori di legname, sulla base di accordi volontari di partenariato.

Per quanto riguarda la filiera forestale nazionale, i controlli in applicazione del Regolamento EUTR tendono a verificare e a tracciare la provenienza del legname per escludere che il materiale derivi da tagli illegali. In tale ambito i Carabinieri Forestali controllano i registri delle ditte che utilizzano i boschi o che commercializzano legname prodotto in Italia, per verificare che a monte di ogni lotto vi sia un luogo di produzione certo, associato ad una legittima autorizzazione e, quindi, che quantità e qualità del legname siano coerenti con la relativa documentazione.

I dati operativi sui controlli mostrano la grossa mole di attività sul territorio, a testimonianza della capillarità dell'azione preventiva che, in campo ambientale, risulta essere non solo un'attività determinante, ma anche la più efficace per il mantenimento dei delicati equilibri ecosistemici. Di pari passo con i controlli, sono sensibilmente aumentati i reati accertati e le sanzioni amministrative irrogate.

I controlli totali sono passati dai 685.000 del 2017, agli 807.000 del 2018, agli 858.000 del 2019 e ai 907.000 del 2020. In particolare, per quanto riguarda

l'attività a tutela del patrimonio forestale, gli accertamenti si sono via via intensificati passando dai 125.000 circa del 2017 agli oltre 185.000 del 2020, con un aumento progressivo sia delle sanzioni amministrative contestate che degli illeciti penali rilevati.

3.3 L'attività del CUFA a tutela delle foreste dagli incendi

Nel settore degli incendi boschivi, non più impegnato direttamente nell'azione di coordinamento delle operazioni di spegnimento del fuoco, il CUFA ha rafforzato il proprio dispositivo di prevenzione, di controllo e di repressione e ha ulteriormente intensificato l'attività di sensibilizzazione dell'opinione pubblica sui rischi legati agli incendi boschivi.

In questi anni è stato perciò possibile rivedere il dispiegamento degli assetti operativi in modo da concentrare l'attenzione sui punti caldi e sulle aree potenzialmente più a rischio per gli incendi boschivi, intensificando l'azione di controllo preventivo nelle province dove il fenomeno è maggiormente ricorrente.

Inoltre, attraverso l'utilizzo delle nuove tecnologie (tecniche di *remote sensing* satellitare, modelli predittivi supportati dal *Forest Fire Area Simulator* di Castelvoturno), i Carabinieri Forestali hanno notevolmente migliorato la loro capacità di intervento, soprattutto affinando le tecniche investigative per individuare gli autori del reato.

Grazie alla combinazione di questi fattori, l'azione svolta a partire dal 2017 dal CUFA ha reso più incisivo il sistema di contrasto dei reati connessi con il fenomeno degli incendi boschivi, con un aumento significativo degli arresti (dai 16 del 2016 siamo passati ai 44 del 2019 e a 28 del 2020, con il picco di 65 del 2017). Tuttavia, il dato più significativo è quello delle notizie di reato contro persone note, che sono raddoppiate, passando da una media di 180 del triennio 2014/16 a una media di 360 nel quadriennio 2017/20, testimoniando così l'accresciuta capacità di risalire alle cause e agli autori degli incendi dolosi e colposi.

Tra le attività di monitoraggio nel settore forestale merita una menzione particolare quella relativa al rilievo dell'area boschiva percorsa dal fuoco (RAPF), rilievo propedeutico per l'applicazione dei divieti previsti dalla legge quadro in materia di incendi boschivi (legge 21 novembre 2000, n. 353) e che l'Arma mette a disposizione dei Comuni, per l'alimentazione del Catasto delle aree boschive incendiate. Tali attività sono state ulteriormente riconosciute e rafforzate con i provvedimenti d'urgenza emanati in seguito alla particolare gravità assunta dal fenomeno nel corso dell'estate 2021.

Un rapporto del 2020 sull'*Analisi del Rischio legato ai cambiamenti climatici in Italia*, curato dal Centro Euromediterraneo sui Cambiamenti Climatici, prefigura nei prossimi decenni un incremento del rischio incendi superiore al 20% in tutti gli scenari climatici e una dilatazione del periodo di massima pericolosità degli incendi boschivi compreso tra i 20 e i 40 giorni. Questi fenomeni potranno

causare in Italia un aumento delle superfici percorse dal fuoco compreso tra il 21% e il 43%, a seconda dello scenario considerato.

L'aumento delle superfici bruciate comporterà naturalmente un incremento delle emissioni (CO₂ e particolato), contribuendo così anche all'aumento della concentrazione dei gas a effetto serra e influenzando negativamente la qualità dell'aria e la salute umana a scala locale.

4. FORESTE E SALUTE

La pandemia in atto ha mostrato come esistano numerosi e spesso sottovalutati legami tra il benessere umano e lo stato delle risorse naturali, in particolare delle foreste.

Tali legami possono riguardare, in primo luogo, le possibili connessioni - secondo ipotesi scientificamente accreditate - tra l'origine del coronavirus SARS-Cov-2 (responsabile della pandemia da COVID-19) e la deforestazione e la distruzione degli habitat naturali. Anche se non esiste ancora piena chiarezza sulle cause della pandemia, in passato la diffusione di altre zoonosi trasmissibili all'uomo ha rivelato collegamenti con l'impatto sugli ecosistemi naturali: si pensi a malattie come la rabbia, la SARS o l'Ebola, diffuse a partire da situazioni in cui l'uomo è venuto in contatto con ecosistemi prima isolati ed irraggiungibili. Infatti, sempre più spesso gli ecosistemi naturali - in particolare forestali - vengono distrutti, degradati o frammentati da utilizzi illegali o comunque non sostenibili, che determinano la creazione di "isole" di foresta intatta di dimensioni sempre più ridotte, dove il contatto invasivo degli esseri umani crea una promiscuità (tra fauna selvatica, animali domestici e umani) che rende possibile la diffusione delle zoonosi, favorendo il cosiddetto *spillover*, il salto di specie. Dal momento che l'essere umano ha modificato profondamente il 75% degli ecosistemi terrestri e il 66% di quelli marini³, alterandone gli equilibri, si può comprendere come virus specializzati sugli animali riescano a trovare le condizioni per il passaggio alla specie umana.

Se ci pensiamo bene, con il SARS-Cov-2 ci siamo trovati faccia a faccia con un virus nuovo, proveniente da una foresta asiatica, passato per due animali che non avrebbero dovuto trovarsi nello stesso posto e diffusosi su scala globale a una velocità incredibile.

Tale rapporto di causa-effetto è stato richiamato in varie occasioni:

- dalla FAO e dall'UNEP, in occasione del lancio del decennio ONU 2021-2030 sul restauro degli ecosistemi;
- sono state trovate evidenti correlazioni, in aree tropicali degradate, tra riduzione delle foreste, ampliamento delle piantagioni di palma da olio ed au-

³ Dati del rapporto 2019 IPBES (*Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*).

- mento di focolai ed epidemie di zoonosi e malattie trasmesse alle popolazioni locali da vettori quali malaria ed Ebola;
- in Asia sono state individuate zone ad alto rischio (in particolare in Cina, Indocina e Thailandia) per possibili futuri salti di specie di altri coronavirus, a partire da popolazioni di pipistrelli presenti in zone agricole e pastorali.

Appare dunque evidente che tutelare l'integrità delle foreste (specie se naturali o seminaturali) voglia dire anche tutelare - direttamente e indirettamente - la salute umana: perciò, tra i servizi ecosistemici⁴ riconosciuti alle foreste - i quali si sono evoluti nel tempo in maniera costante, in relazione alle mutate esigenze della società contemporanea⁵ - oggi possiamo annoverare anche quello della mitigazione delle minacce alla salute umana derivanti dalle zoonosi.

Altro collegamento tra benessere umano ed ecosistemi forestali è l'azione positiva di questi nei confronti delle sostanze che compromettono la qualità dell'aria.

Proprio in seguito alla pandemia, anche in Italia vari studi epidemiologici hanno provato ad analizzare il collegamento esistente tra inquinamento atmosferico e COVID-19: sono così state rinvenute numerose correlazioni tra smog e contagi. Il particolato atmosferico (PM₁₀, PM_{2,5}) è, infatti, in grado di agire per molti virus come *carrier*, ovvero come trasportatore, rappresentando anche un substrato capace di mantenere tali microorganismi in condizioni vitali per un certo periodo di tempo in funzione delle condizioni ambientali. Le sostanze inquinanti, inoltre, possono favorire i contagi perché, debilitando i sistemi cardio-respiratori dei soggetti più deboli, li rendono ancora più vulnerabili agli effetti del contagio stesso.

In virtù di tale collegamento, varie ricerche hanno analizzato il ruolo delle foreste urbane nella riduzione delle concentrazioni di particolato: tali polveri, infatti, si depositano sulla superficie delle foglie o vengono assorbite, finendo immagazzinate nelle strutture vegetali e sottratte così dall'atmosfera, con una maggiore efficienza da parte delle specie sempreverdi, specialmente delle conifere. A Firenze e Roma, in particolare, le foreste urbane hanno mostrato di poter rimuovere fino al 15% del particolato atmosferico.

Pertanto, anche per quel che riguarda l'attenuazione delle malattie cardio-respiratorie e del conseguente impatto della pandemia da COVID-19, vale la pena di considerare il contributo positivo svolto dalle foreste, in particolare da quelle urbane.

Non a caso, il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR), finanziato dai fondi europei del progetto *Next Generation EU* per rilanciare l'economia e mitigare le conseguenze negative della pandemia, prevede anche importanti misure

⁴ O contributi della natura alle persone come definiti dallo stesso IPBES.

⁵ *La perenne attualità del lavoro del forestale è legata a un bene ricco di imprevedibili risorse come il bosco.* Alfonso Alessandrini - XVII Festa della Montagna Meridionale - Potenza settembre 1968.

per le foreste urbane, periurbane ed extraurbane, al fine di aumentarne l'estensione a beneficio della qualità della vita e della salute dei cittadini.

Inoltre, è da considerare come le aree verdi in generale e le foreste in particolare, svolgono un ruolo fondamentale per il benessere psico-fisico complessivo delle persone. Infatti, sono aree di elezione per l'esercizio fisico e per praticare attività sportiva, per consentire la distensione delle tensioni emotive e per migliorare significativamente la qualità della vita dei cittadini che hanno l'opportunità di frequentarle. Tali aspetti sono spesso valutati in maniera positiva anche dal punto di vista economico: ad esempio, si pensi al maggior valore delle abitazioni situate nelle vicinanze di parchi urbani, foreste o giardini.

