



Consiglio Nazionale delle Ricerche

TERAPIA FORESTALE

Una collaborazione tra il Club Alpino Italiano
e il Consiglio Nazionale delle Ricerche

a cura di
Francesco Meneguzzo e Federica Zabini

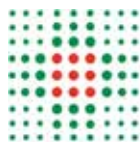


Club Alpino Italiano

2

TERAPIA FORESTALE 2

con il patrocinio



**SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
EMILIA-ROMAGNA**
Azienda Unità Sanitaria Locale di Reggio Emilia
IRCCS Istituto in tecnologie avanzate e modelli assistenziali in oncologia



in copertina: Laghetto alpino presso Rifugio Levi Molinari, alta Val di Susa - ph Francesco Meneguzzo

TERAPIA FORESTALE

Una collaborazione tra il Club Alpino Italiano
e il Consiglio Nazionale delle Ricerche

a cura di
Francesco Meneguzzo e Federica Zabini

2



Club Alpino Italiano



Consiglio Nazionale delle Ricerche

Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto per la BioEconomia - Sesto Fiorentino (FI)

© Cnr Edizioni, 2022
P.le Aldo Moro, 7
00185 Roma

ISBN 978 88 8080 498 7 (print edition)

www.edizioni.cnr.it

Editor: Alessandra Demonte (CSC-CAI)
Progetto grafico e impaginazione: Giovanni Margheritini (CSC-CAI)

Curatori dell'opera:

Francesco Meneguzzo - CNR, Istituto per la BioEconomia (IBE), <https://www.ibe.cnr.it>

Federica Zabini - CNR, Istituto per la BioEconomia (IBE), <https://www.ibe.cnr.it/>

Coautori:

Anastassia Makarieva, Andrei Nefiodov, Ugo Bardi, Andrea Piotti, Camilla Avanzi, Michele Antonelli, Davide Donelli, Valentina Maggini, Luisa Neri, Rita Baraldi, Elio Carlo, Claudio Scintu, Fabio Attorre, Francesco Mancini, Franco Finelli, Francesco Becheri, Fiorenza Giganti, Fabio Giovannelli, Maria Pia Viggiano, Davide Pettenella, Ilaria Doimo, Francesca Re, Federica Zabini, Francesco Meneguzzo, Lorenzo Albanese, Giulio Betti, Francesco Centritto, Giovanni Margheritini, Emanuela Venturelli, Anna Roncoroni, Vivian Pellegrinelli, Valentina Penati, Patrizia Garberi, Anna Maria Debolini, Pasquale Costigliola, Ilaria Butti, Anna Maria Zamponi, Marta Borgi, Barbara Collacchi, Francesca Cirulli, Luciano Massetti, Francesco Benesperi, Raoul Romano, Rosa Riviaccio, Lorenzo Crecco, Antonio Pepe, Eugenia Gallo, Fabio Firenzuoli,

Con la partecipazione scientifica di



Club Alpino Italiano

- 09** **Introduzione**
L'evoluzione italiana della Terapia Forestale
Federica Zabini, Giovanni Margheritini
- 17** **Premesse**
- 17 Nuovi scenari per le nostre foreste
Giuliano Cervi
- 18 Noi e le foreste
Paolo Bonasoni
- 19 La tutela dei nostri boschi
Luca Frezzini
- 20 Quando la natura produce salute
Gemma Calamandrei
- 23** **Capitolo 1 - I servizi ecosistemici delle foreste per la salute del pianeta: dalle grandi foreste alle nicchie strategiche**
- 23 1/1 - Condividere la Terra con gli alberi
Anastassia Makarieva, Andrei Neflodov, Ugo Bardi
- 31 1/2 - Le foreste italiane: un tesoro genetico per le future foreste d'Europa
Andrea Piotti, Camilla Avanzi
- 35** **Capitolo 2 - Basi scientifiche e campi di applicazione della Terapia Forestale**
- 35 2/1 - Benefici per la salute delle immersioni in foresta: meccanismi ed evidenze internazionali
Michele Antonelli, Davide Donelli, Valentina Maggini
- 43 2/2 - Composti organici volatili: origini, caratteristiche, misure e funzioni
Luisa Neri, Rita Baraldi
- 59 2/3 - Effetti psicologici e prospettive d'intervento in psicologia clinica
Elio Carlo, Claudio Scintu, Fabio Attorre, Francesco Mancini, Franco Finelli, Francesco Becheri
- 65 2/4 - Aspetti psicologici e cognitivi della terapia forestale: il contributo delle neuroscienze
Fiorenza Giganti, Francesco Becheri, Fabio Giovannelli, Maria Pia Viggiano

71 2/5 - Valore economico della Terapia Forestale
Ilaria Doimo, Davide Pettenella

85 Capitolo 3 - Dalla scienza alle Stazioni di Terapia Forestale

85 3/1 - Il progetto CAI-CNR-CERFIT
Giovanni Margheritini, Franco Finelli, Francesca Re, Federica Zabini, Lorenzo Albanese

91 3/2 - La campagna nazionale 2021
Francesco Becheri, Emanuela Venturelli, Anna Roncoroni, Vivian Pellegrinelli, Valentina Penati, Patrizia Garberi, Anna Maria Debolini, Pasquale Costigliola, Ilaria Butti, Anna Maria Zamponi, Marta Borgi, Barbara Colacchi, Francesca Cirulli, Giulio Betti, Federica Zabini, Francesco Centritto, Francesco Meneguzzo

115 3/3 - La rete delle Stazioni qualificate
Giovanni Margheritini, Claudio Scinto, Fabio Attore, Elio Carlo, Francesco Benesperi, Luciano Masetti, Francesco Meneguzzo

167 Capitolo 4 - Verso uno standard nazionale di idoneità dei siti di Terapia Forestale

167 4/1 - Caratteristiche stazionali e gestionali: i criteri forestali
Raoul Romano, Rosa Riviaccio, Lorenzo Crecco, Antonio Pepe

191 Capitolo 5 - Prospettive sanitarie per Terapia Forestale

191 5/1 - La Terapia Forestale entra all'Università: Master in Fitoterapia Generale e Clinica
Eugenia Gallo

199 5/2 - Terapia Forestale: le motivazioni di una scelta terapeutica
Fabio Firenzuoli

205 5/3 - Prospettive per l'adozione della Terapia Forestale quale pratica medica complementare
Francesca Cirulli, Barbara Collacchi, Marta Borgi

L'evoluzione italiana della Terapia Forestale

di Federica Zabini, Giovanni Margheritini

A un anno dalla pubblicazione del primo volume sulla Terapia forestale, possiamo dire che l'interesse intorno al tema del bosco e delle sue funzioni per la salute è incredibilmente cresciuto.

In Italia, così come altrove anche in Europa, hanno preso il via numerose iniziative volte alla promozione del benessere attraverso la frequentazione di ambienti boschivi, secondo parecchie e diversificate proposte di attività denominate di volta in volta "Forest Therapy", "Forest Bathing", "immersioni forestali", "bagni di foresta", "foresta terapia" e "terapia forestale", nel solco dello "Shinrin-Yoku" giapponese.

La popolarità e la diffusione rapida di queste iniziative può essere in parte spiegata come una reazione al periodo di isolamento legato alla pandemia da Covid, che ha probabilmente contribuito ad accelerare la riscoperta del valore "salutistico" degli ambienti naturali.

Questo orientamento è stato anche recepito a livello istituzionale, in primis dall'ONU, che nel 2020 ha riconosciuto la frequentazione di ambienti forestali come una pratica di medicina preventiva, con effetti ad ampio spettro sulla salute mentale e fisica, attribuendo a questo e altri servizi offerti dagli ambienti forestali risorse fondamentali per la ripresa sostenibile dalla pandemia da Covid-19.

Anche la Strategia Forestale Nazionale, approvata dal Ministero delle politiche agricole alimentari e forestali nel 2022, menziona per la prima volta la "terapia forestale", includendola tra i servizi socio-culturali delle foreste e, più precisamente, nelle iniziative di *forest care*. A questo proposito, viene rimarcata la necessità di definire sia le "forme di accreditamento e qualificazione degli operatori" sia gli "standard di certificazione e riconoscimento su basi scientifiche delle aree e dei percorsi riconosciuti per specifici usi socioculturali", da parte del Ministero della Salute per quanto riguarda le iniziative di *forest care*.

Partendo dal presupposto che qualunque iniziativa che promuova il contatto con la natura è lodevole e positiva, soprattutto in un mondo iper-antropizzato che ha smarrito la consuetudine a trovarsi in contesti selvaggi, per meritarsi l'appellativo di "terapia" e poter ambire a diventare parte integrante del sistema sanitario pubblico, questa nuova pratica — oltre che essere somministrata da professionisti clinici — deve fondarsi su criteri e conoscenze robuste e fondate sull'evidenza sperimentale. Inoltre, e non secondario, vi è la necessità di sviluppare conoscenza sugli ambienti forestali ai frequentatori, spiegare loro come funzionano, quali sono le principali specie che li caratterizzano, qual è la loro funzione nel garantire la biodiversità. Evitare cioè che un nuovo turismo alla ricerca di "salutismo" in mezzo ai boschi arrechi danni irreparabili agli habitat e al contrario adotti comportamenti propri per la tutela e la conservazione dei patrimoni vegetali e faunistici.

Come qualsiasi terapia, anche la "Terapia Forestale" può infatti dirsi tale soltanto se si basa sulla conoscenza quantitativa, accurata e ripetibile della probabilità di efficacia, anche in dipendenza delle caratteristiche dell'individuo, della significatività statistica e della dimensione dell'effetto, nonché delle eventuali controindicazioni.

A questo fine, è necessario un approccio rigoroso, che coinvolga non soltanto la verifica diretta della funzionalità sulle persone, ma anche l'individuazione e la caratterizzazione dei tanti fattori che contribuiscono a determinare il livello di efficacia della terapia.

In altre parole, occorre produrre evidenze statisticamente significative degli effetti, psicologici e/o fisiologici, su campioni di persone sufficientemente numerosi e secondo metodologie comprovate dalla comunità scientifica.

Se le evidenze scientifiche sugli effetti della "forest therapy" si stanno accumulando velocemente, la disciplina è ancora giovane. I primi articoli scientifici internazionali risalgono al 2006, ma è dal 2015 che la produzione scientifica sul tema diventa consistente, con una vera e propria esplosione delle pubblicazioni dal 2019. Nel 2021, oltre un articolo scientifico a settimana è sul tema di «forest bathing» o «forest therapy». Soprattutto per quanto riguarda gli effetti a livello fisiologico, come ad esempio l'aumento della numerosità e del livello di attivazione delle cellule *natural killer*, la maggior parte degli studi sono stati condotti su campioni limitati di persone.

Rimangono inoltre ancora da esplorare appieno i nessi di causalità tra le caratteristiche della foresta e gli effetti sulla salute derivanti dall'immersione negli ambienti boschivi. Certamente non aiuta il fatto che le variabili che agiscono in un ambiente aperto e dinamico sono difficilmente isolabili, al contrario di quanto avviene in studi realizzati in ambienti controllati. Quanto incide l'inalazione delle sostanze bioattive presenti nell'aria boschiva? Quanto incide l'assetto forestale e la tipologia di specie arboree presenti? Banalmente, alcuni effetti positivi possono essere ad esempio attribuiti alla riduzione dello stress legata al maggiore esercizio fisico (per quanto minimo) e all'immersione in situazioni esteticamente gradevoli, che rischiano di diventare dei fattori confondenti nel comprendere la reale portata dell'effetto. A questo proposito, la possibilità di realizzare degli studi in laboratorio, isolando diversi stimoli e misurando alcune particolari reazioni psico-fisiche, può costituire un complemento importante per orientare la ricerca "sul campo" o viceversa confermarne alcuni esiti.

Se le evidenze scientifiche stanno acquistando via via solidità, aspetti importanti dalla terapia forestale rimangono da approfondire; tra questi, la dipendenza dei benefici ottenibili dalla durata e dalla frequenza delle esperienze, così come la persistenza degli effetti nel tempo, non solo su soggetti "sani" ma anche rispetto a persone affette da particolari problematiche, mentali e fisiche.

L'accordo di collaborazione nazionale

Il carattere multidisciplinare della ricerca, la necessità condivisa di conseguire una migliore caratterizzazione e qualificazione delle aree boscate quali fattori di prevenzione e promozione della salute, infine l'obiettivo del riconoscimento della terapia forestale da parte del servizio sanitario pubblico, ha avuto come esito naturale l'incontro con altri soggetti a vario titolo impegnati sul tema.

Nasce così la collaborazione con il MIPAAF (Ministero delle politiche agricole, alimentari e forestali), il CREA (Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria), l'ISS (Istituto Superiore di Sanità), l'Università La Sapienza (Dipartimento di Biologia Ambientale), l'Università di Padova (Dipartimento Territorio e Sistemi Agroforestali), l'Università di Firenze (Dipartimento di Neuroscienze,

Psicologia, Area del Farmaco e Salute del Bambino e Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agrarie, Alimentari, Ambientali e Forestali), con le Scuole di Psicoterapia Cognitiva e la Stazione Sperimentale di Terapia Forestale di Pian dei Termini.

La collaborazione scientifica, formalizzata nel 2022, ha come obiettivo ultimo quello di promuovere la nascita e lo sviluppo di interventi innovativi di salute pubblica, a carattere preventivo e terapeutico, diffusi territorialmente, realizzando, da una parte, risparmi significativi e persistenti per il Servizio sanitario, dall'altra, creando le condizioni per sostenere lo sviluppo di Stazioni di Terapia Forestale quale nuova imprenditorialità basata sui servizi ecosistemici offerti dagli ambienti forestali.

Tale obiettivo passa dalla ricerca e dalla sperimentazione scientifica su una varietà sufficiente, per numerosità e rappresentatività, di siti boschivi e forestali italiani, al fine di creare un modello affidabile dell'interazione uomo-bosco che sia in grado di descrivere i meccanismi fisici, biochimici, psicologici e cognitivi coinvolti nella produzione degli effetti benefici da parte degli ambienti forestali e che consenta dunque di individuare, su basi scientifiche e in condizioni controllate, le caratteristiche attraverso cui ciascun sito può ingenerare effetti fisiologici e psicologici misurabili, di assegnata significatività statistica e di definita persistenza. Allo stesso tempo, la migliore conoscenza di questi meccanismi e la conoscenza del valore medico-sanitario e, di conseguenza, sociale ed economico di specifici ambienti, costituisce una base importante per adottare azioni di gestione forestale che consentano di mantenerne e potenziarne le funzioni ecosistemiche.

Questa nuova edizione del libro "Terapia forestale" include i contributi di alcuni dei referenti che fanno parte dell'Accordo di collaborazione nazionale, di seguito sinteticamente descritti.



Mipaaf

Il Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali è ovviamente il principale riferimento in materia di linee di politica forestale, nonché di tutela, valorizzazione e monitoraggio del patrimonio boschivo nazionale. Nel 2021 ha per la prima volta introdotto la Terapia Forestale nella Strategia Forestale Nazionale, includendola tra i servizi socio-culturali delle foreste.



CREA

La missione di CREA, anche attraverso l'Osservatorio Foreste del Centro Politiche e BioEconomia e il Centro Foreste e Legno, è quella di promuovere la conservazione e lo sviluppo ecologico e funzionale degli ecosistemi forestali nazionali. Il CREA, inoltre, svolge attività di valutazione economica dei servizi ecosistemici connessi al settore agricolo-forestale, anche a fini istituzionali.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DAGRI
DIPARTIMENTO DI SCIENZE
E TECNOLOGIE AGRARIE,
ALIMENTARI, AMBIENTALI E FORESTAL

Università degli Studi di Firenze - DAGRI

Il DAGRI si occupa, tra le tante tematiche, di monitoraggio, gestione sostenibile e biodiversità nel settore forestale, nonché delle tecniche per la gestione delle produzioni agro-forestali. Tra le sue missioni c'è lo sviluppo della forestazione, sia nelle aree interne che in aree urbane, anche finalizzata alla protezione del clima e della salute umana.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

TESAF

Università degli Studi di Padova - TESAF

L'attività del TESAF è fortemente orientata allo studio, alla conservazione, alla gestione efficace e all'uso sostenibile delle risorse agricole, forestali e ambientali. Il TESAF coordina il progetto europeo Green4C che ha lo scopo di promuovere iniziative imprenditoriali nel campo del Green Care, tra cui quelle connesse alla valorizzazione delle aree naturali per il benessere generale e specifiche attività terapeutiche.