La preoccupazione per il rapido dilagare di un virus sconosciuto ed invisibile e le misure di contenimento e quarantena messe in atto, hanno ingenerato un clima di ansia - se non addirittura di panico e claustrofobia - nella popolazione, soprattutto in quella delle aree urbane. Anche in tali situazioni, gli spazi verdi e le foreste urbane hanno contribuito a mitigare gli impatti della pandemia, non da ultimo dal punto di vista psicologico.

Durante la pandemia, in Italia e in Europa si è registrato un aumento delle presenze nei boschi e nelle aree naturali - percepiti come spazi esterni sicuri per socializzare, fare attività fisica e riconnettersi con la natura - tale da poter essere interpretato come una specie di "corsa alle foreste".

Quindi, nelle fasi più critiche della pandemia, la natura urbana ed extraurbana ha aiutato a favorire la resilienza e a mantenere il benessere: aree verdi e parchi hanno contribuito a mitigare gli effetti negativi delle misure di confinamento, soprattutto quelli relativi alla salute mentale della popolazione in età avanzata.

Un discorso a parte meritano alcune tecniche di terapia forestale (*Forest Therapy*) ed i cosiddetti "bagni di bosco" (*Forest Bathing*), nati in Giappone per migliorare il benessere della popolazione, poi adottati dal sistema sanitario nipponico come parte delle strategie di prevenzione delle malattie croniche e di tutela della salute pubblica. Questa tendenza ha portato al riconoscimento di tali attività in bosco come cure alternative, definite "medicine complementari". In questo modo, tali pratiche hanno dimostrato anche di poter dare un contributo significativo nel ridurre le spese mediche, sia sotto l'aspetto della prevenzione di numerose malattie che della loro cura.

La ricerca in questo campo si sta concentrando non solo sui vantaggi a livello psicologico e mentale dell'immersione in un ambiente naturale intatto e dello svolgimento di attività fisica, ma anche sugli effetti positivi dell'inalazione dei composti organici presenti nell'ambiente forestale, che esercitano un'azione benefica su diversi organi e apparati. Studi scientifici consolidati hanno dimostrato che alcune sostanze volatili emesse da diverse specie di alberi (in particolare i monoterpeni, ovvero i "principi attivi" degli oli essenziali), se inalate in dose sufficiente e per un periodo di tempo adeguato inducono nel corpo umano benefici psicologici e fisiologici prolungati, come il contrasto alla depressione, la riduzio-

ne dello stress e dell'ansia, della pressione sanguigna, del livello di glucosio e degli elementi ossidanti e, infine, il miglioramento del sonno e dello stato del sistema immunitario.

Su queste basi e grazie anche ad uno specifico protocollo messo a punto dal CNR e dal CAI, si sta lavorando alla realizzazione, anche in Italia, delle prime "stazioni di terapia forestale": una qualifica riconosciuta a sentieri e rifugi del CAI in base a criteri precisi che includono, tra l'altro, la distanza dalle fonti di inquinamento e la composizione del bosco. Tra i primi siti già individuati e qualificati per la terapia forestale ci sono il Bosco del Respiro di Fai della Paganella (Trento), le foreste delle Valli del Natisone in Friuli Venezia Giulia e la Foresta del Teso a Pian dei Termini (San Marcello Piteglio, PT). Altre aree si stanno attrezzando per offrire questa opportunità, quali il territorio della Foresta Modello delle Montagne Fiorentine.

In tale ambito, si inserisce anche un nuovo progetto, il "Green4C" (*Green-ForCare*): co-finanziato dal Programma Erasmus Plus dell'Unione Europea, è un progetto triennale che innova e promuove soluzioni per la salute basate sulla natura, sul benessere e sull'inclusione sociale. Lo scopo del progetto è quello di contribuire allo sviluppo di opportunità imprenditoriali per studenti, ricercatori e professionisti, promuovendo le attività a contatto con la natura che favoriscono il benessere, la salute fisica e mentale e l'inclusione sociale. L'aspetto più innovativo di Green4C deriva dall'integrazione di due comparti economici e scientifici che sono spesso disconnessi: i settori della salute e dell'inclusione sociale e quelli correlati all'uso delle risorse naturali (quali selvicoltura, agricoltura e turismo) nelle aree rurali ed urbane, concentrandosi su quattro settori tematici: cure forestali, cura del verde urbano, agricoltura sociale e turismo verde.

Tali terapie *green* (sicuramente prive di effetti collaterali), se inserite nel programma di salute pubblica come "medicina forestale" (al pari di quanto già avvenuto in alcuni Paesi) - in modo che l'immersione nei boschi sia riconosciuta come terapia prescrivibile -, oltre a costituire un beneficio aggiuntivo del bosco di rilevante importanza sociale ed economica, ne rafforzerebbero la valenza in campo turistico, fornendo ulteriori occasioni di reddito e, quindi, di presidio del territorio.

5. QUALI GLI SCENARI FUTURI?

Gli scenari dei prossimi decenni, fino ad arrivare al 2050 - data cruciale individuata ai fini del raggiungimento di obiettivi globali strategici da cui può dipendere la stessa sopravvivenza del genere umano sul pianeta - saranno determinati da una serie di fattori estremamente significativi.

- *Clima*: La complessa problematica del cambiamento climatico globale è affrontata a livello internazionale principalmente attraverso la Convenzione quadro sul cambiamento climatico (UNFCCC), i cui impegni nazionali erano stati previsti e quantificati con il Protocollo di Kyoto. È in tale contesto

che nel 2015 i governi hanno sottoscritto l'Accordo di Parigi; per rafforzare la risposta mondiale a tale fenomeno e individuare le misure per contenere il riscaldamento globale al di sotto di 2°C rispetto ai livelli pre-industriali, perseguendo altresì impegni nazionali per limitare questo innalzamento a 1,5°C. Nel 2018, l'*Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) ha pubblicato un rapporto speciale coerente con gli impegni presi nel 2015 a Parigi in cui, nel confermare che una migliore gestione del territorio contribuisce a mitigare gli effetti dei cambiamenti climatici, ritiene però indispensabile ridurre le emissioni di gas a effetto serra prodotte dai vari settori produttivi. Nell'ultimo rapporto dell'IPCC, presentato nell'agosto 2021, sono stati ipotizzati cinque possibili scenari: due in cui non vi è alcuna sostanziale mitigazione rispetto alle emissioni di CO₂; uno intermedio, dove la mitigazione è modesta; due che descrivono scenari a basso contenuto di CO₂, con emissioni nulle raggiunte nella seconda metà del XXI secolo. In tutti gli scenari di emissione, la temperatura media della Terra continuerà ad aumentare almeno fino alla metà del secolo corrente e i livelli di riscaldamento globale di 1,5°C e 2°C al di sopra dei livelli pre-industriali, verranno superati entro la fine del XXI secolo. Tali condizioni provocherebbero un innalzamento del livello medio del mare tra 20 e 50 cm e un aumento degli eventi climatici estremi, della siccità, della degradazione dei suoli e dei fenomeni di desertificazione, dello scioglimento dei ghiacciai e dei ghiacci polari, degli incendi boschivi, degli attacchi parassitari, nonché modifiche sostanziali degli areali delle specie animali e vegetali. Il cambiamento climatico vede le foreste tanto come vittime - quando si degradano o vengono distrutte, emettendo carbonio - quanto come possibile soluzione al problema, nella misura in cui assorbono il carbonio atmosferico e lo tengono bloccato nei soprassuoli o nei prodotti legnosi. Inoltre, gli effetti dei cambiamenti climatici amplificano l'effetto dannoso sulle foreste di alcuni fenomeni di "disturbo" come, ad esempio, gli incendi boschivi, gli agenti patogeni e gli eventi naturali estremi. Vi sono in atto conseguenze dei cambiamenti climatici che sono irreversibili su scale temporali dell'ordine delle centinaia di anni. In particolare, questo è vero per i cambiamenti che riguardano l'oceano, il ghiaccio marino artico e il livello del mare (che continuerà a salire nel corso del XXI secolo). La riduzione delle emissioni di CO₂ porterebbe effetti positivi sulla qualità dell'aria che sarebbero osservabili su una scala temporale di breve periodo, diversamente dagli effetti sulla temperatura del pianeta, i quali sarebbero visibili solo dopo molti decenni.

Il rapporto dell'UNEP *Emissions Gap Report* (ottobre 2021), che fornisce una panoramica della differenza tra i valori di emissione previsti sulla base degli impegni nazionali sul clima e quelli che invece dovrebbero essere raggiunti per centrare gli obiettivi climatici prefissati, lancia un segnale preoccupante: stante l'attuale situazione, è previsto un aumento di 2,7°C della temperatura a

fine secolo, rispetto ai parametri di riferimento (max + 2°C, meglio + 1,5°C). Un ulteriore elemento di riflessione è portato da una ricerca pubblicata dalla rivista *Nature Climate Change*, che dimostra come solo grazie all'arresto delle attività umane causato dalla pandemia, nel 2020 le emissioni globali dei gas ad effetto serra sia diminuita del 7% su scala annua: da stime dell'UNEP, per mantenere l'aumento della temperatura media mondiale sotto 1,5 gradi, sarebbe necessaria una riduzione nelle emissioni di gas serra pari ad almeno il 7,6% ogni anno. Da ciò si evince come per raggiungere gli obiettivi più ambiziosi di contenimento del riscaldamento globale occorrerebbero urgenti cambiamenti strutturali nei sistemi economici.