**CENTRO DI RIFERIMENTO
SCIENZE COMPORTAMENTALI
E SALUTE MENTALE**

Istituto Superiore di Sanità - SCIC

Il Centro di riferimento per le scienze comportamentali e la salute mentale (SCIC) dell'ISS ha la missione di condurre, promuovere e coordinare la ricerca di base, preclinica e clinico-epidemiologica al fine di individuare meccanismi eziopatogenetici ambientali e/o genetici, validare pratiche diagnostiche e terapeutiche innovative e promuovere il benessere psicofisico nell'ambito della salute mentale e dei disturbi del comportamento, con particolare riguardo a periodi critici quali l'infanzia, adolescenza e invecchiamento. Il Centro è coinvolto in progetti nazionali e internazionali per la valutazione dei fattori di protezione e promozione della salute mentale legati all'esposizione ad ambienti verdi, incluse aree verdi urbane ed extraurbane quali le aree forestali.



Scuola di Psicoterapia Cognitiva

Scuola di Psicoterapia Cognitiva – SPC

La Scuola di Psicoterapia Cognitiva, istituzione leader in Italia per la formazione post-universitaria abilitante all'esercizio della psicoterapia riconosciuta dal MIUR, ha per missione lo sviluppo della ricerca scientifica nel campo delle scienze cognitive e del cognitivismo clinico.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

NEUROFARBA
DIPARTIMENTO DI NEUROSCIENZE,
PSICOLOGIA, AREA DEL FARMACO
E SALUTE DEL BAMBINO

Università degli Studi di Firenze - NEUROFARBA

Il Dipartimento NEUROFARBA dell'Università degli Studi di Firenze ha fra i suoi obiettivi strategici anche la ricerca sui correlati psicofisiologici e comportamentali dei processi cognitivo-affettivi. In particolare attraverso il Laboratorio di Psicofisiologia Cognitiva e il Laboratorio di Psicologia del Sonno, può supportare l'indagine scientifica congiunta sulle variabili ambientali, presenti negli ambienti boschivi e nelle aree verdi, che possono modulare i processi cognitivi e le caratteristiche del sonno.

DIPARTIMENTO
DI BIOLOGIA AMBIENTALE

MUSEO ORTO BOTANICO



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

Sapienza Università di Roma

L'Orto Botanico Dipartimento di Biologia Ambientale - Sapienza Università di Roma offre il suo contributo mediante la stipula di accordi con Ospedali, strutture sanitarie, Enti, Associazioni e Amministrazioni pubbliche e Privati, per la fruizione degli spazi verdi urbani da parte di gruppi di persone, definiti da precisi criteri scientifici. Gli spazi sono individuati per implementare i sistemi innovativi di promozione della salute psico-fisica delle persone. L'Orto botanico contribuisce alla ricerca anche con l'esperienza maturata nel corso del tempo, mettendosi a disposizione del sistema produttivo e culturale della società civile, secondo i principi del Welfare culturale.



Sito sperimentale per lo sviluppo e la ricerca sulla Terapia Forestale presso il Podere Pian dei Termini (PT) - Società agricola semplice Pian dei Termini (SAPT)

Il Sito sperimentale per lo sviluppo e la ricerca sulla Terapia Forestale presso il Podere Pian dei Termini, nel Comune di San Marcello Piteglio (PT), gestito dalla Società agricola Pian dei Termini (SAPT), che ha in concessione terreni e beni del Patrimonio agricolo e forestale regionale (PAFR), ha come obiettivi il collaudo e la certificazione di sentieri per l'attività di Terapia Forestale, l'apertura della prima Stazione di Terapia Forestale qualificata in Toscana e la promozione della ricerca e della pratica di questa disciplina, al fine di contribuire alla promozione della salute ed alla prevenzione e alla valorizzazione del patrimonio forestale.

Note sugli autori

Federica Zabini - Istituto per la Bioeconomia del CNR - federica.zabini@ibe.cnr.it

Giovanni Margheritini - Comitato Scientifico Centrale del CAI - gjomarghe@yahoo.com



Gruppo in Terapia Forestale tra i larici nei pressi del Rifugio CAI Levi Molinari - Exilles (TO) - ph Giovanni Margheritini



Lago inferiore di Fusine - Fusine Laghi (UD) - ph Marco Cabbai

Nuovi scenari per le nostre foreste

di Giuliano Cervi - Presidente del Comitato Scientifico Centrale del CAI

Il secondo volume che viene pubblicato sul tema della "Terapia Forestale" introduce nuovi importanti temi di riflessione sul significato e il ruolo delle foreste. Mentre la prima pubblicazione, a carattere più teorico, ha cercato di fare chiarezza, sulla base di accreditate evidenze scientifiche, sul significato della cosiddetta "Terapia Forestale", questo volume ha un "taglio" molto più operativo, poiché descrive i risultati di una impegnativa attività di sperimentazione scientifica condotta su tale tema negli ultimi due anni in tutta Italia.

Tutto ciò ha consentito di delineare la prima rete italiana di Stazioni di Terapia Forestale, situate in gran parte presso rifugi e sentieri CAI, che sono state qualificate tramite le impegnative sperimentazioni, descritte in questa pubblicazione. Inoltre vengono anche delineate le prassi metodologiche che, approfondite con enti ed organismi di alto profilo scientifico, consentono di esercitare tale prassi sul campo con effettiva efficacia. L'insieme di tutti questi aspetti pone le basi per un auspicabile inserimento di questa metodica nell'ambito delle attività "salutistiche" ufficialmente riconosciute dallo Stato Italiano.

Un altro contenuto importante di questa pubblicazione consiste nel fatto che essa delinea, in modo oggettivamente incontrovertibile, un nuovo scenario nei confronti del patrimonio arboreo, distinguendo tra quello naturale e quello di impianto artificiale, declinando anche in questo caso innovativi ed inaspettati risvolti nei confronti della cosiddetta "Forestazione Urbana", dimostrando come la posa e la scelta degli alberi sia qualcosa di molto più complesso e delicato rispetto a quanto sino ad oggi reputato, facendo comprendere come troppo spesso l'improvvisazione abbia anche sortito effetti negativi.

Leggendo il volume comprendiamo una volta di più come i nostri ambienti forestali costituiscano una risorsa grandemente più preziosa rispetto al mero valore venale del suo legname, poiché schiude scenari economico-occupazionali che proprio nei boschi di maggiore rilevanza ecologica hanno maggiore importanza. In un contesto sociale sempre più urbanizzato e lontano dalla natura, le foreste hanno un ruolo essenziale per riequilibrare strati sociali sempre più stressati e decontestualizzati: affinché ciò avvenga occorre tuttavia seguire precise prassi comportamentali non certo dettate da fantasiose irrazionalità ma da un serio e sperimentato approccio scientifico.

Il Comitato Scientifico Centrale insieme alla Commissione Centrale Medica del CAI è fortemente impegnato, con le risorse messe a disposizione dal Sodalizio e con il lavoro volontaristico di alcune decine di Soci CAI, nel sostenere il grande lavoro di questo progetto "Terapia Forestale" descritto in questo volume: un particolare ringraziamento al CNR e al CERFIT, che stanno rendendo possibile la complessa sperimentazione che è alla base della individuazione della prima ragionata serie di stazioni forestali italiane che sono qui descritte.

Noi e le Foreste

di Paolo Bonasoni - Dirigente di Ricerca dell'Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima del CNR - Comitato di indirizzo CNR-CAI

L'olfatto è uno dei sensi più antichi, un senso primordiale sia per l'uomo che per gli animali. Esso fornisce sensazioni piacevoli quando si avverte l'odore di un profumo, o sgradevoli quando si avvertono cattivi odori o miasmi. Lo studio dell'organizzazione del sistema olfattivo e la scoperta dei recettori olfattivi valse a Richard Axel e Linda Buck nel 2004 il premio Nobel per la Medicina. È il sistema olfattivo che, attivando sequenze di recettori, aiuta a percepire le diverse molecole odorifere in grado di farci ricordare emozioni recenti o lontane nel tempo. Ed è attraverso l'olfatto che vengono inalati particolari composti organici volatili biogenici emessi dalle piante e dal suolo che sono alla base della Terapia Forestale di cui tratta questo volume. L'atmosfera forestale gioca un ruolo fondamentale in questa terapia poiché tra i composti emessi, alcuni terpeni, tra i quali limonene e pinene, sono dotati di attività antiossidanti e antinfiammatorie, oltre che benefiche per l'attività psicologica e cognitiva.

Questo volume sulla Terapia Forestale nei suoi cinque capitoli presenta e discute i servizi ecosistemici delle foreste, le basi scientifiche ed applicative della Terapia con i luoghi di applicazione, gli aspetti relativi alla certificazione dell'attività e le prospettive sanitarie che la interessano. Il volume ricorda inoltre l'importanza di condividere la terra con gli alberi poiché proprio le foreste, grazie all'assorbimento della CO₂ il principale tra i gas climalteranti dannosi al clima, sono in prima linea nel combattere la battaglia contro il cambiamento climatico. Proprio le foreste hanno ricevuto grande attenzione durante la COP-26 di Glasgow dove 131 Paesi che ospitano l'85% delle foreste, hanno firmato l'impegno per lo stop alla deforestazione entro il 2030.

Oltre all'importante beneficio climatico nell'assorbire la CO₂, come ricorda la Strategia Forestale Nazionale pubblicata dal MIPAAF nel 2020 *"Il bosco è parte integrante della cultura e del sistema di welfare del nostro Paese. Come in tutte le società avanzate, anche in Italia è in forte espansione la domanda di utilizzo del bosco a fini culturali, educativi, paesaggistici, turistico-ricreativi, sportivi, terapeutici e di inclusione sociale (anziani, portatori di handicap, persone con disagi psichici, carcerati, disoccupati di lungo periodo, ecc.). L'organizzazione dell'offerta di tali servizi non solo ha ricadute importanti nelle condizioni di welfare di molte categorie di persone ma permette di creare micro-imprese e forme di occupazione qualificata in aree rurali."* Risulta quindi importante promuovere azioni di sviluppo e fornitura di servizi socio-culturali sostenibili legati al bosco, in cui a pieno titolo rientra la Terapia Forestale, i cui benefici e potenzialità sono anche stati ufficialmente riconosciuti dalle Nazioni Unite nel quadro della ripresa verde dalla pandemia di COVID 19.

La tutela dei nostri boschi

di Luca Frezzini - Socio CAI e Comitato di indirizzo CAI-CNR

Nel secolo scorso, nell'ambito delle scienze forestali, il bosco era interpretato e considerato quale sorta di capitale naturale che doveva far conseguire al proprietario, pubblico o privato che fosse, un utile economico, derivato dalla vendita dei prodotti legnosi prelevati. Lo sfruttamento del bosco era regolato dai modelli selvicolturali e da principi di economia finanziaria, ovvero si doveva prelevare la crescita del capitale, mantenendolo inalterato nel tempo. Purtroppo per il gestore (e per fortuna secondo altri punti di vista), il capitale naturale non risponde sempre a formule matematiche, perché è sufficiente un parassita, una tempesta di vento o una nevicata eccezionale per ribaltare completamente tutti i modelli teorici di sfruttamento. Gli addetti del settore forestale spiegavano che l'Italia era un paese "ricco" di boschi "poveri", in quanto, salvo qualche non rara eccezione, per forma di governo, per la scarsa qualità degli assortimenti legnosi, per la difficoltà delle utilizzazioni, il valore di macchiato dei nostri boschi era sovente negativo, tanto che era più conveniente lasciarli privi di gestione, affidati alla loro evoluzione naturale.

Già verso la fine del secolo scorso, però il bosco andava assumendo ben altre funzioni, tanto da divenire fornitore di servizi ecosistemici: tutela della natura, tutela della qualità delle acque di falda, tutela idrogeologica, funzione ricreativa, assorbimento di CO₂, funzioni fitoterapiche; un insieme atto a valorizzarne il ruolo e renderne necessaria la presenza e tutela. Non più boschi "poveri", ma "ricchi" di altri significati e potenzialità. Quando sopravvenne la piaga della tubercolosi, si realizzarono strutture ospedaliere all'interno di aree boscate. Così a Garbagnate Milanese, cittadina a nord ovest di Milano, all'interno di una fustaia di pino silvestre, venne costruito fra le due guerre mondiali un nosocomio, oggi bene monumentale, per la cura dei malati di tubercolosi. Gli anziani del posto ricordavano il benessere che si percepiva dal solo profumo di resina che i pini emanavano.

Oggi più che mai, anche alla luce dei cambiamenti climatici, si rende necessaria una politica di tutela e salvaguardia delle foreste e delle zone boscate, proprio in ragione della miriade di funzioni che possono esplicare, per garantire un adeguato futuro alle nuove generazioni, così come recita oggi l'art. 9 della nostra Costituzione.

Il Club Alpino Italiano ha fra i suoi scopi quello dello studio e della ricerca in ambiente montano e, pertanto, il tema della Terapia Forestale rientra a pieno titolo tra le attività che vengono promosse e svolte da soci, operatori naturalistici e culturali, in forma volontaria e gratuita, mettendo a disposizione della collettività, professionalità, conoscenze, competenze ed esperienze consolidate.

Questo testo ne è la riprova e a tutti coloro che, con dedizione e passione, ne hanno collaborato alla stesura va il più sentito ringraziamento.

Quando la Natura produce Salute

di Gemma Calamandrei - Direttrice Centro di riferimento per le Scienze Comportamentali e la Salute Mentale - Istituto Superiore di Sanità

Il rapporto con la natura e con i suoi ritmi, indissolubilmente legato alla storia evolutiva della specie umana, viene sempre di più riconosciuto come una risorsa importante per la salute psicofisica. In particolare, la frequentazione immersiva di boschi e aree naturali sta assumendo un ruolo sempre più centrale a livello internazionale quale pratica per la promozione della salute. Non a caso, il recente documento programmatico dedicato alla salute mentale in seguito al G20 Salute tenutosi nel 2021, ha incluso il degrado dell'ecosistema tra i fattori di rischio per la salute mentale. Le evidenze finora raccolte attraverso studi biomedici ed approcci analitici hanno valutato gli effetti della cosiddetta "terapia forestale" su diversi indici fisiologici di salute relativamente a patologie cardiovascolari, metaboliche, allergiche/autoimmuni, e a condizioni di disagio psicologico/mentale (stress, depressione, ansia). Gli effetti più consistenti vengono riportati per i parametri cardiovascolari e infiammatori, mentre nell'ambito della salute mentale ci sono indicazioni di effetti positivi per stress, depressione, ansia e gestione delle emozioni negative soprattutto nei bambini e negli adolescenti.

Questi dati aprono prospettive di ricerca affascinanti, con ricadute potenzialmente importanti sulla promozione della salute. Gli effetti benefici sulla salute mentale sembrerebbero associati a diversi meccanismi fisiologici a loro volta implicati nella risposta adattativa dell'organismo allo stress: ad esempio l'inalazione dei composti volatili prodotti dagli alberi nella foresta, riducendo i livelli di mediatori infiammatori nel sangue e nei tessuti, favorirebbe concentrazione e capacità percettive, mentre l'attività motoria nella foresta promuovendo l'integrazione tra coordinamento motorio, e percezione visiva, tattile e olfattiva sarebbe in grado di modulare l'attività cerebrale, favorendo la regolazione omeostatica di risposte fisiologiche, in un modo simile a ciò che avviene nel corso di attività meditative.

La raccolta di evidenze scientifiche sui meccanismi fisiologici coinvolti nella potenziale "produzione di salute" da parte degli ambienti forestali è un prerequisito perché pratiche quali la terapia forestale possano essere promosse nella popolazione generale ed essere integrate all'interno di programmi di presa in carico nel caso di patologia mentale. L'avanzamento delle conoscenze in questo settore potrà avere inoltre ricadute positive ai fini della conservazione di risorse naturali preziose e della protezione della biodiversità.



Al limite superiore del bosco - ultimi larici nei dintorni del Rifugio Levi Molinari - Exilles (TO) - ph Francesco Meneguzzo



Foresta - ph Ugo Bardi

Servizi ecosistemici delle foreste per la salute del pianeta: dalle grandi foreste alle nicchie strategiche

Abstract

Il capitolo verte sull'importanza degli ecosistemi forestali per la vita sulla Terra.

In particolare, viene illustrato il modo in cui le foreste regolano il clima, grazie al rilascio in atmosfera di grandi quantità di vapore acqueo che, diminuendo la pressione dell'aria nella bassa atmosfera, facilitano l'afflusso di aria umida dall'oceano. Tale meccanismo, noto come "pompa biotica", riesce a pompare vapore acqueo anche a grandi distanze dagli oceani, garantendo dunque le precipitazioni in aree molto interne. Questa capacità di regolazione del clima è garantita soprattutto dalle grandi foreste naturali, non disturbate da azioni antropiche, la cui salvaguardia dovrebbe essere una priorità assoluta nel contesto dei progressivi cambiamenti del clima globale.

Un paragrafo è dedicato allo straordinario valore delle foreste Italiane rispetto al patrimonio forestale naturale dell'Europa. Dagli studi sulle caratteristiche genetiche ed eco-fisiologiche di numerose specie arboree residenti nelle nostre foreste emergono infatti interessanti indicazioni, non solo per impedirne la frammentazione e l'impoverimento, ma anche per impostare strategie forestali in grado di tenere il passo dei cambiamenti climatici, grazie agli insegnamenti iscritti in queste risorse arboree dall'evoluzione e adattamento nel tempo.

1/1 - Condividere la terra con gli alberi

di Anastassia Makarieva, Andrei Nefiodov, Ugo Bardi

*Lo so: agli alberi, ma non a noi,
la perfezione della vita è data, integra.
E sulla Terra – la sorella delle stelle –
Viviamo in esilio, mentre loro vivono in casa.*

Nikolai Gumilev

1/1.1 - Introduzione

Diverse centinaia di milioni di anni fa, quando la vita terrestre cominciava a colonizzare la terraferma, si trovò di fronte a molte sfide. Forse la più importante era la carenza di acqua. In assenza di vegetazione, la maggior parte delle terre emerse erano deserti: mancavano meccanismi per trasportare, e soprattutto per trattenere, l'acqua nell'entroterra. Senza questo meccanismo, la vita terrestre non poteva che limitarsi a una ristretta striscia di terra sulla riva dei mari, dove la condensazione dell'umidità atmosferica poteva portare la pioggia.

Oggi, tuttavia, troviamo che la terra è completamente colonizzata da grandi foreste che si spingono ben addentro i continenti. Come è stato possibile arrivare a portare acqua a una tale distanza dal mare? L'atmosfera terrestre contiene sempre un po' di vapore acqueo, il problema è come condensarlo trasformandolo in acqua liquida, utilizzabile dalle piante. Questo avviene naturalmente quando l'aria sale verso l'alto. In questo caso, la temperatura scende e le molecole d'acqua disperse nell'atmosfera si condensano a formare goccioline di pioggia. Un effetto correlato è che la condensazione del vapore acqueo crea una leggera depressione. Il risultato è di convogliare altra aria umida dove l'acqua si era condensata. In altre parole, l'estrazione dell'umidità può essa stessa guidare il movimento dell'aria! Questo meccanismo è stato chiamato la "Pompa Biotica" dai suoi proponenti, Viktor Gorshkov e Anastassia Makarieva (Makarieva 2011). Il processo fondamentale della pompa biotica è la traspirazione delle piante: le piante terrestri emettono circa trecento molecole d'acqua per ogni molecola di anidride carbonica fissata dalla fotosintesi (Cramer 2009). Questo è stato tradizionalmente considerato uno spreco inevitabile causato da limitazioni del meccanismo di trasporto dell'acqua dal suolo alle foglie. Tuttavia, è noto che le piante differiscono sostanzialmente nell'efficienza del loro metabolismo, e in particolare nell'uso dell'acqua. Ad esempio, le cosiddette piante "C₄," che si sono evolute in tempi relativamente recenti, possono avere efficienze di utilizzo dell'acqua per la fotosintesi superiori rispetto alle piante che usano il meccanismo più antico, "C₃" (Vogan e Sage 2011). Ma quasi nessun albero ad alto fusto usa il meccanismo C₄ (Sage 2001; Osborne e Sack 2012). Da questo, potremmo dedurre che l'inefficienza dell'uso dell'acqua negli alberi non è uno spreco, ma una caratteristica utile per la sopravvivenza.

In effetti, il rilascio di grandi quantità di vapore acqueo dalle foglie degli alberi non è uno spreco, ma un beneficio per le piante. Ha l'effetto di generare la condensazione del vapore acqueo a bassa quota. Questo attiva il meccanismo della pompa biotica: dopo la condensazione, la pressione dell'aria diminuisce nella bassa atmosfera facilitando l'afflusso di aria umida dall'oceano adiacente. Ovviamente, un singolo albero non potrebbe mai pompare vapore acqueo da un oceano distante centinaia, o anche migliaia, di chilometri. Lo può fare soltanto una foresta estesa e compatta come effetto collettivo dell'azione di evaporazione e condensazione di milioni di alberi.

La foresta pluviale amazzonica illustra questo maestoso processo (Wright et al. 2017). Mentre un ecosistema di praterie, incapace di controllare efficacemente il proprio ciclo dell'acqua, incontra la fine della stagione secca nello stato di massima essiccazione, la foresta amazzonica, in netto contrasto, inizia a fotosintetizzare e traspirare più attivamente proprio in quella stagione (Saleska et al. 2016). Nuove foglie vigorose germogliano sotto il pieno sole dei cieli sereni della stagione secca usando l'acqua accuratamente conservata dalla stagione delle piogge. Man mano che la traspirazione cresce, cresce anche l'umidità atmosferica. La condensazione si intensifica di conseguenza, modificando i contrasti di pressione dell'aria terra-oceano. Infine, l'aria umida si muove nell'entroterra dall'Oceano Atlantico formando un vero e proprio "fiume atmosferico" che riporta l'umidità necessaria alla foresta. La stagione delle piogge promossa dalla traspirazione forestale inizia con due mesi di anticipo rispetto a quando arriva alle regioni non boschive alla stessa latitudine in tutto il mondo.

Un altro esempio di pompa biotica è la cintura forestale eurasiatica che si estende attraverso il continente per oltre settemila chilometri e, durante la stagione della vegetazione, assorbe l'umidità dai tre oceani: l'Atlantico, l'Artico e il Pacifico (Figura 1).

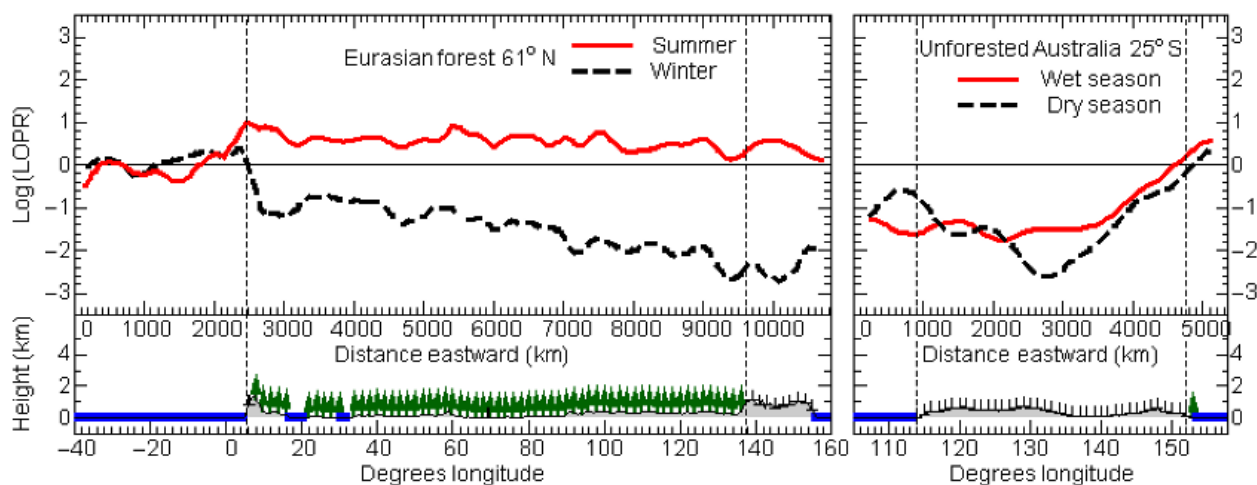


Figura 1. Rapporto di precipitazione terrestre-oceano (LOPR) nella cintura forestale eurasiatica e nell'Australia non boscosa (da Makarieva et al. 2013). In Australia, le precipitazioni sulla terraferma sono inferiori a quelle sull'oceano alla stessa latitudine sia nella stagione umida che in quella secca. Nella foresta boreale in estate, quando è biochimicamente attiva in estate, le precipitazioni sono superiori a quelle dell'oceano e uniformi per diverse migliaia di chilometri in tutto il continente. In inverno, la foresta è inattiva e la pompa biotica non funziona. Sia la foresta che l'Australia non boscosa durante la stagione delle piogge sono circa 5 gradi Kelvin più calde dell'oceano

1/1.2 - Perché le foreste?

In principio, anche una prateria potrebbe essere in grado di arricchire l'atmosfera di umidità attraverso l'evapotraspirazione. Ma potrebbe generare una pompa biotica? Quasi certamente no. L'ostacolo principale è come controllare la condensazione. L'evaporazione che reintegra l'umidità atmosferica è un processo lento guidato dall'energia solare. Al contrario, la condensazione può verificarsi a una velocità arbitrariamente elevata. Una volta che c'è un movimento ascendente dell'aria, la velocità di condensazione è proporzionale alla velocità verticale: più rapidamente l'aria sale e si raffredda, più il vapore acqueo condensa rilasciando energia che guida il movimento dell'aria. Questo processo può auto-accelerarsi per produrre velocità del vento comuni a uragani e tornado. Queste rapide esplosioni impoveriscono l'umidità atmosferica e possono causare un'assenza prolungata di pioggia.

Invece, il baldacchino di una foresta interrompe questi processi incontrollati. In primo luogo, genera un attrito che riduce la velocità orizzontale del vento. In secondo luogo, durante il giorno si verifica un gradiente di temperatura verticale inverso sotto la chioma, con il terreno che è il più freddo e la

cima dell'albero il più caldo. In queste condizioni, l'aria non sale verso l'alto e questo evita la perdita di umidità del suolo per evaporazione incontrollata. E' una condizione che non si verifica nella vegetazione bassa, come le erbe.

Questo non vuol dire che le erbe non abbiano un ruolo essenziale nell'ecosistema forestale. Quando un albero muore, oppure c'è un incendio, si apre uno spazio non coperto dagli alberi. La ricolonizzazione di questo spazio ("successione") è un processo complesso che parte dalla germinazione di erbe, incluso le graminacee. Hanno un effetto benefico perché coprono rapidamente il terreno, prevenendo la fuoriuscita di sostanze nutritive. Le erbe non hanno bisogno di generare una pompa biotica, gliela fornisce la foresta circostante. Con il tempo, tuttavia, gli alberi ricolonizzano la zona disturbata e le erbe non si sviluppano più per mancanza di luce solare.

1/1.3 - Il problema dei grandi erbivori

La biomassa terrestre è un fenomeno relativamente recente nell'ecosistema terrestre. La vita esiste negli oceani da almeno 4 miliardi di anni, mentre le piante vascolarizzate sulla terra ferma esistono da non più di circa 400 milioni di anni. La colonizzazione della terraferma ha portato a dei cambiamenti giganteschi. La terraferma e l'oceano hanno una produttività primaria comparabile, di circa 50 GtC (gigatonnellate di carbonio) all'anno. Ma, nell'oceano, la massa totale dei produttori primari, il fitoplancton è solo di circa un gigatonnellata di carbonio rispetto a diverse centinaia di gigatonnellate di biomassa legnosa sulla terraferma! Anche la biomassa delle foglie verdi, a circa 10 GtC, è un ordine di grandezza maggiore (Bar-On et al. 2018).

Quindi, con la nascita delle foreste si sono sviluppati sia dei fenomeni di stabilizzazione, come la pompa biotica, sia di destabilizzazione. Questo secondo tipo di effetto può essere dovuto proprio all'abbondanza di risorse sulla terraferma che ha dato origine all'evoluzione dei grandi mammiferi terrestri, chiamati a volte "Megafauna." Questi animali consumano localmente energia a una velocità centinaia di volte superiore a quella che la biosfera può fotosintetizzare nella stessa area (~100 W/m² contro 0,5 W/m²). Questo rende i grandi mammiferi potenziali distruttori dell'intero ecosistema se il loro numero non è controllato. In una foresta naturale stabile, i grandi animali non dovrebbero consumare più dell'1% della produttività totale (Makarieva et al. 2020).

Il problema è che la megafauna può distruggere le foreste e che questa potrebbe essere la ragione per lo sviluppo delle erbe nella seconda metà dell'Era Cenozoica (Sage 2001), nonché dello sviluppo di praterie e deserti, come pure della più recente diffusione delle piante C₄ "idroeconomiche" che traspirano relativamente poco (es. Sage 2001; Osborne e Sack 2012). Tutti questi fenomeni si possono spiegare con il danneggiamento di alcune aree dove esistevano meccanismi estesi di pompaggio biotico.

Notiamo di passaggio che qualcosa di simile avviene anche negli oceani con i grandi mammiferi acquatici. La grande estinzione avvenuta alla fine dell'Eocene nell'oceano che ha colpito specie microscopiche (Prothero 1994a) potrebbe avere a che fare anche con l'aspetto evolutivo dei primi mammiferi oceanici (cetacei e altri) (Bardi and Perissi 2021). È possibile che l'avvento della megafauna (incluso gli esseri umani) ha generato un danneggiamento e un declino generalizzato

dell'ecosistema, fatta eccezione per le foreste situate in regioni con condizioni geofisiche più favorevoli. Nel resto della superficie emersa, si è verificata la “trappola del pascolo (*“browse trap”*) (Staver et al. 2014), ovvero il danno fatto all'ecosistema dagli erbivori. Il concetto di trappola ecologica (trappola paesaggistica, trappola antincendio ecc.) descrive come ripetute perturbazioni della successione naturale della vegetazione (combustione, pascolo o, in ambito industriale, taglio) impediscano il ripristino dell'ecosistema e lo inserisce sulla traiettoria di degrado (Lindenmayer et al. 2022).

1/1.4 - Implicazioni: superiamo gli istinti del grande animale prima che sia troppo tardi

A parte le dimensioni, quello che la nostra specie ha fatto alle foreste, distruggendole, non è una cosa nuova nell'ecosistema terrestre. La popolazione umana ha continuato la devastazione delle foreste iniziata con la comparsa dei primi grandi mammiferi erbivori quaranta milioni di anni fa nell'Eocene. Se gli esseri umani fossero stati un primate arboricolo, forse avremmo percepito le foreste e avremmo agito in modo diverso, ma questo non è stato.

Il problema è che la perturbazione umana agisce sull'intero ecosistema. Le foreste sono cruciali per il trasporto continentale dell'umidità che attualmente sostiene le principali regioni agricole del mondo. Cosa ancora più importante, le foreste naturali (e gli ecosistemi naturali oceanici) stabilizzano il clima mantenendolo umido. La narrativa contemporanea del cambiamento climatico enfatizza la dinamica della temperatura media (riscaldamento/raffreddamento). Tuttavia, le principali sofferenze odierne legate al clima sono legate a eventi estremi come siccità, inondazioni, ondate di calore piuttosto che alle variazioni medie a lungo termine di precipitazioni, vento e temperatura. “Paradiso perduto” – è così che Prothero (1994a, b) ha caratterizzato la transizione Eocene-Oligocene dal clima caldo, umido e stabile della Terra dominata dalle foreste al clima più freddo, più secco e fortemente fluttuante di tipo moderno con una percentuale maggiore di terra coperta da praterie. Oggi, le restanti foreste su larga scala, le frontiere della stabilità climatica, sono ancora in grado di tamponare gli estremi climatici (O'Connor et al. 2021), probabilmente evitando il temuto “*tipping point*” che porterebbe il clima terrestre verso uno stato completamente inospitale nei riguardi della vita biologica (Gorshkov et al. 2000).