- *Biodiversità*: I cambiamenti climatici e la perdita di biodiversità rappresentano due lati della stessa medaglia, in quanto i due fenomeni sono strettamente correlati e discendono entrambi da comportamenti umani errati. Infatti, sappiamo bene come ecosistemi caratterizzati da elevati livelli di biodiversità e - dunque - di complessità riescano meglio ad adattarsi alle modificazioni esterne, anche a quelle causate dai cambiamenti climatici. Quindi da un lato i cambiamenti climatici contribuiscono alla perdita di biodiversità per la distruzione o la frammentazione di habitat, dall'altro la semplificazione degli ecosistemi a causa della diminuzione della loro complessità ne rallenta la capacità di adattamento alle nuove condizioni. Il Rapporto dell'IPBES (*Intergovernmental Science - Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*) del 2019 rileva che un milione di specie sono a rischio di estinzione in pochi decenni: sono minacciati il 40% degli anfibi, il 33% dei mammiferi marini, il 25% dei vertebrati sia marini che terrestri, il 10% di insetti e circa 1.000 razze di animali domestici utilizzati. Circa 290 milioni di ettari di foreste primarie sono state distrutte negli ultimi 25 anni, insieme a tutta la biodiversità animale e vegetale in esse presente. Il rapporto e altre ricerche affini sottolineano come la principale minaccia per la conservazione della biodiversità, al pari di quanto avviene per la deforestazione, sia rappresentata dall'espansione delle coltivazioni agricole, volte a soddisfare una popolazione mondiale in costante crescita e con maggiori esigenze. Anche la COP15 della Convenzione sulla diversità biologica (CBD) - tenutasi in Cina, a Kunming, nell'ottobre 2021 - conferma che non ci sono segni di rallentamento nella tendenza in atto di perdita di biodiversità e reputa necessario affrontare e risolvere le cinque principali minacce alla biodiversità che l'IPBES ha individuato: sfruttamento del suolo e del mare, sfruttamento diretto delle risorse naturali, cambiamento climatico, inquinamento e invasione di specie aliene. L'Unione europea, con la propria Strategia sulla biodiversità per il 2030, nel confermare le valutazioni e le preoccupazioni manifestate dalla comunità scientifica internazionale, pone la natura stessa al centro della soluzione delle problematiche globali in atto (*Nature based solutions*). In particolare, gli ecosistemi forestali costituiscono degli alleati importanti; viene quindi ritenuto fondamentale definire, mappare,

- monitorare e proteggere le foreste primarie e vetuste ancora esistenti nell'UE, perseguendo lo stesso obiettivo a livello mondiale, ampliando la rete di aree protette esistente e sostenendo il ripristino degli ecosistemi degradati. Per quanto riguarda le aree protette l'impegno è quello di creare una rete coerente e ben gestita pari almeno al 30% della superficie terrestre e marina dell'UE, di cui almeno un terzo sottoposte a tutela rigorosa. Oltre a ciò, l'Unione si impegna ad aumentare l'estensione delle foreste, a migliorarne la qualità e a renderle più resilienti, in particolare contro gli incendi, la siccità, gli organismi nocivi, le malattie e altre minacce che si fanno più incombenti con i cambiamenti climatici: a tal fine viene previsto l'impianto - nel pieno rispetto dei principi ecologici - di 3 miliardi di alberi entro il 2030. Tale obiettivo è coerente con quello ribadito nella Strategia forestale dell'UE del luglio 2021.
- *Popolazione*: Il rapporto PRB (*Population Reference Bureau*) intitolato *World population data sheet 2021* prevede che nel 2050 la popolazione mondiale raggiungerà i 9,7 miliardi di abitanti, pari ad un aumento di oltre il 20% rispetto alla popolazione mondiale registrata nel 2020 (7,8 miliardi), con circa 6,7 miliardi di residenti nelle città, rispetto ai quasi 4,5 attuali. L'Asia si conferma il continente più popoloso, ospitando anche i due Paesi più popolati, Cina e India; tuttavia, in prospettiva, sarà l'India il Paese con il maggior numero di abitanti, raggiungendo 1,6 miliardi di unità nel 2050, mentre la Cina ne dovrebbe contare 1,4 miliardi. L'ONU conferma tali previsioni, ivi compresa quella che nel 2050 il 70% della popolazione mondiale vivrà nelle città.
 - *Migrazioni*: I due rapporti pubblicati dalla Banca mondiale nel 2018 e nel 2021 sotto il titolo di *Groundswell* (Ondata) prevedono che il solo cambiamento climatico globale potrebbe obbligare circa 216 milioni di persone a spostarsi, sia all'interno che all'esterno dei Paesi di origine, sia nel nord che nel sud del mondo. Tali flussi riguarderebbero 143 milioni di persone nel sud del mondo (dei quali 86 milioni dall'Africa sub-sahariana, 40 dall'Asia del sud e 17 dall'America Latina) e il resto nell'emisfero boreale (49 milioni da Asia dell'est e Pacifico, 19 milioni dal Nord Africa e 5 milioni da Europa dell'est ed Asia centrale), con punte di particolare criticità negli ambienti rurali, urbani e costieri. Il rapporto reputa prioritarie azioni atte a ridurre le emissioni di gas serra per attenuare l'impatto del cambiamento climatico e integrare la migrazione climatica in uno sviluppo verde, resiliente e inclusivo. Anche le stime dell'ONU per il 2050 prevedono un flusso migratorio estremamente variabile, tra i 25 milioni e il miliardo di persone, con il valore di 200 milioni ritenuto più probabile.
 - *Energia*: Secondo l'*Energy Information Administration's* (EIA) degli USA, nel 2050 la produzione mondiale di energia da varie fonti passerà dai 26 bilioni⁶ di KWh del 2020 a circa 44 bilioni di KWh, dei quali il 49% dovrebbe essere

⁶ Un bilione = mille miliardi.

garantito da fonti rinnovabili. Le proiezioni EIA prevedono che la generazione globale di elettricità dovrebbe aumentare dell'1,8% annuo fino al 2050. Il consumo di energia continuerà a essere fortemente squilibrato tra Paesi ricchi e poveri.

- *Deforestazione*: se la tendenza dovesse restare simile a quella stimata dalla FAO nell'ultimo quinquennio, ovvero pari a 10 milioni di ettari di deforestazione l'anno (di cui circa 4,7 milioni di perdita di copertura forestale netta), nel 2050 le foreste mondiali potrebbero aver perso 300 milioni di ettari - superficie all'incirca pari a quella dell'India - rispetto all'anno 2020, portando la copertura forestale dai 4.06 miliardi di ettari attuali a 3.76, con una perdita di quasi l'8%. Il permanere della perdita di copertura forestale allontana sempre di più l'obiettivo di sviluppo sostenibile n. 15 (SDG 15 - *sustainable development goal*) dell'ONU di arrestare la deforestazione entro il 2030. Tale obiettivo è stato riconfermato anche nel corso della recente COP26 sui Cambiamenti Climatici di Glasgow ma, senza strategie condivise e impegni vincolanti, risulta di difficile attuazione. Infatti, nonostante i buoni propositi a livello internazionale, anche istituzioni estremamente impegnate in tale direzione sono artefici della cosiddetta deforestazione "nascosta"⁷. Nel rapporto *Stepping up? The continuing impact of EU consumption on nature worldwide*, il WWF evidenzia come l'Unione europea - in cui spiccano la Germania e l'Italia - sia il secondo importatore mondiale di deforestazione "nascosta" in molti prodotti di origine tropicale: in particolare, stime del 2017 attribuiscono all'UE la responsabilità del 16% della deforestazione complessiva.
- *Alimentazione*: Stime FAO per il 2050 mostrano che, per nutrire una popolazione mondiale di 9,1 miliardi di persone (che in realtà dovrebbero raggiungere i 9,7 miliardi), bisognerebbe aumentare la produzione globale di cibo del 70% rispetto al periodo 2005-2007, con una produzione nei Paesi in via di sviluppo che dovrebbe almeno raddoppiare. Stime simili sono state formulate dalla FAO anche per l'acqua, la cui domanda dovrebbe crescere del 55% nel 2050. Molti rapporti mettono in risalto come deforestazione e perdita di biodiversità siano direttamente collegate - oltre che alla produzione di legname - alle estrazioni minerarie, alla costruzione di strade e infrastrutture e, in particolare, ad attività finalizzate alla produzione di alimenti, come allevamenti da carne, coltivazioni di soia, piantagioni di palma da olio e produzioni per lo più tropicali, quali caffè e cacao.

Tutti i fattori sinora esposti implicano un ulteriore aumento della pressione sulle foreste del futuro: esse vedranno crescere, contemporaneamente, la domanda di beni tradizionali come il legno per il soddisfacimento delle necessità della popolazione (sia come materia prima che come fonte energetica "rinnovabile"),

⁷ Nascosta in quanto provocata da produzioni non forestali o non direttamente ottenute su suoli appena deforestati.

i fenomeni di deforestazione per liberare suolo, come visto, principalmente in favore di produzioni agricole alimentari e la richiesta di servizi di ogni genere, in particolare quelli ecosistemici connessi all'assorbimento del carbonio atmosferico e alla tutela della biodiversità. Alle foreste verrà chiesto sempre di più, in un ambiente globale sempre più fragile a causa della crisi climatica, che le stesse foreste potrebbero contribuire a mitigare attraverso le strategie già in gran parte adottate e che, tuttavia, non possono sostituire la strategia principale da perseguire: *la riduzione delle emissioni di gas a effetto serra*.

La soluzione del problema della tutela di tutti gli ecosistemi - e di quelli forestali, in particolare - risiede in una formula sempre più spesso utilizzata, ma che si ha difficoltà ad attuare su larga scala: rendere l'economia circolare e decarbonizzata secondo il concetto G-locale (pensare globalmente come un unico ecosistema, attuare localmente rispettando la diversità). Dal punto di vista conservazionistico, la teoria apparentemente utopistica della *Half Earth*, lanciata con l'omonimo libro nel 2017 da *Edward Osborne Wilson*⁸ - metà della Terra alla natura e metà agli umani, per salvaguardare buona parte della biodiversità esistente - appare particolarmente interessante ancorché di difficile attuazione. Tuttavia, le raccomandazioni a livello internazionale sulla necessità di tutelare almeno il 30% della superficie delle terre emerse e dei mari testimoniano come *Half Earth* non possa essere considerata solo un'utopia.

Sicuramente le foreste "classiche", "extraurbane", dovrebbero essere gestite con l'obiettivo di ottenere, gradualmente, strutture più articolate, resistenti e resilienti. Inoltre se da un lato vi è la necessità di proteggere in modo rigoroso gli ecosistemi forestali più integri, quali le foreste vetuste o quelli caratterizzati da alti livelli di biodiversità, dall'altro una gestione attiva a basso impatto ambientale, potrà contribuire alla transizione ecologica. Quindi, laddove possibile, esse possono essere gestite tenendo in debito conto gli aspetti produttivi, incentivando possibilmente un'impreditoria innovativa e sostenibile nell'utilizzo delle risorse forestali, che punti su filiere ad alto valore aggiunto. Tuttavia, nel caso di ecosistemi più rari, preziosi o fragili, bisogna privilegiare le finalità conservative. In tutti i casi è importante il coinvolgimento delle comunità locali, che sulle loro foreste hanno costruito per secoli economia e tradizioni e che ne debbono restare i custodi. È comunque importante nell'operare le scelte gestionali tener conto del diverso grado di naturalità e delle preminenti funzioni degli ecosistemi forestali: da quelli con caratteristiche di multifunzionalità con preminente indirizzo produttivo, fino ai boschi prioritariamente finalizzati alla conservazione della natura e alla mitigazione climatica.