Ci manca, evidentemente, la capacità innata di rispettare le foreste, ma potremmo tuttavia apprezzarne l'importanza e prevenirne la distruzione sulla base di argomenti scientifici razionali. Per molto tempo le foreste sono state valutate soltanto in base al costo di mercato del legno che producevano. Negli ultimi decenni si è cercato di applicare il termine economico di “servizi” agli ecosistemi forestali e di valutare il valore economico di tali “servizi naturali” che riceviamo “gratuitamente” dalle foreste. Il prossimo passo dovrebbe essere il riconoscimento degli impatti climatici drasticamente diversi degli ecosistemi naturali disturbati rispetto a quelli indisturbati. Purtroppo, questa distinzione non è visibile nel dibattito attuale. Di conseguenza, le foreste incontaminate continuano a essere rapidamente distrutte.

Le foreste sono ecosistemi che hanno la funzione di regolare il clima e sono in grado di mantenere l'ambiente in uno stato favorevole per la vita. Le foreste fortemente disturbate (piantagioni artificiali, popolamenti forestali di pari età, specie forestali precoci) non hanno la stessa capacità di regolazione del clima. Consideriamo che l'ulteriore distruzione degli ecosistemi naturali potrebbe portare al degrado

irreversibile del clima globale e rendere impossibile la vita umana sulla Terra. Su questa base, il costo degli ecosistemi naturali viene determinato dal costo della vita umana stessa come fenomeno unico. È un costo che va oltre l'applicabilità della teoria economica tradizionale e tende a un valore infinito. Noi umani siamo grandi animali, geneticamente codificati per distruggere e assimilare la vita vegetale, direttamente o indirettamente. Poiché la civiltà umana non può esistere senza la trasformazione (distruzione) del biota naturale, la risoluzione della contraddizione consiste nel limitare il consumo totale, anche sulla base di limitare la popolazione umana. Nel frattempo, le funzioni economiche ed ecologiche delle foreste devono essere quantificate e comprese (Makarieva et al. 2020, Cary et al. 2021, Betts et al. 2021).

Lo sfruttamento della foresta dovrebbe essere consentito solo in aree rigorosamente prescritte, dove segue il reimpianto dopo l'abbattimento sotto forma di piantagioni. Gli ecosistemi forestali dovrebbero essere protetti dall'abbattimento su scala industriale e ripristinati su vaste aree al fine di svolgere le loro funzioni di regolazione del clima. Tali territori non devono essere di proprietà privata: avendo un prezzo infinito, non possono essere acquistati o affittati. Nel contesto dei progressivi cambiamenti del clima globale, i governi nazionali devono assumersi l'obbligo di rivedere il quadro giuridico per la regolamentazione economica del fondo forestale, tenendo conto di queste restrizioni. Poiché è difficile attuare rapidamente riforme così significative a causa della naturale inerzia di pensiero, è necessario introdurre una moratoria urgente sull'abbattimento industriale delle aree forestali intatte. Solo così possiamo sperare di evitare un degrado irreversibile dell'ecosistema, perlomeno nel tempo di vita della civiltà umana.

Note sugli autori

Anastasia Makarieva - Theoretical Physics Division - Petersburg Nuclear Physics Institute, Gatchina 188300, Russia

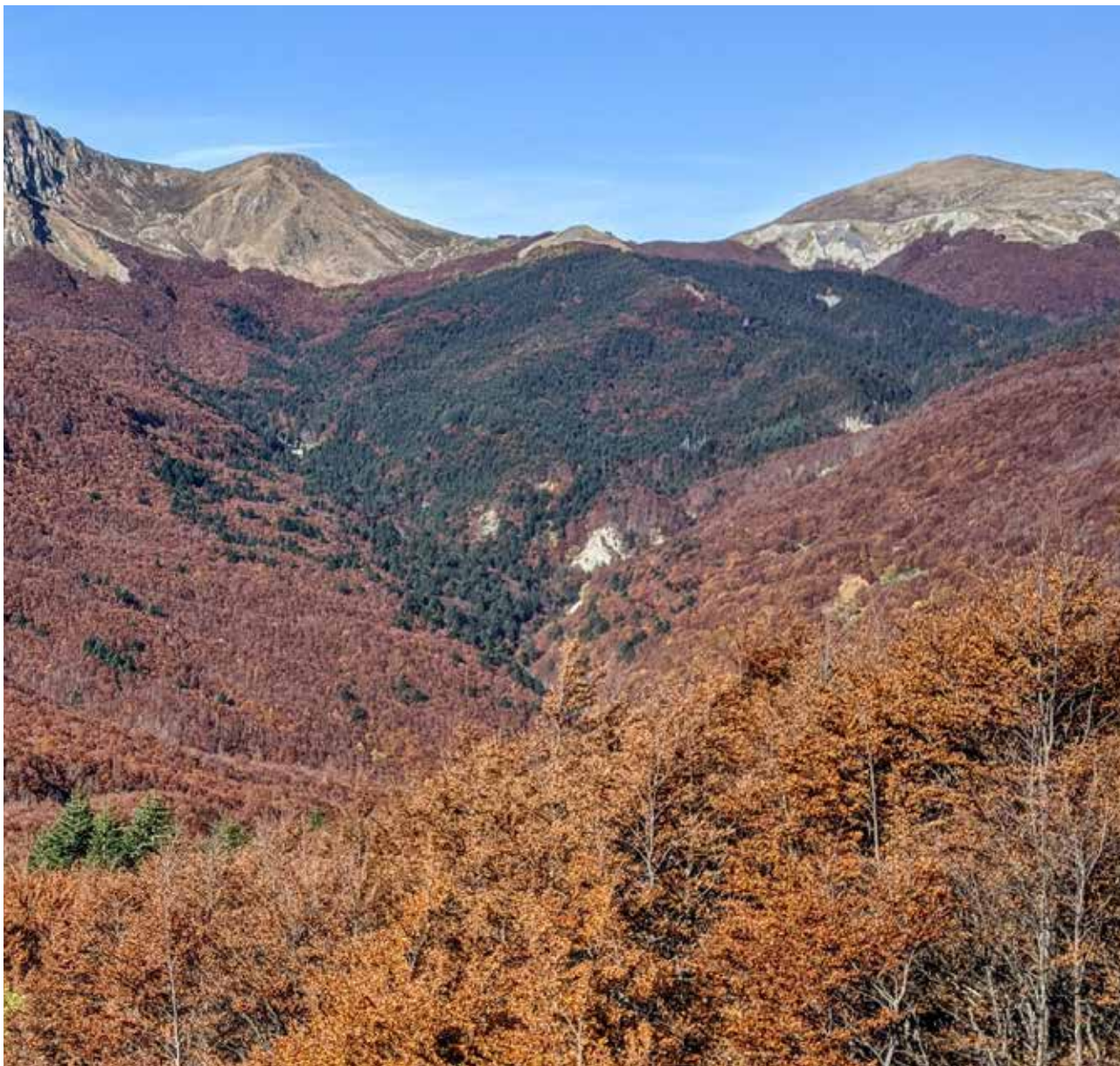
Andrei Nefiodov - Theoretical Physics Division - Petersburg Nuclear Physics Institute, Gatchina 188300, Russia

Ugo Bardi - Consorzio Interuniversitario di Scienza e Tecnologia dei Materiali (INSTM), 50144, Firenze, Italy

Bibliografia

1. Bardi, U., Perissi, I., (2021) "The Empty Sea, the future of the blue economy" Springer, <https://doi.org/10.1007/978-3-030-51898-1>
2. Bar-On Y.M., Phillips R., Milo R. (2018) The biomass distribution on Earth. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 115: 6506-6511. <https://doi.org/10.1073/pnas.1711842115>
3. Betts M.G., Phalan B.T., Wolf C., Baker S.C., Messier C., Puettmann K.J., Green R., Harris S.H., Edwards D.P., Lindenmayer D.B., Balmford A. (2021) Producing wood at least cost to biodiversity: integrating Triad and sharing-sparing approaches to inform forest landscape management. Biological Reviews 96: 1301-1317. <https://doi.org/10.1111/brv.12703>
4. Cary G.J., Blanchard W., Foster C.N., Lindenmayer D.B. (2021) Effects of altered fire intervals on critical timber production and conservation values. International Journal of Wildland Fire 30: 322-328. <https://doi.org/10.1071/WF20129>
5. Cramer M.D., Hawkins H.-J., Verboom, G.A. (2009) The importance of nutritional regulation of plant water flux. Oecologia 161: 15-24. <https://doi.org/10.1007/s00442-009-1364-3>

6. Gorshkov V.G., Gorshkov V.V., Makarieva A.M. (2000) Biotic regulation of the environment: Key issue of global change. Springer, London
7. Lindenmayer D.B., Bowd E.J., Taylor C., Likens G.E. (2022) The interactions among fire, logging, and climate change have sprung a landscape trap in Victoria's montane ash forests. *Plant Ecology* <https://doi.org/10.1007/s11258-021-01217-2>
8. Makarieva, A.M., Gorshkov, V.G. (2011). The Biotic Pump: Condensation, atmospheric dynamics and climate, *International Journal of Water*, Vol. 5, No. 4 <https://www.inderscienceonline.com/doi/abs/10.1504/IJW.2010.038729>
9. Makarieva A.M., Gorshkov V.G., Li B.-L. (2013) Revisiting forest impact on atmospheric water vapor transport and precipitation. *Theoretical and Applied Climatolog*, 111: 79-96. <https://doi.org/10.1007/s00704-012-0643-9>
10. Makarieva A.M., Nefiodov A.V., Li B.-L. (2020) Life's Energy and Information: Contrasting Evolution of Volume- versus Surface-Specific Rates of Energy Consumption. *Entropy* 22(9): 1025. <https://doi.org/10.3390/e22091025>
11. Makarieva A.M., Nefiodov A.V., Morozov V.E., Aleinikov A.A., Vasilov R.G. (2020) Science in the vanguard of rethinking the role of forests in the third millennium: Comments on the draft concept of the federal law "Forest Code of the Russian Federation". *Forest Science Issues* 3(3). <https://doi.org/10.31509/2658-607x-2020-3-3-1-25>
12. O'Connor J.C., Dekker S.C., Staal A., Tuinenburg O.A., Rebel K.T., Santos M.J. (2021) Forests buffer against variations in precipitation. *Global Change Biology* 27: 4686-4696. <https://doi.org/10.1111/gcb.15763>
13. Osborne C.P., Sack L. (2012) Evolution of C4 plants: a new hypothesis for an interaction of CO2 and water relations mediated by plant hydraulics. *Phil. Trans. R. Soc. B* 367: 583-600. <https://doi.org/10.1098/rstb.2011.0261>
14. Prothero D.R. (1994a) The late Eocene-Oligocene extinctions. *Annual Reviews of the Earth and Planetary Science* 22: 145-165.
15. Prothero D.R. (1994b) *The Eocene-Oligocene Transition: Paradise Lost*. New York: Columbia Univ. Press.
16. Sage R.F. (2001) Environmental and Evolutionary Preconditions for the Origin and Diversification of the C4 Photosynthetic Syndrome. *Plant Biology* 3: 201-213. <https://doi.org/10.1055/s-2001-15206>
17. Saleska S.R., Wu J., Guan K., Araujo A.C., Huete A., Nobre A.D., Restrepo-Coupe, N. (2016) Dry-season greening of Amazon forests. *Nature* 531: E4-E5. <https://doi.org/10.1038/nature16457>
18. Staver A.C., Bond W.J., Austin A. (2014) Is there a 'browse trap'? dynamics of herbivore impacts on trees and grasses in an African savanna. *Journal of Ecology* 102: 595-602. <https://doi.org/10.1111/1365-2745.12230>
19. Vogan P.J., Sage R.F. (2011) Water-use efficiency and nitrogen-use efficiency of C3-C4 intermediate species of *Flaveria* Juss. (Asteraceae). *Plant, Cell & Environment* 34: 1415-1430. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3040.2011.02340.x>



L'Abetina Reale di Civago (RE), una foresta di abete bianco e faggio con una lunga storia di gestione - ph Andrea Piotti

1/2 - Le foreste italiane: un tesoro genetico per le future foreste d'Europa

di Andrea Piotti, Camilla Avanzi

Le foreste che oggi ci circondano sono la diretta conseguenza delle oscillazioni climatiche dell'ultimo milione di anni, un periodo caratterizzato dal susseguirsi di fasi fredde e intervalli più miti, i cosiddetti cicli glaciali. In generale, nei periodi freddi, l'Europa centro-settentrionale era per lo più occupata da ghiacciai e *permafrost* – l'insospitale terreno ghiacciato che attualmente si sta sciogliendo in Siberia – che lasciavano pochi ambienti adatti a ospitare foreste. In Europa, durante le glaciazioni, le specie forestali si sono spesso rifugiate a sud, dove le condizioni ambientali erano più favorevoli alla loro sopravvivenza. Le aree geografiche in cui sono sopravvissute vengono chiamate, proprio per questo motivo, "rifugi glaciali". terminate le fasi fredde, quando le condizioni ambientali nelle zone di ritirata dei ghiacciai miglioravano, le specie forestali sono tornate a espandersi verso nord e a rarefarsi, o addirittura estinguersi localmente, nelle aree rifugio [Petit et al., 2008].

Ci sono eccezioni a questo schema generale – oggi, ad esempio, sappiamo che anche tra i grandi ghiacciai che occupavano il nord Europa sono sopravvissute piccole zone boscate – ma 21.000 anni fa la stragrande maggioranza dei 'pochi' alberi sopravvissuti all'incedere dei ghiacci si trovavano nelle tre grandi penisole del Mediterraneo: la penisola iberica, quella italiana e quella balcanica. È ampiamente testimoniato da dati genetici e paleobotanici (pollini o tronchi fossili datati con precisione) che la penisola italiana abbia rappresentato un'importante area rifugio per quasi tutte le specie forestali europee. In alcuni casi, come per l'abete bianco, proprio dai rifugi glaciali appenninici sembra sia partita la ricolonizzazione di mezza Europa [Piotti et al., 2017]. Per altre specie, come il faggio, i rifugi italiani hanno dato origine a ricolonizzazioni più limitate, spesso dall'Appennino meridionale a quello settentrionale [Magri et al., 2006; Postolache et al., 2021].

A prescindere dalle specifiche dinamiche locali, la maggior parte della variabilità genetica delle foreste europee si trova attualmente proprio in queste aree rifugio, oltre che nelle zone in cui si sono incrociate rotte di ricolonizzazione provenienti da aree rifugio diverse e in cui si è verificato il rimescolamento di popolazioni rimaste a lungo separate durante i culmini glaciali [Petit et al., 2003]. Maggiore è la variabilità genetica di una popolazione, cioè il numero delle varianti genetiche presenti in un tratto di DNA tra gli individui che la compongono, maggiore è il suo potenziale adattivo, ovvero la possibilità che vi siano le combinazioni genetiche 'adatte' a rispondere ai cambiamenti ambientali, siano essi repentini o gradualmente, che possono minarne la possibilità di sopravvivenza. Vien da sé che la variabilità genetica immagazzinata e selezionata in queste aree per migliaia di anni sarà cruciale per le foreste che ne hanno meno, anche molta meno, come quelle che si trovano verso la porzione terminale delle rotte di colonizzazione, a nord, dove solo poche varianti genetiche sono arrivate a causa del lungo viaggio che gli alberi hanno dovuto fare per raggiungere nuovamente questi ambienti settentrionali [Petit et al., 2008]. Di questo si stanno accorgendo i gestori delle foreste dell'Europa centro-settentrionale che, di fronte a vasti fenomeni di deperimento delle loro foreste, stanno valutando sempre più frequentemente la possibilità di favorire la migrazione di genotipi meridionali, ritenuti più resistenti ai cambiamenti climatici [Popkin, 2021].