Per quanto riguarda proprio l'aspetto produttivo, andrebbe meglio riconsiderato il ruolo delle piantagioni da legno, che non debbono sostituire le foreste naturali o seminaturali, ma andare a occupare spazi lasciati liberi dalle attività

⁸ Scienziato entomologo della Harvard University - USA, che per la prima volta (1986) ha utilizzato il termine biodiversità nell'accezione moderna.

agricole o da dismissioni - con relative demolizioni e de-impermeabilizzazioni - di manufatti e infrastrutture industriali. Anche l'agro-selvicoltura può rappresentare una pratica in grado di aumentare la complessità ecologica dei sistemi agro-forestali soddisfacendo in contemporanea la richiesta di legname e la pratica agricola. La gestione integrata delle risorse forestali non deve essere disgiunta da efficaci misure di controllo - sia in campo che attraverso l'utilizzo delle nuove tecnologie - connesse ai sistemi FLEGT, EUTR, certificazione, etc... per contrastare la deforestazione, la raccolta e il commercio illegale di legname, nonché per procedere al ripristino funzionale degli ecosistemi forestali degradati (obiettivo del decennio ONU 2021-2030) sia da attività antropiche che da eventi naturali, attraverso il *rewilding* o interventi attivi di restauro forestale. Particolare importanza assume il pagamento dei servizi ecosistemici, che dovrebbe andare a remunerare le scelte gestionali indirizzate verso la conservazione della biodiversità e la mitigazione dei cambiamenti climatici.

Accanto alla gestione delle foreste propriamente dette, dovrebbero svolgere un ruolo molto più significativo le foreste urbane e periurbane: in Italia stanno iniziando a ricevere appoggio e fondi grazie al cosiddetto "Decreto Clima"⁹ (con due bandi dedicati ad incrementare la forestazione nelle quattordici Città metropolitane) e al PNRR (circa 6.6 milioni di alberi da piantare su circa 6.600 ettari). Si tratterebbe di foreste diverse da quelle "extraurbane", che comunque dovrebbero essere impiantate e gestite secondo il principio *Nature based solutions*, al fine di contribuire, in particolare, alla riduzione dell'inquinamento, alla mitigazione della temperatura atmosferica e all'attenuazione dello stress psicofisico, ma che potrebbero assolvere in maniera secondaria anche ad altre funzioni - quali la produzione di legno ed energia rinnovabile e la regimazione dei flussi idrici -, tenendo comunque conto della Strategia nazionale del verde urbano (approntata dal Comitato Pubblico per lo Sviluppo del Verde), che prevede l'impianto di foreste che, per composizione e struttura, siano rappresentative della vegetazione potenziale del territorio interessato. Esse, inoltre, dovrebbero essere collegate alle foreste extraurbane attraverso corridoi ecologici di connessione.

Alle foreste urbane e periurbane andrebbero affiancati o, addirittura, integrati spazi verdi non strettamente forestali (es. tetti verdi, aiuole e boschi verticali, orti urbani) in grado di aumentare ulteriormente i benefici ambientali.

La soluzione del problema sarebbero le *biocities*, le città biologiche, in cui il verde delle foreste è insito nella stessa architettura urbana, se potessero avere una diffusione generalizzata nelle varie realtà socio-economiche del pianeta. Per il momento, sulla scorta di alcune esperienze in tal senso a Singapore, in Cina si sta costruendo *Tianfu Park City*, costituita per il 70% da parchi, mentre l'utopica Telosa (dal greco *telos*, che significa fine, obiettivo, scopo), per il momento è solo nei progetti del miliardario statunitense *Marc Lore*.

⁹ Convertito nella legge 12 dicembre 2019, n. 141.

6. IL CUFA NEI NUOVI SCENARI

6.1 *La proiezione internazionale*

L'Arma forestale, elemento di snodo tra tradizione e innovazione nel settore forestale, rappresenta un'organizzazione vocata a coniugare le strategie ambientali globali con le azioni locali sia sul territorio nazionale sia in Paesi terzi colpiti da conflitti o disastri naturali (o, più semplicemente, da problemi di tutela delle risorse naturali), inserendosi in un più ampio alveo di attività di *peace keeping*, portate avanti da tempo dall'Arma tradizionale.

La crescita della consapevolezza sul ruolo strategico delle tematiche ambientali, nonché l'unione delle forze tra Arma dei Carabinieri e Corpo forestale dello Stato, ha fatto maturare nell'Arma l'idea di arricchire le attività di cooperazione finalizzate alla formazione delle polizie e/o delle agenzie civili locali con moduli sulle risorse naturali, connessi sia ad aspetti più classici e sperimentati di polizia ambientale (es.: sui rifiuti) e agroalimentare sia a tematiche riferibili agli aspetti della prevenzione dei reati ambientali, attraverso azioni di educazione ambientale.

Al fine di utilizzare al meglio, in una proiezione internazionale, le conoscenze e le esperienze possedute dai Carabinieri Forestali, nel giugno del 2017 è stato sottoscritto un protocollo d'intesa con la FAO finalizzato a sviluppare i rapporti di collaborazione tra le due Istituzioni, per favorire la cooperazione reciproca nell'ambito della protezione ambientale e della biodiversità, della sicurezza alimentare, della gestione sostenibile delle risorse naturali, della protezione delle foreste e della pianificazione e gestione delle emergenze.

A seguito di tale accordo, una prima esperienza di formazione sul campo si è avuta nel 2018 a Kigali, capitale del Ruanda, con la prima edizione pilota del corso "ranger", generato dalla cooperazione tra l'Arma dei Carabinieri e la Polizia nazionale del Ruanda e volto a formare personale locale appartenente sia alla polizia che agli agenti preposti alla sicurezza dei parchi nazionali di quel Paese.

L'importanza di tale proiezione internazionale sulle tematiche ambientali è stata tale che il Ministero dell'Ambiente ha inserito nel già citato "Decreto Clima", la costituzione di una specifica *task force* comprendente esperti ambientali e forestali dei Carabinieri.

Posta sotto l'egida dell'UNESCO, che già coordina i cosiddetti "Caschi blu della cultura", è stata costituita una *task force* di "Caschi verdi per l'ambiente", in cui i Carabinieri Forestali affiancano esperti di ISPRA. La *task force*, utilizzando professionalità e competenze già presenti ma ulteriormente formate in maniera congiunta, interviene nei teatri nazionali e internazionali individuati, per attuare misure e interventi di tutela della biodiversità e delle risorse ambientali. Tali interventi possono mirare, innanzitutto, a salvaguardare habitat e specie vegetali e animali a rischio di estinzione presenti nelle aree poste sotto l'egida dell'UNESCO ed essere accompagnati da una serie di misure di formazione e di monitoraggio per garantirne il successo. Alla tutela della biodiversità si affiancheranno altre

attività, quali la lotta alla deforestazione e al commercio illegale di legno e di specie protette, la realizzazione di attività inventariali e di monitoraggio delle risorse forestali, il contrasto alla diffusione di specie esotiche invasive e agli incendi boschivi, la promozione di tecniche di ingegneria naturalistica nelle situazioni di dissesto e di degradazione dei suoli e di pratiche di gestione forestale sostenibile che favoriscano l'assorbimento del carbonio.

Il personale individuato sulla base di un adeguato *curriculum vitae* sta iniziando un percorso formativo di certificazione per *environmental expert UNESCO*, volto ad omogeneizzarne la formazione dal punto di vista militare, linguistico e tecnico.

In un prossimo futuro, tali attività di proiezione internazionale a carattere ambientale verranno progressivamente ampliate e ospitate presso il Centro di eccellenza internazionale, in via di costituzione presso il Centro di Addestramento di Sabaudia, dipendente dalla Scuola Forestale Carabinieri di Cittaducale. Il Centro sarà dedicato alla formazione di funzionari e di personale civile tecnico di organizzazioni internazionali interessate a tali attività, in particolare delle Agenzie dell'ONU, della FAO e dell'UNESCO, nonché di Paesi terzi aderenti.

La Scuola di Alta Formazione - Centro di Eccellenza di Sabaudia costituirà, nel settore civile, il corrispettivo del Centro di Eccellenza per le unità di polizia per la stabilità dell'Arma dei Carabinieri (*CoESPU - Centre of Excellence for the Stability Police Units*), con sede a Vicenza.

La relativa proposta formativa è in via di definizione, in collaborazione con le suddette Agenzie e comprende numerosi moduli dedicati all'ambiente e riguardanti, in particolare, il contrasto della crisi climatica e la mitigazione dei suoi effetti, il contrasto dell'*illegal logging*, la tutela delle aree protette, il ripristino degli ecosistemi compromessi, la prevenzione del degrado dei suoli e della desertificazione, la tutela della biodiversità animale e vegetale, il monitoraggio e l'inventario delle risorse forestali, la prevenzione e il contrasto del fenomeno degli incendi boschivi.

L'Unione Europea, nell'ambito della Politica di sicurezza e di difesa comune, (PSDC), ha istituito di recente un Gruppo di Lavoro (EUCTG) con finalità di consulenza nel settore addestrativo a beneficio delle missioni civili in Paesi terzi. In questo quadro, L'Arma dei Carabinieri - che vanta una consolidata esperienza nella formazione del personale delle Forze di Polizia dell'UE ed extra UE - è stata designata in qualità di coordinatore per la formazione in materia di tutela ambientale e cambiamenti climatici. Il CUFA ha predisposto un Rapporto, approvato dagli organi dell'UE, con un annesso "codice di condotta verde" finalizzato ad identificare i requisiti formativi e le lacune che emergono dalla formazione disponibile al fine di riconoscere le principali criticità ambientali del Paese ospitante la missione e per rendere le missioni civili all'estero più verdi e sostenibili.

Tale codice, partendo dall'analisi dell'impatto delle principali attività antropiche svolte dalle missioni sul campo, ha rimodulato le stesse tenendo conto dei principali parametri ecologici. Acqua, aria, specie protette e gestione sostenibile delle risorse naturali, consumo di energia e produzione di rifiuti sono i pilastri

per misurare la sostenibilità delle missioni che, in applicazione di uno dei principi guida dell'UE, *non nuocere*, dovranno essere a impatto zero per quanto riguarda le emissioni di CO₂.

6.2 *L'attività di controllo e di monitoraggio del territorio*

L'utilizzo dei sistemi satellitari per il monitoraggio delle risorse forestali è una prassi ormai scientificamente consolidata che, correlata con la crescente quantità di informazioni derivanti dall'impiego dei droni nelle attività di aerofotogrammetria, dall'uso congiunto dell'intelligenza artificiale e della disponibilità di dati satellitari telerilevati (oggi fruibili anche in ambiente *open cloud*), ha definito e delineato nuove frontiere ed ambiti applicativi innovativi, dei quali il CUFA si avvale già e di cui intende avvalersi sempre di più in futuro. Tuttavia, l'utilizzo delle tecnologie non può sostituire in toto l'attività in campo degli operatori, la cui esperienza e la cui professionalità sono fondamentali per affinare sempre più i rilievi da remoto - attraverso un processo di verifica e di validazione in continuo e reciproco del dato - soprattutto se si considerano le caratteristiche del territorio rurale e montano che costituisce il principale riferimento operativo del CUFA stesso.