Puntare sull'elevata variabilità genetica, cioè sull'avere buone probabilità che alcuni individui possiedano le caratteristiche giuste per adattarsi alle nuove condizioni ambientali, è una delle strategie che gli alberi possono usare per opporsi al cambiamento climatico. L'altra strategia principale è quella di migrare verso nord e verso altitudini superiori, seguendo lo spostamento delle condizioni ottimali in cui sopravvivere [Aitken et al., 2008]. Molte specie forestali sono in grado di migrare assai velocemente, arrivando a percorrere centinaia di metri ogni anno tramite gli spostamenti di polline e seme. Tuttavia non sappiamo se la velocità di questi spostamenti sarà sufficiente a garantire la sopravvivenza delle specie, perché gli scenari più drastici sul cambiamento climatico sembrano imporre la necessità di spostamenti ancora più rapidi [Petit et al., 2008].

In virtù della loro considerevole variabilità genetica, e avendo vissuto per migliaia di anni in climi mediterranei, le popolazioni che si trovano al margine meridionale degli areali delle specie forestali potrebbero avere un ruolo fondamentale nei processi di migrazione e adattamento necessari per preservare il patrimonio forestale europeo. Purtroppo, però, le popolazioni marginali sono spesso minacciate da una crescente frammentazione del loro habitat, spesso indotta dalle attività umane. Tale processo sta fortemente riducendo il numero e l'estensione delle popolazioni naturali e, di conseguenza, sta erodendo la loro preziosa variabilità genetica. Si pensi, per quanto riguarda la situazione italiana, alle conifere d'alta quota dell'Appennino, come l'abete bianco, specie d'elezione per rendere più eterogenei, e probabilmente più resilienti, gli sconfinati boschi di faggio (Fig. 1.2).

La diversificazione degli ecosistemi forestali avrà una grande importanza strategica nel pensare le nostre foreste del futuro. Gli studi più recenti mostrano come foreste più complesse in termini di numero di specie arboree siano maggiormente resistenti e resilienti nei confronti dei disturbi, offrano una gamma di servizi ecosistemici più ampia e garantiscano una maggiore produttività [Seidl et al., 2016]. Esistono molte opzioni per diversificare gli ecosistemi forestali italiani, e ragionamenti simili a quelli appena esposti per il rapporto faggio-abete bianco nelle zone montane si possono applicare anche ad altre specie forestali le cui popolazioni sono ormai rare o in forte contrazione, soprattutto in aree fortemente antropizzate. Si pensi, per quanto riguarda l'Appennino, ai pochi e isolatissimi nuclei autoctoni di abete rosso, tasso, pino mugo, pino nero, betulla, abete dei Nebrodi, oppure al meraviglioso pino loricato del Parco Nazionale del Pollino. Ma anche ai querceti di farnia e rovere, ormai ridotti al lumicino e in forte deperimento in pianura Padana e vicini all'estinzione in sud Italia, e agli sparuti nuclei di pino silvestre emiliano, così diverso da quello che vegeta in tutto il resto d'Europa fino alla Siberia. Purtroppo si potrebbero nominare molti altri casi di specie che presentano condizioni di forte criticità nel nostro paese.

L'urgenza della loro conservazione, però, non è unicamente legata alla sempre maggiore frammentazione del loro habitat e alla conseguente contrazione spaziale e numerica delle popolazioni. Infatti, ogni qualvolta studiamo le caratteristiche genetiche ed eco-fisiologiche di queste popolazioni si scoprono adattamenti e caratteristiche genetiche che potrebbero rivelarsi utilissime alle specie forestali per tenere il passo dei cambiamenti climatici in tutta Europa [Piotti et al., 2017; Postolache et al., 2021].

Queste evidenze sottolineano la necessità assoluta di comprendere approfonditamente quale sarà il ruolo delle risorse genetiche conservate nelle foreste italiane per il futuro delle foreste europee, e di adottare strategie di conservazione che ne impediscano l'impoverimento.

Note sugli autori

Andrea Piotti - Istituto di Bioscienze e BioRisorse - CNR - Sesto Fiorentino (FI) - andrea.piotti@ibbr.cnr.it

Camilla Avanzi - Istituto di Bioscienze e BioRisorse - CNR - Sesto Fiorentino (FI) - camilla.avanzi@ibbr.cnr.it

Bibliografia

1. Petit, R. J.; Feng, S. H.; Dick, C. W. Forests of the past: A window to future changes. *Science* 2008, 320, 1450–1452
2. Piotti, A.; Leonarduzzi, C.; Postolache, D.; Bagnoli, F.; Spanu, I.; Brousseau, L.; Urbinati, C.; Leonardi, S.; Vendramin, G. G. Unexpected scenarios from Mediterranean refugial areas: disentangling complex demographic dynamics along the Apennine distribution of silver fir. *J. Biogeogr.* 2017, 44, 1547–1558, doi:10.1111/jbi.13011
3. Magri, D.; Vendramin, G. G.; Comps, B.; Dupanloup, I.; Geburek, T.; Gömöry, D.; Latałowa, M.; Litt, T.; Paule, L.; Roure, J. M.; Tantau, I.; Van Der Knaap, W. O.; Petit, R. J.; De Beaulieu, J. L. A new scenario for the Quaternary history of European beech populations: Palaeobotanical evidence and genetic consequences. *New Phytol.* 2006, 171, 199–221, doi:10.1111/j.1469-8137.2006.01740.x
4. Postolache, D., Oddou-Muratorio, S., Vajana, E., Bagnoli, F., Guichoux, E., Hampe, A., Le Provost, G., Lesur, I., Popescu, F., Scotti, I., Piotti, A., Vendramin, G. G. Genetic signatures of divergent selection in European beech (*Fagus sylvatica* L.) are associated with the variation in temperature and precipitation across its distribution range. *Mol. Ecol.* 2021, 30 :5029-5047, doi: 10.1111/mec.16115
5. Petit, R. J.; Aguinagalde, I.; De Beaulieu, J. L.; Bittkau, C.; Brewer, S.; Cheddadi, R.; Ennos, R.; Fineschi, S.; Grivet, D.; Lascoux, M.; Mohanty, A.; Müller-Starck, G.; Demesure-Musch, B.; Palmé, A.; Martín, J. P.; Rendell, S.; Vendramin, G. G. Glacial refugia: Hotspots but not melting pots of genetic diversity. *Science* 2003, 300, 1563–1565, doi:10.1126/science.1083264
6. Popkin, G. Forest fight. Germany invented "scientific" forestry. But a huge dieback triggered by climate change has ignited a fierce debate over how the nation should manage its trees. *Science* 2021, 374, 1184–1189, doi: 10.1126/science.acx9733
7. Aitken, S. N.; Yeaman, S.; Holliday, J. A.; Wang, T.; Curtis-McLane, S. Adaptation, migration or extirpation: climate change outcomes for tree populations. *Evol. Appl.* 2008, 1, 95–111, doi: 10.1111/j.1752-4571.2007.00013.x
8. Seidl, R., Spies, T.A., Peterson, D.L., Stephens, S.L., Hicke, J.A. Searching for resilience: addressing the impacts of changing disturbance regimes on forest ecosystem services. *J. Appl. Ecol.*, 2016, 53, 120–129, doi: 10.1111/1365-2664.12511



Etna - Piano Provenzana - Pino laricio centenario (Pinus nigra laricio) - ph Giovanni Margheritini

Basi scientifiche, formazione e campi di applicazione della Terapia Forestale

Abstract

Il capitolo presenta un quadro delle principali conoscenze scientifiche sugli effetti legati alla terapia forestale ed alla frequentazione di ambienti forestali, sia a livello psicologico che fisiologico, spiegando al contempo come questi effetti siano mediati dai sensi umani e quali meccanismi agiscono nel determinarli. Un intero paragrafo è dedicato alle sostanze bioattive rilasciate dagli alberi nell'atmosfera forestale, visto il loro importante ruolo nei benefici ottenibili dalle "immersioni" in foresta.

Gli effetti a livello psicologico vengono descritti e inquadrati sia rispetto ai possibili interventi in psicologia clinica, come strumento di prevenzione e di cura complementare di alcuni disturbi depressivi e psicotici, sia rispetto agli effetti sulle funzioni di tipo cognitivo, come l'attenzione e la memoria.

L'auspicata diffusione di servizi per il benessere e la salute basati sugli ambienti forestali non può prescindere dalla valutazione economica degli effetti diretti e indiretti dei servizi forestali per il benessere e la salute, illustrata nel contributo finale.

2/1 - Benefici per la salute delle immersioni in foresta e ruolo dei VOC: meccanismi ed evidenze internazionali

di Michele Antonelli, Davide Donelli, Valentina Maggini

2/1.1 - Introduzione

Negli ultimi anni, la scienza ha confermato che un'interazione controllata con l'ambiente forestale può essere utile al benessere psico-fisico, determinando un effetto anti-stress, un miglioramento del tono dell'umore e una riduzione dei livelli di ansia [1].

Sulla scorta di queste considerazioni, vari studi in tutto il mondo hanno recentemente portato alla definizione del concetto di "medicina forestale", con riferimento a quella disciplina che studia gli effetti preventivi e terapeutici delle foreste sulla salute, attraverso un approccio basato non solo sulla tradizione, ma anche e soprattutto sulle evidenze scientifiche [2].

In questo capitolo, analizzeremo i benefici delle "immersioni" in foresta e il ruolo dei Composti Organici Volatili (COV) rilasciati dagli alberi e dal suolo nell'atmosfera forestale.

2/1.2 - I Composti Organici Volatili: cosa sono e a cosa servono in natura?

Molti hanno almeno una volta osservato una bruma leggermente azzurra aleggiare al di sopra delle foreste: ciò costituisce un esempio dell'effetto *Tyndall*, che si realizza quando i raggi luminosi vengono diffusi da particelle sospese nell'aria. Già dai primi anni '60 si ipotizzò che tale fenomeno fosse dovuto alla presenza, al di sopra delle chiome arboree, di significative quantità di COV emessi dal sistema foresta. In effetti, oggi sappiamo che le foreste sono le più importanti fonti di COV di origine biologica, e quindi delle emissioni di COV in generale (valutate globalmente intorno ad 1 miliardo di tonnellate di carbonio all'anno).

Tra i COV forestali, i ricercatori hanno identificato più di 1.000 composti diversi, tra cui l'isoprene (ca. 50% delle emissioni totali) e vari terpeni (α - e β -pinene, β -ocimene, d-limonene, sabinene, mircene e canfene costituiscono circa il 35-40% delle emissioni totali), con quantità minori di altre sostanze [3].

Da dove derivano queste sostanze? Almeno nelle foreste dei climi temperati o sub-artici, le foglie degli alberi sono le maggiori fonti di emissione. Le chiome arboree sono responsabili dell'emissione diretta in atmosfera, mentre le radici rilasciano questi composti nel terreno, dal quale si volatilizzano secondariamente in tempi più lunghi. Persino legno e corteccia dei tronchi, caduti a terra e degradati, liberano nell'aria i composti volatili stoccati al loro interno. Meno importante dal punto di vista quantitativo è il contributo delle piante erbacee del sottobosco, anche se, a seconda del tipo di foresta, queste emissioni possono variare in modo importante, come nel caso di certe piante officinali della macchia mediterranea [4]. I COV giocano un ruolo molto importante per l'ecologia vegetale: moderano la risposta della pianta agli stimoli esterni, costituiscono una difesa contro gli erbivori e i microrganismi patogeni, rappresentano segnali di comunicazione tra piante e possono attrarre insetti impollinatori [5].

Esistono anche fonti non vegetali di COV, come quelle che derivano dai batteri e dai funghi. Tali emissioni spiegano come mai, nell'analisi dell'atmosfera in foresta, troviamo modifiche di composizione a seconda dell'altezza dal terreno alla quale si compie la misurazione, oltre a differenze condizionate da fattori meteorologici, altitudine, temperatura, stagionalità, esposizione solare e periodo del giorno [6,7].

Vicino al terreno troveremo infatti una maggior abbondanza di composti derivati dalle radici e dal sottobosco, mentre al di sotto delle chiome arboree vi saranno soprattutto isoprenoidi da foglie e fiori, e al di sopra, isoprenoidi e foto-prodotti derivanti dalla loro ossidazione, che vanno appunto a comporre la bruma azzurra da cui siamo partiti.

2/1.3 - Effetti sulla salute dei COV forestali: le evidenze scientifiche

Diversi studi di laboratorio evidenziano come alcuni COV possano modulare il rilascio di varie citochine, mediatori della flogosi e neurotrasmettitori (vie dopaminergiche e GABA-ergiche): grazie a queste attività biologiche, si è ipotizzato, per alcuni COV, un ruolo nel ridurre l'infiammazione ed il dolore, migliorare l'umore, la qualità del sonno, i disturbi legati all'ansia e forse anche potenziare le difese immunitarie [8-11].

L'entità di tali effetti farmacologici può essere limitata qualora tali composti siano inalati durante una breve passeggiata nella foresta, perché la loro concentrazione atmosferica è generalmente inferiore rispetto a quella indotta in ambienti sperimentali. Inoltre, la variabilità compositiva dei COV nell'ambiente naturale e diversi fattori fisiologici incidono notevolmente sulla loro reale disponibilità all'interno dell'organismo. In ogni caso, anche un'azione più modesta, associata al rilassamento psicofisico, può già apportare un utile contributo al benessere individuale.

La Tabella 1 riassume alcune brevi note sull'attività biologica in vari modelli sperimentali riportata per alcuni COV che si trovano più comunemente nell'ambiente forestale [8].

Tabella 1. Effetti biologici di cinque composti volatili presenti nell'atmosfera forestale in base ad evidenze sperimentali su cavia o su modelli cellulari [8].

Molecola	Effetti biologici
d-Limonene	Antinfiammatorio, analgesico e antiossidante Ansiolitico e antidepressivo Antiproliferativo
α -Pinene	Antinfiammatorio, analgesico e antiossidante Ansiolitico, antidepressivo e sedativo Antiproliferativo
β -Pinene	Antinfiammatorio, analgesico e antiossidante Ansiolitico, antidepressivo e sedativo Antiproliferativo
β -Myrcene	Antinfiammatorio e analgesico Sedativo e miorelaxante Gastroprotettivo
Canfene	Ipolipemizzante con stimolazione del metabolismo Antiossidante e analgesico Antiproliferativo

2/1.4 - Oltre i COV forestali: la stimolazione dei cinque sensi

Passeggiare nella foresta in maniera regolare, almeno una o due volte al mese, può essere un'utile pratica di promozione della salute e, in parte, gli effetti benefici dell'esposizione all'ambiente naturale sono dovuti all'inalazione dei COV rilasciati dagli alberi nell'aria [8].

I risultati migliori si ottengono con il cosiddetto "bagno di foresta" (o "forest bathing" in inglese), una pratica meditativa che comprende una passeggiata nell'ambiente naturale, la contemplazione del paesaggio unitamente al riposo o a particolari tecniche di respirazione e rilassamento [12].

L'esperienza naturale, però, non si esaurisce con la mera percezione olfattiva, in quanto tutti i sensi, vista in primis, vengono stimolati dall'ambiente forestale in modo sinergico (Figura 1) [13].