Grazie al *Programma Copernicus* dell'Unione Europea, sono state rese disponibili gratuitamente le immagini dei satelliti *Sentinel 2*, con intervalli di rivisitazione del territorio molto brevi e dotati di un'alta risoluzione spaziale, che rappresentano un'opportunità sia per il monitoraggio dell'andamento del fenomeno degli incendi boschivi sia per il supporto delle attività info-investigative indirizzate alla repressione dei reati connessi.

Al fine di contrastare sempre più efficacemente il fenomeno degli incendi boschivi, il CUFA si pone l'obiettivo di trasformare questa grande mole di informazioni in strumenti di conoscenza del fenomeno stesso, anche avvalendosi di tecniche di integrazione dei dati provenienti da diverse piattaforme satellitari e da diverse fonti (dati rilevati da sistemi video, dati ancillari, serie storiche statistiche ventennali, informazioni meteo, etc.).

L'obiettivo finale è quello di innalzare le capacità tecniche dei Reparti forestali nelle operazioni di *repertazione tecnica* sui soprassuoli boschivi percorsi dal fuoco, che sono finalizzate ad individuare il punto di insorgenza delle fiamme e a valutare il grado di danno subito dagli ecosistemi forestali distrutti. Ciò avverrà integrando le procedure basate sul *Metodo delle evidenze fisiche*, attualmente in uso, con i rilievi satellitari che saranno elaborati con cadenza settimanale, quale ulteriore fonte di informazione e interpretazione di quanto accaduto sul territorio di loro competenza, al fine di individuare prontamente le cause dell'incendio e formulare nell'immediato ipotesi investigative per individuare i responsabili degli eventi incendiari.

Inoltre, sul piano dell'utilizzo delle nuove tecnologie per migliorare l'attività operativa, il piano che l'Arma dei Carabinieri, attraverso il CUFA, intende sviluppare in questo settore prevede l'attività di monitoraggio e di interpretazione

delle anomalie multispettrali delle foreste italiane tramite tecniche di *remote sensing* da piattaforma satellitare, integrate con l'impiego di Sistemi Aeromobili a Pilotaggio Remoto - così come si sta sperimentando grazie a due progetti pilota: uno finanziato dalla Commissione Europea attraverso lo strumento finanziario LIFE - denominato *Foliage* - e l'altro nell'ambito del progetto Prisma Scienza dell'Agenzia Spaziale Italiana.

Gli obiettivi che si intendono perseguire sono lo sviluppo di uno strumento moderno e all'avanguardia denominato *Smart Forest Monitoring* per il controllo in continuo delle foreste rispetto:

- alla capacità di stoccaggio della CO₂;
- allo stato di conservazione generale dei boschi;
- alla individuazione delle principali minacce degli ecosistemi forestali:
 - sia abiotiche da eventi estremi (valanghe, frane, tempeste di vento e siccità) connessi al *climate change*;
 - sia biotiche da attacchi parassitari o antropici (utilizzazioni forestali illegali) attraverso la generazione di *early warning* (allerte precoci), in tempo reale, in grado di indirizzare in modo mirato le attività di controllo delle foreste da parte dei Reparti CUFA sul territorio.

Lo sviluppo di tali metodologie innovative consentirà al CUFA dell'Arma dei Carabinieri di innalzare significativamente l'efficacia dell'attività di controllo e di tutela degli ecosistemi forestali e naturali italiani, avvalendosi delle migliori pratiche e tecnologie satellitari e consentirà inoltre di ribaltare la filosofia operativa di intervento sul territorio, per contrastarne le manomissioni poiché, attraverso il satellite, una regia centralizzata segnalerà in tempo reale ai Reparti territorialmente competenti eventuali anomalie, di cui essi potranno così andare a verificare la causa, al fine di intervenire tempestivamente, reprimere eventuali illegalità e arrestarne ulteriori conseguenze.

Infine, per adempiere agli impegni connessi al monitoraggio delle foreste, il Comando sta lavorando alla progettazione di un sistema di monitoraggio integrato e ad alta tecnologia (*Remote sensing*, IoT - *Internet of Things*, tecnologia LoRa - *Low Range Wave*) che preveda una stretta sinergia tra le attività dell'Inventario Forestale Nazionale e dei serbatoi di carbonio e quelle del monitoraggio dello stato di salute delle foreste, realizzato con il programma Con.Eco.For. secondo il protocollo *I.C.P. Forests* per la rete di I livello e di altre attività di raccolta dati realizzate esternamente all'Inventario stesso, quali quelle relative agli incendi e alle utilizzazioni forestali.

6.3 Il CUFA, biodiversità e conservazione delle risorse genetiche forestali

Il CUFA, attraverso il Raggruppamento CC Biodiversità, cura l'amministrazione di 130 riserve naturali statali e 19 foreste demaniali che rappresentano una realtà peculiare per il nostro Paese: trattasi di scrigni di biodiversità, veri e propri

gioielli naturali in cui si tutelano alcune delle aree di maggior pregio a livello nazionale, costituendo spesso il “cuore” più integro dei parchi nazionali italiani. Su una superficie che rappresenta solo lo 0,3% del territorio nazionale e il 3% della superficie protetta, le riserve naturali dello Stato ospitano quasi il 20% delle specie vegetali considerate a vari livelli a rischio di conservazione in Italia, tutte le 18 specie di mammiferi più minacciate nel nostro Paese, il 70% di specie di avifauna considerate più a rischio (61 su 88) e il 75% degli habitat prioritari a livello europeo (95 su 126).

Tali realtà sono di fondamentale importanza anche per le strategie future nazionali e sovranazionali riguardanti il settore forestale: trattandosi di territori di proprietà demaniale, possono rappresentare laboratori a cielo aperto dove sperimentare e monitorare la dinamica degli ecosistemi naturali, al fine di individuare adeguate strategie gestionali sia per gli altri territori protetti, sia per gli ecosistemi forestali in genere, in particolare per la rete dei boschi vetusti.

Inoltre, in riferimento alla realizzazione degli interventi derivanti dalle strategie del *Green Deal* europeo, di quelle dell'UE in materia forestale e di biodiversità, del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR), del decennio ONU sul ripristino degli ecosistemi - sia per quanto riguarda la messa a dimora di ingenti quantitativi di alberi sul territorio sia per gli interventi di forestazione urbana -, una particolare attenzione deve essere posta sul materiale di propagazione forestale utilizzato per le suddette finalità, che deve essere materiale certificato, di qualità e idoneo per i vari contesti ambientali.

Il risanamento di aree degradate, il ripristino di habitat e di ecosistemi alterati e compromessi dall'azione antropica, la ricostituzione boschiva o gli interventi di rimboschimento o imboschimento necessitano di azioni oculate e il più possibile rispettose degli equilibri, dei cicli e delle risorse naturali preesistenti, che privilegino tecniche poco impattanti (come ad esempio di ingegneria naturalistica) e, soprattutto, nel caso di ricostituzione dei soprassuoli forestali, che consentano di disporre di materiale genetico autoctono e possibilmente proveniente dagli stessi territori dove vengono utilizzati (elemento determinante in questo caso).

In questa chiave il CUFA, attraverso il Raggruppamento CC Biodiversità, gestisce i Centri nazionali per lo studio e la conservazione della biodiversità forestale di Pieve Santo Stefano (AR) e Dogana di Peri (VR), unici in Italia a detenere vere e proprie banche genetiche delle specie e degli ecotipi forestali italiani. Questi Centri, dove vengono utilizzate le tecnologie più avanzate per la raccolta, la selezione, la conservazione e la propagazione di piante, tessuti e semi delle principali specie arboree e arbustive rappresentative della flora nazionale, costituiscono quindi delle vere e proprie banche della variabilità genetica forestale italiana e sono in grado di fornire centinaia di milioni di semi di piante e di arbusti autoctoni, ai fini del ripristino degli ecosistemi forestali degradati.

Queste banche genetiche della biodiversità forestale italiana del CUFA dell'Arma dei Carabinieri sono a disposizione della collettività, delle Istituzioni, del mondo scientifico e di tutti i portatori di interesse, per il presente e per il futuro.

6.4 *Il CUFA tra natura, foreste e salute*

Nell'ambito del rinnovato interesse per gli effetti benefici del bosco sulla salute umana, - sottolineato dalle problematiche psicologiche connesse alla pandemia da COVID-19, si inserisce anche l'Arma forestale, con alcune iniziative di respiro internazionale.

Sono, infatti, stati avviati anche in Italia i progetti denominati *Healthy Parks Healthy People - Parchi Sani Persone Sane* e *Visibility Italia*, che pongono l'accento sull'importante contributo che i parchi nazionali e le riserve naturali statali possono offrire al benessere e alla salute delle persone, soprattutto dei ragazzi: è accertato, infatti, come il contatto ravvicinato con gli elementi naturali favorisca il potenziamento del sistema immunitario, aiuti i bambini nell'accrescimento psicofisico e attitudinale e contribuisca a contrastare la dipendenza tecnologica molto diffusa. Studi dell'*Eastern Ontario Research Institute* mostrano gli effetti collaterali delle misure di contenimento della pandemia sulla salute dei giovani, in particolare per quel che riguarda diabete, obesità e disturbi dell'attenzione: studi che si aggiungono ad una ricca bibliografia di lavori scientifici, raccolti e pubblicati mensilmente anche dal *Children & Nature Network* (USA), che dimostrano come il contatto con la natura apporti diversi benefici, contrastando il cosiddetto *deficit di natura* - come definito a suo tempo da *Richard Louv* - e facilitando la coesione sociale delle comunità.

L'iniziativa *Parchi sani persone sane*, accolta dai Carabinieri Forestali, segue il progetto nato negli USA e successivamente adottato, come strategia globale, dalla Comunità delle Aree protette nel Congresso Mondiale tenutosi in Australia (Melbourne) nel 2010 e del Congresso Mondiale dei Parchi del 2014, che declina il tema del rapporto tra la natura, la biodiversità e la salute degli esseri umani, assumendo un'importanza primaria nelle politiche di prevenzione dell'Organizzazione Mondiale della Sanità. In Italia l'iniziativa viene attuata anche dal Consorzio Universitario CURSA, con il progetto pilota *Ambiente, Clima e Promozione della Salute dei Bambini*, promosso e sostenuto nel 2017-2018 dal Ministero della Salute e coordinato dall'Istituto Superiore di Sanità.

Da un punto di vista più strettamente sanitario, è stato realizzato, sulla piattaforma "EDUISS" dell'Istituto, un corso di Formazione a Distanza (FAD) denominato *Natura è Benessere: dalla parte dei bambini*, che ha fornito ai pediatri, ai medici e a tutti gli operatori del Sistema Sanitario Nazionale uno strumento utile per sensibilizzare le famiglie a stili di vita più sani e più sostenibili ed è stato il primo passo per arrivare alla cosiddetta *ricetta verde* che, come già sperimentato in altri Paesi, prescrive alle persone la frequentazione di aree naturali

e forestali, anche protette, considerate un presidio di prevenzione sanitaria, accessibile da tutti.

L'Arma forestale, in collaborazione con il CURSA, ha iniziato questo nuovo percorso con l'aggiornamento professionale di un primo gruppo selezionato di quei Carabinieri che gestiscono attività di Educazione Ambientale nelle riserve naturali dello Stato. L'obiettivo è anche coinvolgere docenti, dirigenti scolastici, insegnanti e operatori del settore dell'Educazione Ambientale, attraverso lo svolgimento di progetti *outdoor* in aree verdi e la collaborazione a ricerche universitarie per la raccolta di dati neurobiologici e attitudinali che, in passato, hanno già coinvolto un campione di oltre 600 bambini.

È da sottolineare come tali iniziative si muovano nel filone di altri progetti simili, tutti miranti ad investigare e far riconoscere l'importante ruolo salutare, quando non addirittura medico, posseduto dalle foreste: le iniziative promosse dai Carabinieri Forestali convergono, ad esempio, con quelle attuate nel quadro del protocollo messo a punto dal CNR e dal CAI, per quel che riguarda le iniziative di "terapia forestale", volte a migliorare il benessere psicofisico della popolazione, meglio se svolte in aree verdi opportunamente attrezzate. In tal senso, bisogna evidenziare come l'Arma dei Carabinieri - attraverso le 149 aree tra riserve naturali e foreste demaniali di competenza del Raggruppamento Biodiversità - disponga già di una rete di aree naturali di pregio che possono essere utilizzate anche per misure a tutela della salute. Tali attività ormai di carattere medico, quali quelle del "bagno in foresta", si affiancherebbero al meglio a quelle di educazione ambientale e sensibilizzazione del pubblico che già da vari decenni vengono portate avanti e che sono volte non solo a prevenire il crimine ambientale ma anche a sviluppare una crescente attenzione ai temi ambientali e a promuovere la conoscenza del benessere associato alla natura.

6.5 Il CUFA, la società civile e le nuove generazioni

Quando si parla di futuro e di ambiente non si può non parlare dell'educazione ambientale come strumento fondamentale per sensibilizzare i cittadini e le comunità ad una maggiore responsabilità e attenzione alla tutela dell'ambiente e dei suoi elementi. In tale contesto, il mondo della Scuola e le nuove generazioni sono sicuramente interlocutori privilegiati, sia perché è importante sensibilizzare i cittadini di domani sia perché la consapevolezza dei giovani funge da amplificatore delle coscienze anche verso gli adulti, spesso più refrattari a modificare i propri atteggiamenti.

Il CUFA già oggi raggiunge oltre 1,2 milioni di cittadini, per la maggior parte studenti di ogni ordine e grado, coinvolti con campagne di sensibilizzazione pubblica o ospitati nelle strutture dedicate presso i 28 Reparti CC Biodiversità, oppure al servizio delle riserve naturali e foreste demaniali gestite da questi ultimi. Ogni iniziativa con le scuole viene preceduta da incontri con i professori,

con i quali vengono individuate le strategie di azione che portano poi a visite didattiche presso le strutture, per far toccare con mano le attività di tutela e di conservazione delle risorse naturali svolte dai Carabinieri Forestali.

Per il futuro, oltre alla collaborazione con il MiTE, che ha prodotto già numerose campagne, è in fase di definizione un protocollo d'intesa con il Ministero dell'Istruzione, per rendere queste collaborazioni ancora più sistematiche e strutturate.

Su queste basi è attualmente in corso il progetto "Un albero per il futuro", la cui filosofia privilegia la componente esperienziale dell'attività formativa. In particolare, saranno messe a dimora decine di migliaia di piantine forestali autoctone provenienti dai Centri Nazionali per la Biodiversità Forestale del CUFA, in collaborazione con oltre 1.000 istituti scolastici di ogni ordine e grado. La messa a dimora degli alberi sarà preceduta, da un lato, dallo svolgimento di laboratori didattici pratici sul significato e sul valore degli alberi e delle foreste per la vita stessa sul pianeta e sul ruolo che esse rivestono nella mitigazione degli effetti dei cambiamenti climatici e, dall'altro, da *stage* presso le riserve naturali statali e le foreste demaniali.

È prevista, inoltre, la divulgazione delle attività realizzate, attraverso la condivisione dei contenuti del sito dell'Arma dedicato al progetto "Un Albero per il futuro", con i siti del Ministero della Transizione Ecologica e del Ministero dell'Istruzione. Tale sito offre la possibilità di visualizzare in tempo reale su di una mappa virtuale dell'Italia tutti gli alberi messi a dimora durante il progetto, i quali costituiranno così un "Bosco diffuso" su tutta la penisola e di cui sarà possibile contabilizzare in tempo reale l'assorbimento di anidride carbonica, grazie a un algoritmo che metterà in relazione gli accrescimenti delle piante con la quantità di CO₂ stoccata.

Il progetto "Un albero per il futuro" sarà reso ulteriormente significativo dalla messa a dimora di 4.000 alberelli ottenuti dalla propagazione delle gemme dell'albero di Giovanni Falcone, un *Ficus macrophylla columnaris magnolioides*, che vegeta sotto la residenza di Palermo del magistrato e che è divenuto simbolo di legalità e di impegno nella cura dell'ambiente.

Le piante, ottenute presso il Centro Nazionale Carabinieri per la Biodiversità Forestale di Pieve Santo Stefano (AR), avranno lo stesso patrimonio genetico dell'albero originario e potranno essere richieste dagli istituti scolastici di ogni ordine e grado, a testimonianza dell'impegno degli studenti e del mondo della Scuola per la legalità e la tutela ambientale.

I progetti di educazione ambientale descritti sono pluriennali, così come anche la "festa dell'albero", che sarà rilanciata a partire da quest'anno in modo capillare sul territorio nazionale, con il coinvolgimento di tutti i reparti dipendenti dal CUFA.

Nell'ambito delle sinergie con la società civile, sempre maggiore rilievo assume la collaborazione con le Associazioni ambientaliste e con le organizzazioni di categoria su tutte le tematiche di competenza, collaborazione che ha dato

vita a importanti attività di cooperazione nei settori dell'antibraconaggio, degli incendi boschivi, della tutela delle specie a rischio di estinzione, dell'educazione e della divulgazione di tematiche ambientali e della prevenzione e repressione dei reati ambientali in genere. Tali collaborazioni hanno dato origine a circa 60 protocolli d'intesa e convenzioni con altrettanti Enti, Istituzioni, Associazioni e Organizzazioni, con il comune obiettivo di tutelare le risorse naturali del Paese e diffondere la cultura ambientale.

Crescente importanza assume inoltre la *Citizen Science*: i Carabinieri Forestali hanno sviluppato il progetto LIFE "360 ESC", con l'obiettivo di offrire ai giovani la possibilità di fare esperienza nella conservazione della natura attraverso attività di monitoraggio di specie protette all'interno di alcune delle riserve naturali statali italiane: i dati raccolti dai volontari hanno contribuito ad accrescere la conoscenza su presenza e consistenza delle popolazioni di alcune specie di interesse comunitario.

Un'altra attività sviluppata in tale settore è rappresentata dal "Manuale del cittadino per l'osservazione delle condizioni degli alberi, del loro accrescimento e della biodiversità forestale", pubblicato dall'Arma forestale alla fine del 2018 per favorire la partecipazione del pubblico alle attività di monitoraggio forestale e di osservazione dello stato di salute dei boschi italiani.

Precedentemente, nell'ambito del progetto LIFE "Monitoraggio degli insetti con partecipazione pubblica", il Centro Nazionale Biodiversità Forestale del CUFA di "Bosco Fontana", specializzato nei monitoraggi previsti dalla *Direttiva Habitat* attraverso lo studio degli insetti *saproxilici*, ha sviluppato un progetto di *Citizen Science* denominato InNat (www.innat.it), che dà la possibilità di ricevere, su 30 specie di insetti, la raccolta delle segnalazioni da parte dei cittadini.

7. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Le foreste stanno affrontando numerose sfide e ancora di più dovranno sostenerne in futuro, sotto la pressione di una popolazione che cresce e di un clima che cambia.

È tempo di riportare la natura nella nostra vita, come raccomanda la Commissione Europea, o meglio, di riportare la nostra vita nella natura. Cominciando da subito, attraverso una rivoluzione culturale, prima che economica, che porti all'adozione di modelli di vita e di sviluppo in cui la salute dell'uomo e la salute e la vitalità degli ecosistemi, in particolare quelli forestali, siano inscindibilmente legate, come indicato recentemente dal paradigma *One Health*.

La foresta precede l'uomo, il deserto lo segue, scrive de Chateaubriand; *gli alberi sono le colonne del mondo, quando tutti gli alberi saranno tagliati, il cielo cadrà sopra di noi*, recita un proverbio indio... nelle varie epoche l'uomo ha sempre avuto la consapevolezza della necessità di preservare le foreste: l'impegno del genere umano deve passare dalla consapevolezza all'azione ora, adesso perché, come

disse il Presidente degli USA al Summit dell'ONU sui Cambiamenti Climatici di New York del 23 settembre 2014: *l'attuale generazione umana è la prima a risentire fortemente dell'impatto dei cambiamenti climatici ed è anche l'ultima che può fare qualcosa al riguardo.*

Tenendo conto del particolare periodo storico, con una Pandemia in atto che, come sostenuto da autorevoli rappresentanti della scienza, potrebbe essere solo un sintomo di una malattia più profonda che attanaglia il pianeta, sarebbe auspicabile non far cadere nel vuoto quanto Papa Francesco ha detto a proposito: *...peggio di questa crisi, c'è solo il dramma di sprecarla.*

Gli alberi dialogano con il cielo e diffondono benefici a tutti. Sono un ponte tra la terra e il sole, tra l'umano e il divino. L'albero è stato il primo tempio, è lignum vitae che collega la vita alla morte. L'albero è l'archivio del tempo, la cronaca di ogni stagione, di ogni evento climatico.

Alfonso Alessandrini - Assisi, 20 marzo 1988

Ringraziamenti

Per l'attività di ricerca e di analisi documentale il Col. Lorenza Colletti; per la revisione finale dei testi l'App. Giorgia Vasari e l'App. Cristina Talone.