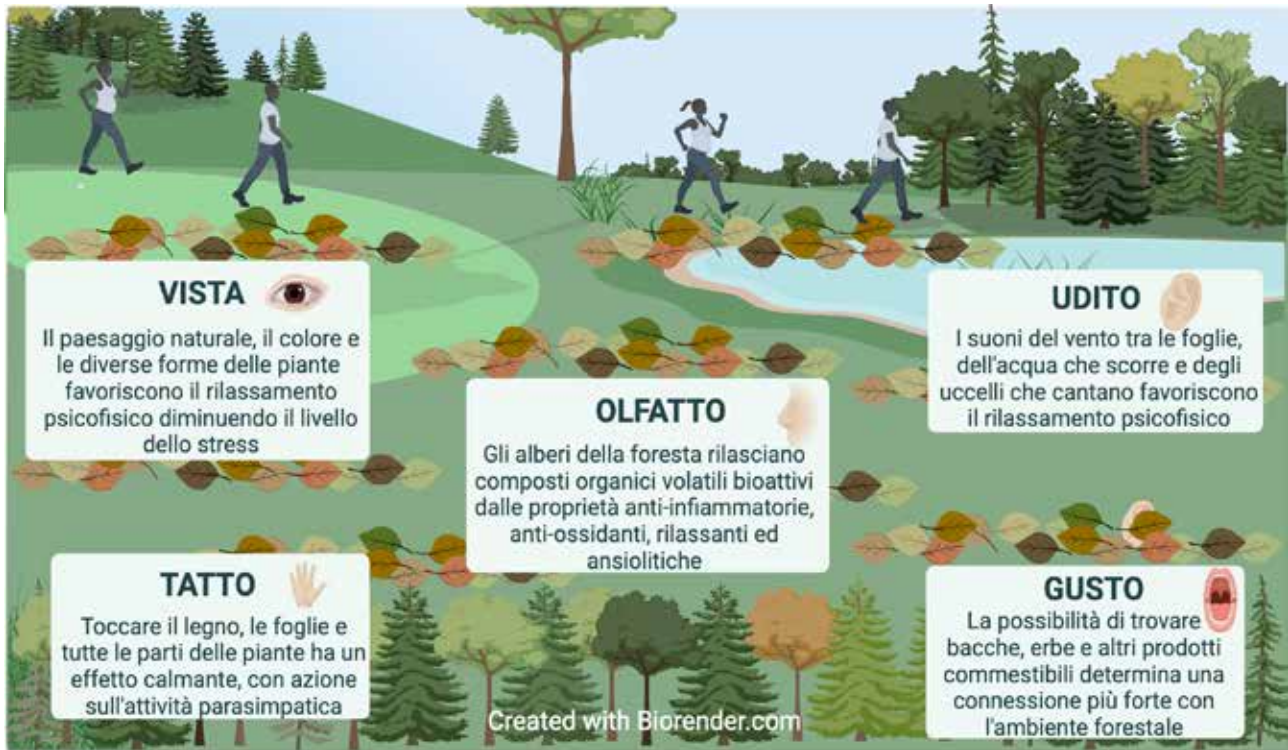


Figura 1. Effetti fisiologici dei bagni di foresta sull'individuo attraverso una stimolazione dei cinque sensi

Vediamo brevemente come:

- **Vista:** vedere una foresta, anche virtuale [14], produce uno stato di rilassamento psicofisico e un'aumentata resilienza allo stress, riducendo i livelli circolanti di cortisolo [12]. La prevalenza di colori come il verde, il blu e il marrone, assieme alle sagome arboree ripetute nello spazio determinano una serie di stimoli corticali che gli esseri umani sono predisposti a percepire come "familiari" da un punto di vista evolutivo. Almeno per quel che concerne l'effetto anti-stress, la componente visiva del bagno di foresta potrebbe giocare un ruolo più importante rispetto a quella olfattiva, come emerge dai risultati di un recente studio meta-analitico [12].

- **Olfatto:** l'inalazione dei COV forestali può determinare effetti benefici sia localmente, sulle vie respiratorie, sia a livello sistemico, attraverso un'azione calmante ed ansiolitica [8]. L'assenza di inquinanti atmosferici e la presenza di acqua nebulizzata, soprattutto in prossimità dei torrenti, possono anch'essi avere un ruolo positivo. Inoltre, una possibile azione di potenziamento del sistema immunitario è stata ipotizzata per l'inalazione di alcuni COV forestali [11].
- **Udito:** i suoni della foresta come il rumore del vento tra le foglie, quello dell'acqua che scorre nel greto di un torrente o il canto degli uccellini hanno un'azione rilassante dimostrata anche in setting sperimentali [15].
- **Tatto:** studi dedicati indicano che toccare il legno o le foglie di una pianta può stimolare indirettamente il sistema nervoso parasimpatico e avere un'azione vagotonica, con un effetto anti-stress misurabile [16].
- **Gusto:** assaggiare le bacche, i frutti e gli altri prodotti della foresta (radici commestibili, erbe, funghi) può migliorare ulteriormente il contatto con la Natura. Ovviamente, affinché l'esperienza possa essere svolta in sicurezza, è importante saper riconoscere con accuratezza i prodotti naturali edibili.

2/1.5 - Evidenze scientifiche sugli effetti dei bagni di foresta per il benessere individuale

Le evidenze scientifiche più solide supportano l'utilizzo dei bagni di foresta per favorire uno stato di rilassamento e ridurre i livelli di stress psicofisico, con benefici dimostrati per il "tecnostress", correlato all'uso eccessivo dei dispositivi digitali; per lo stress scolastico, connesso allo studio e alle prestazioni intellettuali; e per lo stress lavoro correlato, dovuto alle attività professionali [13].

Prove cliniche interessanti dimostrano inoltre che i bagni di foresta possono diminuire i livelli di ansia e migliorare il tono dell'umore, con un'azione di tipo antidepressivo, sia in soggetti sani, sia in pazienti con varie malattie come l'alcolismo, le patologie respiratorie croniche e quelle cardiovascolari.

Da un punto di vista fisiologico, studi preliminari suggeriscono che i bagni di foresta si associano ad una riduzione dei *biomarkers* di infiammazione e ad una stimolazione di alcune funzionalità del sistema immunitario (numero ed attività delle cellule NK), nonché ad un miglioramento a breve termine della qualità del sonno.

I benefici del contatto con la foresta sembrano coinvolgere i soggetti di tutte le età, con miglioramento dei sintomi comportamentali in bambini con disturbo da deficit di attenzione/iperattività, e stimolazione delle funzioni cognitive nei soggetti in età adulta o addirittura avanzata.

La Tabella 2 riporta i principali effetti a breve termine dei bagni di foresta, assieme alla forza delle evidenze scientifiche (in ordine decrescente: 1, 2A, 2B, 2C) e alla condizione clinica di riferimento (soggetti sani o pazienti affetti da una determinata malattia).

Tabella 2. Effetti fisiologici dei bagni di foresta sul benessere psicofisico individuale e forza delle evidenze scientifiche [13]

Forza delle evidenze	Effetti a breve termine	Condizione clinica
1	↓ Stress psicofisico	Soggetti sani
2A	↓ Livelli di ansia	Soggetti sani
	↑ Tono dell'umore	Soggetti sani
2B	↑ Tono dell'umore	Alcolismo
	↓ Biomarkers di infiammazione	Soggetti sani
	↑ Funzioni cognitive	Soggetti sani
	↑ Tono vagale ↓ Biomarkers di infiammazione ↑ Tono dell'umore	Malattie cardiovascolari (ipertensione arteriosa, scompenso cardiaco, ischemia cronica del miocardio)
	↑ Cellule NK e della loro attività	Soggetti sani
2C	↑ Qualità del sonno	Insonnia primaria o secondaria a malattie degenerative
	↑ Benessere soggettivo ↓ Stress psicofisico	Disturbo post-traumatico da stress (veterani di guerra)
	↓ Sintomi comportamentali	Disturbo da deficit di attenzione/iperattività
	↓ Biomarkers di infiammazione ↑ Tono dell'umore	Broncopneumopatia cronico ostruttiva
	↑ Funzionalità polmonare (CVF)	Asma bronchiale
	↑ Controllo glicemico ↑ Livelli di adiponectina ↓ Stress psicofisico	Diabete mellito
	↓ Sintomi cutanei	Dermatite atopica

2/1.6 - Conclusioni

Nel complesso, le evidenze scientifiche di qualità più elevata supportano l'uso dei bagni di foresta come interessante pratica complementare per la promozione del benessere psicofisico dell'individuo. L'effetto positivo del "forest bathing" sulla qualità di vita delle persone e il suo rapporto costo-beneficio favorevole formano una combinazione ottimale per un suo possibile impiego ragionato nel settore della Medicina Preventiva, ad esempio per contrastare lo sviluppo delle malattie stress-correlate.

Note sugli autori

Michele Antonelli - Dipartimento di Sanità Pubblica, AUSL-IRCCS di Reggio Emilia - michele.antonelli.md@gmail.com

Davide Donelli - Dipartimento Cardio-Toracico-Vascolare, AOU di Parma - donelli.davide@gmail.com

Valentina Maggini - Centro di Ricerca e Innovazione in Fitoterapia e Medicina Integrata, (CERFIT), AOU Careggi, Firenze - valentina.maggini@unifi.it

Bibliografia

1. Hansen, M.M.; Jones, R.; Tocchini, K. Shinrin-Yoku (Forest Bathing) and Nature Therapy: A State-of-the-Art Review. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2017, 14, doi:10.3390/ijerph14080851
2. Kotte, D.; Li, Q.; Shin, W.S. *International Handbook of Forest Therapy*; Cambridge Scholars Publishing, 2019; ISBN 9781527541740
3. Niinemets, Ü.; Monson, R.K. *Biology, Controls and Models of Tree Volatile Organic Compound Emissions*; Springer Science & Business Media, 2013; ISBN 9789400766068
4. Roviello, V.; Roviello, G.N. Lower COVID-19 Mortality in Italian Forested Areas Suggests Immunoprotection by Mediterranean Plants. *Environ. Chem. Lett.* 2020, 1–12, doi:10.1007/s10311-020-01063-0
5. Sharifi-Rad, J.; Sureda, A.; Tenore, G.C.; Daglia, M.; Sharifi-Rad, M.; Valussi, M.; Tundis, R.; Sharifi-Rad, M.; Loizzo, M.R.; Ademiluyi, A.O.; et al. Biological Activities of Essential Oils: From Plant Chemoecology to Traditional Healing Systems. *Molecules* 2017, 22, doi:10.3390/molecules22010070
6. Meneguzzo, F.; Albanese, L.; Bartolini, G.; Zabini, F. Temporal and Spatial Variability of Volatile Organic Compounds in the Forest Atmosphere. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2019, 16, doi:10.3390/ijerph16244915
7. Boursoukidis, E.; Behrendt, T.; Yañez-Serrano, A.M.; Hellén, H.; Diamantopoulos, E.; Catão, E.; Ashworth, K.; Pozzer, A.; Quesada, C.A.; Martins, D.L.; et al. Strong Sesquiterpene Emissions from Amazonian Soils. *Nat. Commun.* 2018, 9, 2226, doi:10.1038/s41467-018-04658-y
8. Antonelli, M.; Donelli, D.; Barbieri, G.; Valussi, M.; Maggini, V.; Firenzuoli, F. Forest Volatile Organic Compounds and Their Effects on Human Health: A State-of-the-Art Review. *IJERPH* 2020, 17, 6506, doi:10.3390/ijerph17186506
9. Salehi, B.; Upadhyay, S.; Erdogan Orhan, I.; Kumar Jugran, A.; L D Jayaweera, S.; A Dias, D.; Sharopov, F.; Taheri, Y.; Martins, N.; Baghalpour, N.; et al. Therapeutic Potential of α - and β -Pinene: A Miracle Gift of Nature. *Biomolecules* 2019, 9, doi:10.3390/biom9110738
10. Erasto, P.; Viljoen, A.M. Limonene - a Review: Biosynthetic, Ecological and Pharmacological Relevance. *Nat. Prod. Commun.* 2008, 3, 1934578X0800300, doi:10.1177/1934578X0800300728
11. Li, Q.; Kobayashi, M.; Wakayama, Y.; Inagaki, H.; Katsumata, M.; Hirata, Y.; Hirata, K.; Shimizu, T.; Kawada, T.; Park, B.J.; et al. Effect of Phytoncide from Trees on Human Natural Killer Cell Function. *Int. J. Immunopathol. Pharmacol.* 2009, 22, 951–959, doi:10.1177/039463200902200410
12. Antonelli, M.; Barbieri, G.; Donelli, D. Effects of Forest Bathing (shinrin-Yoku) on Levels of Cortisol as a Stress Biomarker: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Int. J. Biometeorol.* 2019, 63, 1117–1134, doi:10.1007/s00484-019-01717-x
13. Antonelli, M.; Donelli, D.; Carlone, L.; Maggini, V.; Firenzuoli, F.; Bedeschi, E. Effects of Forest Bathing (shinrin-Yoku) on Individual Well-Being: An Umbrella Review. *Int. J. Environ. Health Res.* 2021, 1–26, doi:10.1080/09603123.2021.1919293
14. Alyan, E.; Combe, T.; Awang Rambli, D.R.; Sulaiman, S.; Merienne, F.; Diyana, N. The Influence of Virtual Forest Walk on Physiological and Psychological Responses. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2021, 18, doi:10.3390/ijerph182111420
15. Annerstedt, M.; Jönsson, P.; Wallergård, M.; Johansson, G.; Karlson, B.; Grahn, P.; Hansen, A.M.; Währborg, P. Inducing Physiological Stress Recovery with Sounds of Nature in a Virtual Reality Forest--Results from a Pilot Study. *Physiol. Behav.* 2013, 118, 240–250, doi:10.1016/j.physbeh.2013.05.023
16. Ikei, H.; Song, C.; Miyazaki, Y. Physiological Effects of Touching Wood. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2017, 14, doi:10.3390/ijerph14070801



Foresta del Teso - Appennino settentrionale - ph Francesco Becheri

2/2 - Composti organici volatili: origini, caratteristiche, misure e funzioni

di Luisa Neri, Rita Baraldi

2/2.1 - Introduzione

I composti organici volatili (VOC) sono composti formati da carbonio, idrogeno e ossigeno appartenenti a varie classi chimiche (acidi, eteri, aldeidi, esteri, alcheni, alcoli, chetoni, alcani e terpeni) che hanno la caratteristica comune di essere volatili. Vengono immessi nell'atmosfera terrestre da un'ampia varietà di fonti naturali e artificiali. Generalmente, sorgenti differenti emettono composti diversi, sia come classi che come caratteristiche chimico fisiche.

I VOC provengono da due fonti principali: quella antropogenica (AVOC) quando emessi dalle attività dell'uomo e quella biogenica (BVOC), quando rilasciati dalle piante e dagli ecosistemi terrestri. Questi composti volatili, in particolare i BVOC, sono sostanze chimiche reattive, quindi sono molto importanti non solo per la funzionalità degli ecosistemi ma anche per la composizione chimica dell'atmosfera, per la qualità dell'aria e, di conseguenza, per la nostra salute. Per questi motivi è importante conoscerne caratteristiche, proprietà e differenze.

2/2.2 - Origini antropogeniche e biogeniche

La produzione, lo stoccaggio e l'uso di combustibili fossili sono importanti fonti antropogeniche di AVOC quali alcani, alcheni e aromatici che, sebbene derivino da fonti molto più ridotte su scala globale dei BVOC, possono facilmente diventare dominanti su scala regionale. Infine, la produzione e l'uso di solventi, di vernici e di molti altri prodotti chimici, principalmente domestici, contribuisce al rilascio di svariati AVOC, anche in questo caso in misura relativamente piccola su scala globale (de Gouw e Warneke, 2007).

I BVOC sono tra i metaboliti secondari più importanti prodotti dalle piante. Questi composti lipofili hanno un basso peso molecolare ed elevate pressioni di vapore a temperatura ambiente. Sono costituiti principalmente da isoprenoidi (isoprene, monoterpeni e sesquiterpeni), alcoli, carbonili e acidi. L'emissione di isoprenoidi dalla vegetazione è stata scoperta diversi decenni fa, quando gli scienziati hanno iniziato a studiare l'origine della "foschia blu" spesso osservata sopra le foreste (Went, 1960; Zhang et al., 2009).

A livello globale, le emissioni di BVOC dalla vegetazione terrestre sono di un ordine di grandezza superiori a quelle di AVOC (Guenther et al., 2006), ma parliamo ovviamente di composti diversi. L'emissione annuale di BVOC è stimata in 1000 Tg di carbonio: circa la metà è rappresentata dall'isoprene, mentre metanolo, etanolo, acetaldeide, acetone, α -pinene, β -pinene, t- β -ocimene, limonene, etene e propene contribuiscono insieme per un altro 30% dell'emissione stimata. Le maggiori fonti di emissione biogeniche sono le foreste tropicali e non tropicali, che emettono in atmosfera grandi quantità di isoprene, dei monoterpeni α - e β -pinene e di metanolo (Guenther et al., 1995, 2006). Inoltre, la combustione di biomassa è una grande fonte di VOC in tutto il mondo, comprese molte specie ossigenate (acidi organici, carbonili), specie contenenti azoto e composti aromatici (benzene,

toluene). La combustione della biomassa può avvenire naturalmente, ad esempio negli incendi boschivi, oppure può essere causata da attività umane, come l'incendio di foreste per ripulire terreni agricoli, o la combustione di rifiuti agricoli (de Gouw e Warneke, 2007).