SUMMARY

Forests for future

Forests are an essential resource for life on our planet and to provide the welfare for the whole human population living on it. Forest ecosystems are nevertheless hampered by the growing human pressure and by an unsustainable use of natural resources leading to concerning world phenomena, first of all global climatic change, biodiversity loss and soil, ecosystems and habitats degradation. Such issues impact on the structure, composition and balance of forests, so reducing their own capacity to contribute to the solution of the same problems. The situation is so serious to require now a serious rethinking of forest policies and measures to be implemented into the forest sector, in order to imagine, at the 2050 year horizon, more resilient forests adapted to the new climatic conditions and able to provide at their best also the requested vital ecologic, economic and social functions. In such global framework it has to be considered the activity carried out by the Arma dei Carabinieri - Command of Forest Environment and Agrifood Units (CUFA), whose present role is analyzed here, trying to design also future commitments and developments.

BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO

- Alessandrini A., 1990 - *Il tempo degli alberi*. Edizioni Abete.
Alessandrini A., 1991 - *Loseléra - una finestra sul bosco*. Edizioni Abete.
Arma dei Carabinieri, 2018 - *Lo stato di salute delle foreste italiane 1997-2017. Venti anni di monitoraggio della condizione delle chiome degli alberi*. Comando Unità Forestali Ambientali ed Agroalimentari dell'Arma dei Carabinieri, Progetto LIFE+ SMART4Action. Roma.

- Arma dei Carabinieri, CREA, 2021 - *Le foreste italiane. Sintesi dei risultati del terzo Inventario Forestale Nazionale INFC 2015*. Comando Unità Forestali Ambientali ed Agroalimentari dell'Arma dei Carabinieri. Roma.
- Blasi C., 2009 - *La centralità della Biodiversità nella selvicoltura moderna*. Atti del III Congresso di Selvicoltura. Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze.
- Blasi C., 2010 - *La vegetazione d'Italia*. Palombi & C. Roma.
- Borghetti M., Colangelo M., Ripullone F., Rita A., 2021 - *Ondate di siccità e calore, spunti per una selvicoltura adattativa*. *Forest@*, vol. 18: 49-57. <https://foresta.sisef.org/contents/?id=efor0054-018>; <https://doi.org/10.3832/efor0054-018>
- Bottacci A., 2020 - *Lo spazio e il tempo per le foreste resilienti*. *L'Italia Forestale e Montana*, 75 (2): 69-81. <https://doi.org/10.4129/ifm.2020.2.02>
- CBD, 2020 - *Global biodiversity outlook 5*. Secretariat of the Convention on Biological Diversity. Montreal.
- Cheval S., Adamescu C.M., Georgiadis T., Herrnegger M., Piticar A., Legates D.R., 2020 - *Observed and potential impacts of the COVID-19 pandemic on the environment*. *International Journal of environmental research and public health*, 17. <https://www.mdpi.com/1660-4601/17/11/4140>
- Chiarucci, A., Piovesan, G., 2018 - *La gestione forestale sostenibile non può prescindere dalla conoscenza ecologica e conservazionistica attuale*. *Forest@ - Journal of Silviculture and Forest Ecology*, 15 (1): 51. <https://doi.org/10.3832/efor2782-015>
- Chiarucci, A., Piovesan, G., 2020 - *Need for a global map of forest naturalness for a sustainable future*. *Conservation Biology*, 34 (2): 368-372. <https://doi.org/10.1111/cobi.13408>
- Ciancio O., 2010 - *La teoria della selvicoltura sistemica. I razionalisti e gli antirazionalisti, le "sterili disquisizioni" e il sonnambulismo dell'intelligenza forestale*. Accademia Italiana di Scienze Forestali. Firenze. <https://doi.org/10.4129/selv-sis>
- Ciancio O., 2011- *Progresso scientifico e cultura forestale*. *L'Italia Forestale e Montana*, 66 (6): 432-439. Firenze.
- Ciancio O., 2019 - *Storia, Scienza, Sapere. Le tre S della conoscenza in campo forestale*. In: "Il bosco - bene indispensabile per un presente vivibile ed un futuro possibile", Accademia Italiana di Scienze Forestali. Firenze. <https://doi.org/10.4129/bosco.2019>
- Ciancio O., 2020 - *Biodiversità, silvosistemica e gestione forestale*. *L'Italia Forestale e Montana*, 75 (1): 3-10. <https://doi.org/10.4129/ifm.2020.1.01>
- Ciancio O., 2021 - *I diritti del bosco: un problema di natura etica e giuridica*. *L'Italia Forestale e Montana*, 76 (3): 101-107.
- Ciancio O., Nocentini S., 1996 - *Il bosco e l'uomo: l'evoluzione del pensiero forestale dall'umanesimo moderno alla cultura della complessità. La selvicoltura sistemica e la gestione su basi naturali*. In: *Il bosco e l'uomo* (a cura di Orazio Ciancio). Accademia Italiana di Scienze Forestali. Firenze.
- CMCC, 2021 - *Annual report 2020*. Centro Euro-mediterraneo sui cambiamenti climatici. Lecce.
- CNR, 2020 - *Terapia forestale. Una collaborazione fra il Club Alpino Italiano e il Consiglio Nazionale delle Ricerche*. Consiglio Nazionale delle Ricerche. Roma.
- Colangelo M., Camarero J., Gazol A., Piovesan G., Borghetti M., Baliva M., Gentilesca T., Rita A., Schettino A., Ripullone F., 2021 - *Mediterranean old-growth forests exhibit resistance to climate warming*. *Science of the total environment*, 801: 149684. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.149684>
- Comitato per il Capitale Naturale, 2021 - *Quarto rapporto sullo stato del capitale naturale in Italia*. Roma.
- Commissione Europea, 2008 - *Affrontare i problemi di deforestazione e degrado forestale per combattere i cambiamenti climatici e la perdita di biodiversità*. Comunicazione della Commissione al Parlamento europeo, al Consiglio, al Comitato Economico e Sociale Europeo e al Comitato delle Regioni. COM (2008) 645 final. Bruxelles, 17 ottobre 2008.

- Commissione Europea, 2019 - *Il Green Deal europeo*. Comunicazione della Commissione al Parlamento europeo, al Consiglio, al Comitato Economico e Sociale Europeo e al Comitato delle Regioni. COM (2019) 640 final. Bruxelles, 11 dicembre 2019.
- Commissione Europea, 2019 - *Intensificare l'azione dell'UE per proteggere e ripristinare le foreste del pianeta*. Comunicazione della Commissione al Parlamento europeo, al Consiglio, al Comitato Economico e Sociale Europeo e al Comitato delle Regioni. COM (2019) 352 final. Bruxelles, 23 luglio 2019.
- Commissione Europea, 2020 - *Strategia dell'UE sulla biodiversità per il 2030. Riportare la natura nella nostra vita*. Comunicazione della Commissione al Parlamento europeo, al Consiglio, al Comitato Economico e Sociale Europeo e al Comitato delle Regioni. COM (2020) 380 final. Bruxelles, 20 maggio 2020.
- Commissione Europea, 2021 - *Nuova Strategia dell'UE per le foreste per il 2030*. Comunicazione della Commissione al Parlamento europeo, al Consiglio, al Comitato Economico e Sociale Europeo e al Comitato delle Regioni. COM (2021) 572 final. Bruxelles, 16 luglio 2021.
- Commissione Europea, 2021 - *Plasmare un'Europa resiliente ai cambiamenti climatici - La nuova strategia dell'UE di adattamento ai cambiamenti climatici*. Comunicazione della Commissione al Parlamento europeo, al Consiglio, al Comitato Economico e Sociale Europeo e al Comitato delle Regioni. COM (2021) 82 final. Bruxelles, 24 febbraio 2021.
- CREA, 2018 - *Stato del mercato forestale del carbonio in Italia 2018*. Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria. Osservatorio politiche strutturali. Roma.
- De Laurentis D. et al., 2005 - *Ozono troposferico*. Linea ecologica, 37 (7): 34-37.
- De Laurentis D., 2004 - *Il Corpo forestale dello Stato tra tradizione e innovazione*. Ministero delle politiche agricole e forestali. Collana Verde, n. 105/2004, 356 p.
- De Laurentis D., 2011 - *Boschi e foreste*. Codice dell'ambiente 2012, a cura di S. Maglia. Casa Editrice La Tribuna, p. 1133-1140.
- De Laurentis D., Panella M., Petriccione B., 2002 - *Le Riserve Naturali del Corpo Forestale dello Stato - Volume speciale per il Trentennale della Riserva Naturale di Torricchio* - Università di Camerino.
- Dinerstein E., Vynne C., Sala E., Joshi A.R., Fernando S., Lovejoy T.E., Mayorga J., Olson D., Asner G.P., Baillie J.E.M., Burgess N.D., Burkart K., Noss R.F., Zhang Y.P., Baccini A., Birch T., Hahn N., Joppa L.N., Wikramanayake E., 2019 - *A global deal for nature: guiding principles, milestones and targets*. Sciences advances, 5: eaaw2869. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aaw2869>
- Dragone R., Licciardi G., Grasso G., Del Gaudio C., Chanussot J., 2021 - *Analysis of the chemical and physical environmental aspects that promoted the spread of SARS-COV-2 in the Lombard area*. International Journal of environmental research and public health, 18: 1226. <https://www.mdpi.com/1660-4601/18/3/1226>
- Duffy K.A., Schwalm C.R., Arcus V.L., Koch G.W., Liang L.L., Schipper L.A., 2021 - *How close are we to the temperature tipping point of the terrestrial biosphere?* Science Advances, 7: eaay1052. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aay1052>
- EEA, 2019 - *The European environment - State and outlook 2020. Knowledge for a transition to a sustainable Europe*. European Environment Agency. Copenhagen.
- EEA, 2020 - *State of the nature in the EU. Results from reporting under the nature directive 2013-2018*. Report n. 10/2020. European Environment Agency. Copenhagen.
- European Commission, 2020 - *FLEGT regulation: Union-wide overview for the year 2020. Overview base on the analysis of information on the application of the Forest Law Enforcement Governance and Trade (FLEGT) Regulation (Council Regulation (EC) n. 2173/2005), submitted by EU Member States*. European Commission Environment Directorate-General. Brussels.
- European Commission, 2020 - *Forest fires in Europe, Middle East and North Africa 2019. JRC technical report*. Joint Research Centre. ISPRA.