Ma quali foreste sono le sorgenti di BVOC più importanti? Ovviamente parliamo del grande polmone verde del pianeta, le foreste tropicali, che coprono circa il 18% della superficie terrestre globale e si stima siano responsabili di circa l'80% dell'emissione dei terpenoidi e del 50% di altre emissioni di BVOC (Yáñez-Serrano et al., 2020). Anche le altre tipologie di foreste che rivestono una superficie di area comparabile a quelle tropicali contribuiscono all'emissione ma solo per il 10% circa delle emissioni totali di BVOC (Guenther et al., 2012).

In Italia, la vegetazione comprende un gran numero di specie forestali grazie alle diverse aree ambientali e climatiche presenti nel nostro Paese, che vanno dall'ambiente alpino a quello semiarido. Questa vasta gamma di ecosistemi è responsabile dell'elevata variabilità di emissione di isoprenoidi sul territorio italiano (Calfapietra et al., 2009). Le foreste in Italia coprono una superficie, in continuo aumento, di 11.054.458 ettari, pari al 36,7 % del territorio nazionale (Inventario Nazionale delle Foreste e dei Serbatoi di Carbonio, CREA, 2020) e sequestrano annualmente 20-30 milioni di tonnellate di CO₂.

Secondo un inventario delle emissioni di isoprenoidi da parte delle specie arboree forestali sviluppato nell'ambito del progetto *FISR-CarboItaly*, in Italia l'emissione di isoprenoidi, considerando isoprene e monoterpeni, ammonta a circa 69 Gg all'anno (Pacheco et al., 2014; Baraldi et al., 2015). Isoprene, α -pinene, sabinene e β -pinene sono i BVOC più rappresentativi emessi dalla vegetazione in Italia; i flussi biogenici annuali di isoprene e monoterpeni stimati nel 2006 sono stati rispettivamente di circa 31,30 Gg e 37,70 Gg e le principali emettitrici di isoprenoidi sono le seguenti specie di querce: *Quercus pubescens* + *Quercus petraea* + *Quercus robur*, *Quercus ilex*, *Quercus suber* e il faggio (*Fagus sylvatica*) (Pacheco et al., 2014; Baraldi et al., 2015).

Dunque, quali BVOC emettono le foreste che abbiamo caratterizzato? Lo studio svolto in collaborazione col CAI è stato condotto in boschi del Nord e Centro Italia composti da abeti bianchi e rossi, faggi, castagni, pini marittimi, silvestri e domestici, lecci e aceri. Queste specie emettono principalmente isoprene, che non ha effetti bioattivi sulla salute umana, α -pinene, β -pinene, sabinene (principalmente il faggio), canfene, limonene e cineolo. In generale, aceri e tigli sono bassi emettitori, mentre specie appartenenti ai generi *Eucalyptus*, *Populus*, *Quercus*, *Platanus* (Latifoglie) e le conifere sono alte emettitrici. Le conifere sono dunque più efficienti in termini di emissione di BVOC rispetto al faggio che è la specie più diffusa in Italia, presente principalmente nelle zone di montagna e soprattutto nell'Appennino, in particolare ad altitudini superiori a 1200 m. Quindi, quando sono disponibili diverse alternative per le sessioni di terapia forestale, le foreste di abete puro o misto al faggio potrebbero essere preferibili a boschi di soli faggi.

Le emissioni di BVOC sono complesse da stimare perché estremamente diversificate: il profilo di emissione dei terpeni (ovvero il tipo di terpeni emessi) è sotto forte controllo genetico (Harrewijn et al., 2001). Le diverse famiglie di piante emettono diversi tipi di terpeni. Ad esempio, l'isoprene viene emesso in particolare dalle famiglie delle *Salicaceae*, *Fagaceae*, *Palmaceae*, dal genere *Picea* e dal gruppo

delle felci, mentre i monoterpeni sono prodotti in particolare dalle conifere, dalle famiglie delle *Lamiaceae*, *Apiaceae*, *Rutaceae*, *Myrtaceae* ed *Asteraceae*. Nell'ambito della medesima famiglia botanica, la produzione di terpeni è poi fortemente dipendente dalla specie, per cui ogni singola specie ha un profilo di emissione specifico. All'interno dello stesso genere vi possono essere specie che emettono isoprene, specie che emettono monoterpeni ed altre specie che invece non rilasciano tali composti. Ne sono un esempio le querce: quelle emettitrici di isoprene sono generalmente tipiche del nord America, mentre molte specie emettitrici di monoterpeni e non emettitrici sono europee.

L'emissione può essere specifica anche per tessuti e organi (foglie, frutti, fiori, fusto, radici) e può essere influenzata dalla stessa fenologia (per esempio fiori già impollinati non emettono più).

Se la composizione terpenica risulta sotto forte controllo genetico, i tassi di emissione sono per lo più regolati da fattori ambientali. Infatti, l'emissione dei terpeni dipende dall'intensità luminosa e dalla temperatura, tanto che le maggiori emissioni nell'emisfero boreale si registrano nelle ore centrali della giornata e nei mesi estivi, ma non è sempre contemporanea alla loro formazione in cloroplasti o altri corpi cellulari (Ciccioli et al., 2022). Infatti, alcune specie che producono isoprenoidi (principalmente mono e sesquiterpeni) durante la fotosintesi, li accumulano e li conservano in strutture specializzate quali dotti resiniferi (pini), vescicole resinifere (abete), tricomi ghiandolari (menta) o cavità di riserva fogliari (eucalipto) (Gershenzon and Croteau 1991; Guenther et al., 1993).

Questo meccanismo di emissione è dipendente dalla temperatura dell'aria ("T") perché il rilascio di BVOC dipende dalla loro pressione parziale che aumenta esponenzialmente con la temperatura. Per tale motivo può avvenire anche di notte quando le piante non fotosintetizzano per assenza di radiazione solare. Ci sono invece specie in cui l'emissione di BVOC avviene contemporaneamente alla loro produzione fotosintetica con un meccanismo dipendente da luce + temperatura ("L+T") perché l'emissione è dipendente sia dalla radiazione solare che dalla temperatura dell'aria (Pacheco et al., 2014); in questo caso di notte, quando cessa l'assorbimento di CO₂ dagli stomi, la produzione di isoprenoidi e di altri BVOC è molto limitata e l'emissione dalle foglie è inesistente o trascurabile (Loreto et al., 2000).

Il meccanismo "L+T" è tipico delle emettitrici di isoprene ma è presente anche in alcune querce sempreverdi che emettono monoterpeni, come *Quercus ilex* e *Quercus suber* e alcune importanti specie decidue come *Fagus sylvatica*. Inoltre, in alcune conifere come *Picea abies* e *Pinus pinea* coesistono entrambi i meccanismi di emissione. Comunque non tutte le specie emettono BVOC! Molte sono infatti le piante non emettitrici, fra cui *Quercus cerris*, *Ostrya carpinifolia* e *Fraxinus ornus*, specie caducifoglie abbastanza comuni nell'Europa meridionale.

Un fatto curioso è che i BVOC vengono emessi anche da aghi morti delle conifere sempreverdi, nei quali chiaramente non avviene più la fotosintesi ma, poiché in questi organi i BVOC sono immagazzinati in strutture specializzate, l'emissione dura fino a quando il pool di BVOC viene esaurito per diffusione ed evaporazione nell'atmosfera (Ciccioli et al., 2022). In conclusione quindi, l'emissione di BVOC viene influenzata dalla specie, dall'ambiente, da condizioni climatiche quali luce e temperatura, dalla fenologia e di conseguenza dalla stagionalità.

2/2.3 - Ruolo ecofisiologico della produzione ed emissione di BVOC

I BVOC sono costituiti da una vasta gamma di composti alcuni dei quali conosciuti come i "profumi" delle piante. Sono stati identificati più di 1700 VOC in diverse specie di angiosperme e gimnosperme, per un totale di 90 famiglie e 38 ordini (Picazo-Aragonés et al., 2020). In questo capitolo ci concentreremo sui terpenoidi perché sono la più grande famiglia di BVOC, costituita da oltre 550 composti. Questi sono derivati da due comuni precursori a cinque atomi di carbonio (C_5), l'isopentenil difosfato (IPP) e il suo isomero allilico, il dimetilallil difosfato (DMAPP). Nelle piante, questi precursori dell'isoprene C_5 (unità chimica base per la sintesi di tutti gli altri isoprenoid) sono sintetizzati da due vie indipendenti e a compartimenti separati: la via dell'acido mevalonico (MVA) e la via del metilerytritol fosfato (MEP). La via MEP si verifica esclusivamente nei plastidi, fornendo precursori all'isoprene stesso (C_5), ai monoterpeni (C_{10}) e ai diterpeni (C_{20}), mentre la via MVA è distribuita tra il citosol, il reticolo endoplasmatico e i perossisomi, producendo precursori per sesquiterpeni volatili (C_{15}). Nonostante siano a compartimenti separati, i percorsi MVA e MEP sono interconnessi metabolicamente, consentendo al percorso MEP, spesso con un flusso di carbonio più elevato, di supportare la biosintesi dei terpenoidi formati citosolicamente (Dudareva et al., 2013; Picazo-Aragonés et al., 2020).

I terpeni, sostanze con più importanti effetti bioattivi, costituiscono anche gli oli essenziali, composti naturali di origine vegetale costituiti da miscele complesse di sostanze volatili a temperatura ambiente, utilizzati da sempre per le loro proprietà in cosmesi, in profumeria, nell'industria alimentare e anche in preparazioni medicinali. I monoterpeni (come limonene, α -pinene, β -pinene, sabinene, β -mircene, ecc.) e i sesquiterpeni (come il β -cariofillene) sono estremamente diffusi perché sono i maggiori costituenti dei profumi dei fiori.

I BVOC aiutano la pianta a crearsi un microambiente che le consente di sopravvivere. Infatti, i profumi delle specie vegetali, oltre ad essere percepiti dall'uomo, sono riconosciuti anche dagli insetti: perché però le piante li emettono? L'emissione di BVOC costituisce una perdita di carbonio fotosintetizzato con consumo di energia della pianta e quindi costituisce uno "spreco" di risorse che potrebbero essere utilizzate dalla pianta stessa come energia per il metabolismo primario, quello necessario per la sopravvivenza. Ma in natura gli sprechi sono rari e le specie vegetali rispettano questa regola: i BVOC svolgono quindi un'importante funzione ecologica di comunicazione con l'ambiente. Infatti, come sappiamo, le piante sono organismi immobili che però interagiscono costantemente con l'ecosistema in cui si trovano mediante appunto i composti volatili, strumenti di comunicazione essenziali per un linguaggio invisibile ma "odoroso", che può dunque essere recepito anche a distanza notevole durante il giorno ed anche durante la notte. La produzione ed emissione di BVOC può avvenire in tutti gli organi aerei o ipogei, per esempio pensando alle spezie lo zenzero emette principalmente dalle radici, la cannella dalla corteccia, i chiodi di garofano dai fiori e salvia, origano e rosmarino dalle foglie. Ovviamente nessuna specie produce tutti i BVOC e anche l'emissione dai diversi organi varia a seconda della specie.

La comunicazione con l'ambiente, con piante della stessa specie e di specie diverse, con insetti e altri organismi viventi di un ecosistema, è garantita da un tipo di emissione definita costitutiva, cioè

dipendente dalla fisiologia della pianta e non dalle condizioni ambientali. Inoltre, i BVOC possono essere emessi solo in risposta a determinate condizioni ambientali, emissione detta indotta, quando la pianta si trova in condizioni di stress biotico e abiotico, svolgendo in questo caso funzioni di difesa e resilienza.

2/2.4 - Emissione costitutiva di BVOC

I fiori delle specie entomofile emettono BVOC soprattutto quando si aprono per attrarre gli insetti impollinatori, garantendo così la fecondazione e la riproduzione. A questo scopo, ciascuna specie emette una specifica miscela di sostanze volatili e molti fiori smettono di emettere dopo essere stati impollinati (Loreto et al., 2014). L'emissione di un dato *bouquet* di sostanze è alla base di una simbiosi altamente specializzata che si pensa abbia svolto un ruolo centrale nella diversificazione delle angiosperme; infatti, ciascuna specie vegetale viene impollinata da una specie di insetti anche se ci sono delle eccezioni e a volte l'impollinazione può essere più generalizzata e avvenire anche mediante piccoli mammiferi. Per esempio piante tropicali come *Encholirium spectabile* possono essere impollinate anche dai pipistrelli e i loro fiori rimangono aperti ed emettono BVOC anche durante le ore notturne (Queiroz et al., 2016). Ovviamente i fiori non usano solo i profumi per attrarre gli insetti impollinatori, ma anche la loro forma e i colori. Sono ad esempio note le Orchidee della specie *Ophrys*, come *Ophrys sphegodes*, che utilizzano un processo noto come mimetismo sessuale: queste piante ingannano i maschi della specie impollinatrice (nel caso in esempio *Andrena nigroaenea*) sia dal punto di vista olfattivo, emettendo dai fiori un *blend* complesso molto simile al feromone della femmina, sia dal punto di vista visivo poiché il loro aspetto è simile a quello dell'insetto (Ayasse et al., 2000).

Anche nelle foglie una porzione importante del carbonio assimilato tramite la fotosintesi viene destinato alla produzione ed emissione costitutiva di BVOC; in questo caso si ritiene che le emissioni costitutive di isoprene e di monoterpeni aumentino la stabilità delle membrane fotosintetiche e quindi le proteggano dagli stress ambientali (Pollastri et al., 2014). Inoltre, i monoterpeni emessi dalle strutture di riserva possono avere una funzione deterrente verso gli erbivori, o sterilizzare le ferite (emissione indotta) (Mithofer & Boland, 2012). Per esempio, le resine prodotte dalle conifere sono secrezioni ricche di terpenoidi come la canfora e i composti fenolici che, oltre a solidificare al contatto con l'aria, hanno una peculiarità importante per la protezione della pianta: emettono infatti un odore sgradevole che viene percepito dagli erbivori come segnale di tossicità, facendoli desistere da eventuali attacchi.

Le radici emettono BVOC nella rizosfera per modulare le interazioni con le altre piante e con erbivori e carnivori, proprio come nel caso delle foglie. Il rilascio di BVOC nella rizosfera può favorire anche le interazioni con le micorrize, organismi fungini che instaurano simbiosi benefiche con le piante, migliorando la resistenza agli stress del suolo e la disponibilità di nutrienti; le micorrize possono anche influenzare il contenuto complessivo di metaboliti secondari, inclusi gli isoprenoidi (Asensio et al., 2012). Le interazioni con le altre piante poi possono essere di diversi tipi: in caso di consociazioni, cioè di specie diverse che vivono in simbiosi, le piante possono avvisarsi a vicenda di un pericolo esterno per proteggersi (effetti di priming, che tratteremo nel paragrafo sull'emissione indotta). Molto comune è anche il fenomeno dell'allelopatia, tipica di svariate specie (noce nero, pesco, melo, salvia, origano, rosmarino, cedro, eucalipto), che è una competizione interspecifica ma a volte anche

intraspecifica tra le piante di un ecosistema: in questo caso una pianta rilascia nel terreno metaboliti secondari, fra cui terpeni, che agiscono come fitotossine radicali inibendo la crescita e lo sviluppo di piante concorrenti vicine.

2/2.5 - Emissione indotta di BVOC

Gli stress biotici ed abiotici influenzano l'emissione dei composti organici volatili: in questo caso i BVOC costituiscono uno strumento di difesa delle piante quando le condizioni ambientali diventano subottimali o addirittura ostili. A seconda del tipo di stress e della specie i meccanismi attivati possono essere diversi. Infatti, gli stress biotici ed abiotici possono modificare l'emissione dei BVOC costitutivi stimolandola o inibendola, oppure possono indurre la sintesi e l'emissione ex novo di BVOC differenti da quelli emessi costitutivamente. Inoltre, le emissioni indotte possono avvenire in maniera sistemica, cioè lontano dal luogo del danno (Loreto & Schnitzler, 2010). La produzione e l'emissione di BVOC aumentano la resistenza e la resilienza delle piante agli stress dell'ambiente urbano e naturale.