- European Parliament, 2021 - *Preparing the CSDP for the new security environment created by climate change*. Directorate-General for external policy. Policy department. Brussels.
- EUROSTAT, 2020 - *Agriculture, forestry and fishery statistics. 2020 edition*. Luxembourg.
- FAO, 2018 - *State of Mediterranean forests 2018*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Roma.
- FAO, 2019 - *Forest futures. Sustainable pathways for forests, landscape and people in the Asia-Pacific region*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Bangkok.
- FAO, 2020 - *Global forest resources assessment 2020. Main report*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Roma.
- FAO, 2020 - *Global forest resources assessment 2020. Report Italy*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Roma.
- FAO, 2020 - *The COVID19 challenge: zoonotic diseases and wildlife*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Roma.
- FAO, 2020 - *The impact of COVID-19 on the forest sector. How to respond?* Food and Agriculture Organization of the United Nations. Roma.
- FAO, 2020 - *The State of the world's forests: forests, biodiversity and people*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Roma.
- Fares S., Vacchiano G., Salbitano F., Marchetti M., 2020 - *Le foreste urbane ai tempi del COVID19 ci proteggono dalle polveri sottili*. *Forest@*, 17:48-51. <https://foresta.sisef.org/contents/?id=efor3494-017>; <https://doi.org/10.3832/efor3494-017>
- Ferrini F., Gori A., 2021 - *Cities after COVID19: how trees and green infrastructures can help shaping a sustainable future*. Ri-Vista, 1-2021.
- Forest Europe, 2021 - *Bratislava Ministerial Resolution. Adapting pan-European forests to climate change*. 8th Ministerial conference on the protection of forests in Europe, 14-15 April 2021. Bratislava.
- Forest Europe, 2021 - *State of Europe's forests 2020*. 8th Ministerial conference on the protection of forests in Europe, 14-15 April 2021. Bratislava.
- Gatti, R.C., Piovesan, G., Chiarucci, A., 2021 - *Italy: Forest harvesting is the opposite of green growth*. *Nature*, 595 (7867): 353-353. <https://doi.org/10.1038/d41586-021-01923-x>
- Giordano E., 2010 - *Il centenario dell'Azienda di Stato per le Foreste Demaniali*. Vallombrosa.
- Giordano E., Scarascia Mugnozza G., 2010 - *Silviculture: climate change effects on forests ecosystems*. *L'Italia Forestale e Montana / Italian Journal of Forest and Mountain Environments*, 65 (2): 233-238, 2010. <https://doi.org/10.4129/ifm.2010.2.14>
- Greenpeace, 2020 - *The future of forests in the European Union. Untapped potential for nature conservation and climate change mitigation*. Greenpeace, November 2020. Amsterdam.
- Greenpeace, 2021 - *Destruction: certified*. Greenpeace, March 2021. Amsterdam.
- Greenpeace, 2021 - *Net expectations. Assessing the role of carbon dioxide removal in companies' climate plans*. Briefing by Greenpeace UK, January 2021. London.
- ICP Forests, 2020 - *Forest condition in Europe. The 2020 assessment*. ICP Forests technical report under the UNECE Convention on long range transboundary air pollution. Eberswalde, Germany.
- Interpol, 2019 - *Global forestry enforcement. Strengthening law enforcement cooperation against forestry crime*. Interpol General Secretariat. Lyon.
- IPBES, 2019 - *The global assessment report on biodiversity and ecosystem services*. Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem services. Bonn.
- IPCC, 2019 - *Climate change and land. An IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems*. Intergovernmental Panel on Climate Change. Geneva.
- IPCC, 2021 - *Climate change 2021. The physical science basis*. Working group I contribution to the Sixth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Geneva.
- IUCN, 2021 - *Forests and climate change*. Issues brief, February 2021. International Union for Conservation of Nature. Gland.

- JRC, 2020 - *Mapping and assessment of ecosystems and their services: an EU ecosystem assessment*. Science for policy report, Joint Research Centre. Ispra.
- Lazard O., Youngs R., 2021 - *The EU and climate security: toward ecological diplomacy*. Carnegie Europe. Brussels.
- Lelli, C., Nascimbene, J., Alberti, D., Agostini, N., Zoccola, A., Piovesan, G., Chiarucci, A., 2021 - *Long term changes in Italian mountain forests detected by resurvey of historical vegetation data*. Journal of Vegetation Science, 32 (1): e12939. <https://doi.org/10.1111/jvs.12939>
- Louv R., 2008 - *Last Child in the Woods: saving our children from nature-deficit disorder*. Algonquin Books.
- Magnani F., Raddi S., 2021 - *Afforestazione e fissazione della CO₂ atmosferica: qualche cifra indicativa dalla ricerca scientifica*. Forest@, 18: 60- 63. <https://foresta.sisef.org/contents/?id=efor3928-018>; <https://doi.org/10.3832/efor3928-018>
- Marchetti M., Palahi M., 2020 - *Le prospettive della bioeconomia, tra strategie, Green Deal e Covid19*. Forest@, 17: 52-55. <https://foresta.sisef.org/contents/?id=efor0059-017>; <https://doi.org/10.3832/efor0059-017>
- MATTM, 2018 - *Strategia nazionale del verde urbano. Foreste urbane resilienti ed eterogenee per la salute ed il benessere dei cittadini*. Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare, Comitato per lo sviluppo del verde. Roma.
- MATTM, 2019 - *National Forestry Accounting Plan (NFAP)*. Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare. Resubmission, December 2019. Roma.
- McGlade J., Palahi M., Costanza R., Trebeck K., Fiaromonti L., Lovins L.H., Wallis S., Pickett K., Wilkinson R., 2020 - *Investing in nature to transform the post COVID-19 economy: a 10-point Action Plan to create a circular bioeconomy devoted to sustainable wellbeing*. ResearchGate <https://www.researchgate.net/publication/345222517>
- Meneguzzo F., Albanese L., Antonelli M., Baraldi R., Becheri F.R., Centritto F., Donelli D., Finelli F., Firenzuoli F., Margheritini G., Maggini V., Nardini S., Regina M., Zabini F., Neri L., 2021 - *Short-term effects of forest therapy on mood states: a pilot study*. International Journal of Environmental research and public health, 18: 9509. <https://doi.org/10.3390/ijerph18189509>
- MIPAFT et al., 2019 - *RaFIItalia 2017- 2018. Rapporto sullo stato delle foreste e del settore forestale in Italia*. Rete Rurale Nazionale 2014-2020. Compagnia delle Foreste, Arezzo.
- Morand S., Lajaunie C., 2021 - *Outbreaks of vector-borne and zoonotic diseases are associated with changes in forest cover and oil palm expansion at global scale*. Frontiers in veterinary sciences, 8: 661063. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.661063>
- Parlamento Europeo, 2020 - *Risoluzione del Parlamento europeo del 22 ottobre 2020 recante raccomandazioni alla Commissione concernenti un quadro giuridico UE per fermare ed invertire la deforestazione globale imputabile all'UE. (2020/2006[INL])*. Bruxelles.
- Petrella S., 2020 - *Abbattimento del particolato aerodisperso (PM₁₀ e PM_{2.5}) in tre aree protette e due ville storiche della città di Roma nei mesi di lockdown (marzo- aprile 2020)*. Forest@, 17: 78- 87. <https://foresta.sisef.org/contents/?id=efor3577-017>; <https://doi.org/10.3832/efor3577-017>
- Prete C., Cozzi M., Viccaro M., Sijtsma F., Romano S., 2020 - *Foreste e servizi ecosistemici culturali: mappatura su larga scala utilizzando un approccio partecipativo*. L'Italia Forestale e Montana, 75 (3): 119-136. <https://doi.org/10.4129/ifm.2020.3.01>
- Roviello V., Roviello G.N., 2020 - *Lower COVID-19 mortality in Italian forested areas suggest immunoprotection by Mediterranean plants*. Environmental chemistry letters, 19: 699-710. <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10311-020-01063-0>; <https://doi.org/10.1007/s10311-020-01063-0>
- Rulli M.C., D'Odorico P., Galli N., David T.S., Hayman D.T.S., 2021 - *Land-use change and the livestock revolution increase the risk of zoonotic coronavirus transmission from rhinolophid bats*. Nature Food, Vol. 2: 409-416. <https://www.nature.com/articles/s43016-021-00285-x>. <https://doi.org/10.1038/s43016-021-00285-x>

- Salbitano F., Marchetti L., Da Silveira Bueno R., Chirici G., Marchetti M., 2021 - *Foreste a tavola: i consumi alimentari inducono la crescente deforestazione tropicale e subtropicale anche in Italia*. L'Italia Forestale e Montana, 76: (4): 171-195 <https://doi.org/10.4129/ifm.2021.4.02>
- Solano, F., Praticò, S., Piovesan, G., Chiarucci, A., Argentieri, A., Modica, G., 2021 - *Characterizing historical transformation trajectories of the forest landscape in Rome's metropolitan area (Italy) for effective planning of sustainability goals*. Land Degradation & Development, 32 (16): 4708-4726. <https://doi.org/10.1002/ldr.4072>
- UN, 2021 - *The global forest goals report 2021*. United Nations Department of economic and social affairs, United Nations Forum on Forests secretariat. New York.
- UNECE, 2011 - *The European sector forest outlook 2010-2030*. United Nations Economic Commission for Europe. Geneva.
- UNEP *et al.*, 2020 - *Preventing the next pandemic- Zoonotic diseases and how to break the chain of transmission*. United Nations Environment Programme, Nairobi.
- UNEP, FAO, 2020 - *The United Nations decade on ecosystems restoration. Strategy*. United Nations Environment Programme. Nairobi.
- Vivona S., Romeo N., Sdao P., 2021 - *La ricerca del benessere attraverso la permanenza in ambienti naturali: uno studio di caso in epoca Covid-19*. Forest@, 18: 41-48. <https://foresta.sisef.org/contents/?id=efor3878-018>; <https://doi.org/10.3832/efor3878-018>
- Weinbrenner H., Breithut J., Hebermehl W., Kaufmann A., Klinger T., Palm T., Wirth K., 2021 - *The forest has become our new living room. The critical importance of urban forests during the COVID-19 pandemic*. Frontiers in forests and global change, 4: 672909. <https://doi.org/10.3389/ffgc.2021.672909>
- Williams D.R., Clark M., Buchanan G.M., Ficetola G.F., Rondinini C., Tilman D., 2020 - *Proactive conservation to prevent habitat losses to agricultural expansion*. Nature sustainability, 4: 314- 322. <https://doi.org/10.1038/s41893-020-00656-5>
- Wilson E.O., 2017 - *Half-Earth: Our Planet's Fight for Life*- Liveright
- World Bank Group, 2021- *Groundswell. Acting on internal climate migration. Part II*. International bank for reconstruction and development. The World Bank, Washington D.C.
- WWF, 2020 - *Living planet report. Bending the curve of biodiversity loss*. World Wide Fund. Gland.
- WWF, 2021 - *Deforestation fronts. Drivers and responses in a changing world*. World Wide Fund. Gland.
- WWF, 2021 - *Stepping up? The continuing impact of EU consumption on nature worldwide*. World Wide Fund. Gland.