Quindi, in caso di stress, la pianta investe una maggiore quantità di carbonio nella produzione di BVOC nella foglia con il conseguente maggior rilascio nell'atmosfera di composti reattivi come ad esempio i terpeni. Ciò si verifica sia quando le piante devono far fronte a stress abiotici, come siccità, elevata irradiazione o temperatura e, più in generale, stress ossidativi, sia in caso di stress biotici cioè quando vengono attaccate da erbivori o patogeni. L'emissione di questi composti secondari volatili promuove i complessi meccanismi di difesa diretta e indiretta delle piante mediante la modulazione dei segnali di attivazione biochimica (Loreto and Schnitzler, 2010).

Dunque, sia in ambiente urbano che in quello naturale l'emissione di BVOC aumenta la resistenza e la resilienza agli stress, con benefici diretti sugli ecosistemi; ecosistemi forestali naturali e sani sono in grado di sopportare meglio i cambiamenti climatici attualmente in atto e gli eventi di perturbazione naturali come incendi, colpi di vento e infestazioni di insetti che si sono intensificati e continueranno ad intensificarsi appunto a causa di tali cambiamenti (Seidl et al., 2017). È già documentato purtroppo l'effetto dei cambiamenti climatici sulle emissioni di BVOC anche nel caso delle foreste amazzoniche (Yáñez-Serrano, et al. 2020).

Le piante rispondono agli attacchi dei loro nemici con una sconcertante serie di risposte metaboliche. Le resine emesse dall'abete (*Picea glauca*) sono un esempio di difesa diretta da stress biotici, come attacchi da erbivori, attraverso l'induzione di BVOC. Infatti, in questa specie viene prodotta una resina arricchita con monoterpeni a seguito delle ferite da punteruoli (il coleottero *Pissodes strobi*); la sua maggiore fluidità rispetto a quella prodotta costitutivamente consente alla resina di scorrere più facilmente nelle cavità di deposizione delle uova dove può uccidere gli insetti immaturi. Varietà più resistenti possono produrre quantità maggiori di questa resina indotta (Tomlin et al., 2000).

La produzione di BVOC da piante attaccate da insetti erbivori non solo esercita una protezione diretta, ma agisce da richiamo per altri insetti o animali (difesa indiretta), i quali, cibandosi dei parassiti erbivori, producono un'ulteriore difesa della pianta. Per esempio, il tabacco selvatico (*Nicotiana attenuata*) può essere attaccato da due erbivori: il lepidottero *Manduca* spp., che ne riduce la

produzione di semi e l'insetto *Dicyphus minimus*, che causa invece danni molto limitati. L'attacco di entrambe le specie induce sia il rilascio di BVOC (linalolo, cis-3-esenolo e cis- α -bergamotene) che attirano l'insetto *Geocoris pallens*, un predatore che predilige nutrirsi di larve di *Manduca* (difesa indiretta), sia l'accumulo nel tessuto fogliare di metaboliti secondari che rallentano la crescita delle larve di *Manduca* (difesa diretta) (Kessler & Baldwin, 2004).

Come già accennato può esistere l'effetto di *priming*, cioè l'attivazione delle risposte di difesa anche di specie non direttamente sotto attacco; per esempio, *Artemisia tridentata*, attaccata da larve di *Manduca sexta*, emette BVOC di difesa (*metil jasmonato* e terpeni) che permettono l'attivazione di sistemi di difesa propri ma che, attraverso questi messaggi chimici di comunicazione, li inducono anche in un'altra specie, *Nicotiana attenuata* (Kessler et al., 2006).

2/2.6 - I BVOC influenzano la composizione dell'atmosfera

A prescindere dal tipo di emissione, costitutiva o indotta, è fondamentale considerare la presenza di BVOC nell'ambiente perché alcuni sono altamente reattivi e dunque, particolarmente importanti per i loro effetti sulla composizione dell'atmosfera e sulla qualità dell'aria. Una volta in atmosfera infatti i VOC sono in grado di inserirsi nel complesso ciclo di reazioni chimiche e fotochimiche che coinvolgono composti antropogenici, in particolare gli ossidi di azoto (NO_x), contribuendo alla formazione e/o rimozione di ozono (O₃) e di altre sostanze inquinanti. Questo avviene soprattutto nei mesi estivi e nelle ore diurne, in concomitanza con un intenso irraggiamento solare e con una elevata temperatura (Ciccioli et al., 2022). In particolare, l'isoprene produce ozono quando reagisce con gli ossidi di azoto (NO_x), VOC inquinanti di origine antropogenica, mentre i monoterpeni e i sesquiterpeni possono contribuire alla formazione dei nuclei di condensazione delle nubi da cui possono svilupparsi aerosol organici secondari e particelle (Claeys et al. 2004). Specie chimiche diverse di BVOC hanno indici di reattività diversi e quindi hanno una diversa capacità di formare ozono.

Dunque, in un ambiente urbano, suburbano o industriale dove i livelli di inquinanti antropogenici possono essere elevati, è importante considerare la biodiversità delle piante perché, come abbiamo visto, le emissioni di BVOC sono specie specifiche. Inoltre, in questi ambienti fortemente antropizzati, le piante possono essere esposte a stress ambientali con conseguente impatto sulle emissioni. La scelta di specie non emittitrici o basse emittitrici di BVOC nella pianificazione del verde urbano può quindi contribuire a raggiungere l'obiettivo di mitigare le alte concentrazioni di ozono in tempi più brevi e nel rispetto dell'ambiente e della biodiversità (Calfapietra et al., 2013).

In un ambiente naturale come le foreste invece, in cui la presenza di BVOC è limitata, l'emissione di BVOC è benefica. Infatti i BVOC possono contribuire alla riduzione dell'ozono troposferico mediante reazioni chimiche in atmosfera con l'ozono stesso. Inoltre le piante possono ridurre la presenza di ozono per assorbimento attraverso le aperture stomatiche fogliari o per deposizione superficiale (cuticole vegetali, ma anche nel suolo) (Altimir et al., 2006; Fares et al., 2012): dunque i BVOC "puliscono" l'aria da un pericoloso ossidante, tossico per l'uomo e per la vegetazione stessa. Inoltre, la capacità dei BVOC di formare aerosol e nuclei di condensazione delle nuvole può alimentare il ciclo dell'acqua

e/o riflettere la radiazione solare, con un conseguente raffreddamento della temperatura dell'aria. In ambienti non inquinati l'emissione di BVOC può essere quindi considerata un servizio ecosistemico, sia per il mantenimento degli ecosistemi stessi che per l'effetto sulla chimica dell'atmosfera. Inoltre, sono noti gli svariati benefici dei singoli BVOC sulla salute umana, come specificati in un precedente volume (Zabini et al., 2020). Ricorderemo comunque alcuni studi recenti focalizzati sugli effetti della pandemia di COVID-19 sulla popolazione che hanno anche evidenziato un possibile ruolo delle aree forestali sull'immunoprotezione, garantita dalle specie Mediterranee (come *Laurus nobilis* L.) sia grazie all'assorbimento degli inquinanti sulle foglie sia grazie all'emissione di VOC bioattivi (Roviello e Roviello, 2021).

2/2.7 - Metodi di misura

Esistono diversi metodi per determinare qualità e concentrazione di VOC in atmosfera o in un specifico ecosistema come ad esempio una foresta. Ciascun metodo ha pregi e svantaggi perciò deve essere scelto in base allo scopo finale dell'indagine. In alcuni casi può essere preferibile utilizzare diverse metodologie di indagine per lo stesso sito, come è avvenuto ad esempio durante le sessioni di terapia forestale nel corso degli anni 2020-2021. Prenderemo in rassegna le principali metodologie di misura utilizzate nella nostra indagine forestale:

- Rilevatori di fotoionizzazione

Una metodologia frequentemente utilizzata per la misurazione dei VOC totali in ambiente forestale sono i rilevatori di fotoionizzazione portatili (PID), con limiti di rilevamento da 0,001 ppm (Tiger VOC detector, Ion Science Ltd., Fowlmere, Royston, UK; Meneguzzo et al., 2019 e 2021). Il PID (Figura 1) è dotato di una pompa che aspira aria dall'ambiente e di una lampada a raggi ultravioletti per la ionizzazione delle sostanze organiche. La corrente elettrica risultante che scorre tra due elettrodi viene misurata, amplificata e trasformata in un livello di concentrazione della sostanza o gruppo di sostanze ionizzate. Questo metodo di rilevamento permette una misura quantitativa in continuo ma non consente l'identificazione dei singoli composti, per cui va affiancato da analisi di laboratorio (GC-MS).

- Campionamenti e analisi di laboratorio al GC-MS

Per analizzare i VOC presenti in un ambiente è molto diffuso il campionamento di aria in tubi di acciaio (trappole) contenenti materiale adsorbente e la successiva analisi in laboratorio con uno strumento analitico sofisticato come il gascromatografo associato allo spettrometro di massa (GC-MS) che permette l'individuazione e la quantificazione dei VOC. Dai campioni è possibile determinare la presenza e quantità di decine di VOC, con una sensibilità fino a 0,1 pptv. Da notare però che per ottenere una con-



Figura 1. Fotoionizzatore Tiger
(ph Francesco Meneguzzo)

centrazione di VOC sufficiente per l'analisi GC-MS, il campionamento di aria in questi adsorbenti deve essere di una certa entità e quindi può richiedere tempi di campionamento più o meno lunghi. Inoltre, la successiva analisi dei campioni richiede parecchio tempo di lavoro, limitando la quantità di dati che possono essere raccolti in un determinato periodo; questa tecnica fornisce dunque una conoscenza di un determinato sito molto dettagliata ma temporalmente definita (de Gouw e Warneke, 2007).

Ecco in dettaglio come sono avvenute le misure durante le sessioni di terapia forestale da noi condotte. L'indagine dei VOC presenti nell'aria dei diversi sentieri CAI è stata effettuata proprio mediante campionamenti su trappole adsorbenti successivamente analizzate al GC-MS. Il campionamento è avvenuto aspirando l'aria nelle trappole attraverso pompe portatili. Per ottenere quantitativi sufficienti per l'analisi dei VOC, in un'ora sono stati campionati 12 litri di aria ad un flusso costante di 200 ml min⁻¹ su materiali adsorbenti quali Tenax TA e Carbograph (Figure 3A e3B).

Le trappole sono state poi conservate a -20°C fino al momento dell'analisi per evitare la degradazione dei VOC e/o la creazione di artefatti. In laboratorio, i VOC sono stati analizzati utilizzando un desorbitore termico per il rilascio dalle trappole dei VOC campionati che sono poi stati iniettati automaticamente in una colonna capillare del gas cromatografo (GC) per la loro separazione e infine identificati allo spettrometro di massa associato al GC (Agilent Technologies, Wilmington, USA) (Figura 3B). La spettrometria di massa sfrutta le proprietà fisiche e chimiche delle molecole che, investite da un fascio di elettroni di notevole energia cinetica emessi da un filamento caldo di tungsteno, si fram-

mentano (per l'urto si provoca l'espulsione di un elettrone con conseguente ionizzazione) in ioni di diverso rapporto massa/carica (m/z) che vengono discriminati sulla base di tale rapporto e rilevati dal detector (MS). I tempi di ritenzione e gli spettri di massa sono stati utilizzati per l'identificazione dei VOC, mentre la loro quantificazione è avvenuta utilizzando una miscela di standard (Baraldi et al. 2019). Il campionamento è stato effettuato per ogni sito durante l'arco della giornata (mattina, mezzogiorno e pomeriggio), con tre repliche per consentire una validità statistica dei risultati.



Figura 2. Campionamenti dei VOC in foresta durante una sessione di terapia forestale (ph Francesco Meneguzzo)



Figura 3. Tubi adsorbenti per l'analisi dei VOC (A) e Gas Cromatografo-Spettmetro di Massa (B) - ph CNR - IBE Bologna

- La spettrometria di massa con reazione a trasferimento di protoni (PTR-MS)

Questa tecnica non è stata applicata nell'indagine di terapia forestale ma presenta alcune peculiarità e viene quindi qui descritta. È infatti una speciale tipologia di spettrometria di massa con reazione a trasferimento protonico (PTR-MS) che consente misurazioni in tempo reale dei VOC nell'aria con un'elevata sensibilità e una risposta rapida (Figura 4). L'uso del PTR-MS nella ricerca atmosferica si è rapidamente diffuso negli ultimi anni (de Gouw e Warneke, 2007). Questa tecnica utilizza ioni reagenti di idronio (H_3O^+) in fase gassosa prodotti in una sorgente ionica collegata direttamente a un tubo di deriva e un sistema di analisi; l'analisi dei VOC si basa quindi sulla ionizzazione delle specie chimiche con affinità protoniche maggiori di quella dell'acqua. Questa metodologia consente un'analisi in tempo reale e non invasiva dei campioni per la determinazione dei VOC, garantendo elevata sensibilità (10–100 pptv), precisione e tempi di risposta rapidi (1–10 sec). In generale, il PTR-MS non richiede né preparazione né distruzione di campioni, superando quindi alcuni degli svantaggi dei metodi basati sulla gas cromatografia a scapito però del dettaglio chimico. Infatti il PTR-MS determina solo la massa degli ioni prodotti, dunque VOC diversi con la stessa massa, come gli isomeri o diversi monoterpeni, non possono essere distinti. Dunque, la tecnica PTR-MS fornisce una misurazione rapida di diversi VOC atmosferici e può integrare le indagini puntiformi altamente sensibili e chimicamente dettagliate ottenute con le tecniche GC-MS (de Gouw e Warneke, 2007).



Figura 4. Spettmetro di massa con reazione a trasferimento di protoni (PTR-MS) - ph CNR - IBE Bologna

- Uso della modellistica

Le misure dei VOC con i metodi sopra indicati possono essere molto accurate, ma riguardano in ogni caso periodi di tempi limitati e sono riferibili a un determinato sito, come per esempio un sentiero boschivo. Per vedere cosa succede a livello di un intero ecosistema è possibile utilizzare dei modelli, che sono meno esaustivi ma forniscono una stima veloce dei servizi ecosistemici, cioè dei vantaggi che un ecosistema può fornire direttamente o indirettamente al genere umano, inclusa l'emissione di BVOC. La complessità nell'emissione di isoprenoidi rende la stima dei BVOC rilasciati abbastanza difficile. Sono disponibili modelli complessi che utilizzano un approccio di tipo funzionale dell'impianto (PFT), come il modello MEGAN (Guenther et al., 2006; Guenther et al., 2012) che divide la vegetazione in 4 tipologie funzionali: latifoglie, aghiformi, arbustive ed erbacee/erbe/culture, e considera fattori di emissione standard per 20 specie chimiche. Altri tipi di modellistica sono i Modelli di Emissione Specifici (*Plant Specific Emission Model, PSEM*), più accurati ma che necessitano di mappe dettagliate della vegetazione, come il modello utilizzato per mappare l'emissione dei BVOC da tutte le aree forestali italiane nel progetto CARBOITALY (Pacheco et al., 2014) e un modello recentemente sviluppato e applicato per la Regione Campania (Ciccioli et al., 2022).

Quando si considerano estensioni limitate è anche possibile utilizzare *i-Tree ECO*, un modello di calcolo statunitense realizzato alla fine degli anni '90 come UFORE (*Urban Forest Effects*) e implementato e aggiornato dal Servizio Foreste del Dipartimento dell'Agricoltura degli Stati Uniti d'America (USDA) con il supporto del gruppo di ricerca IBE-CNR Bologna, allo scopo di poter essere contestualizzato nelle condizioni microclimatiche e di qualità dell'aria di diversi contesti territoriali italiani. Il modello è meno accurato ma più immediato di quelli sopra citati e utilizza diversi algoritmi che considerano i dati strutturali (specie, altezza e diametro del fusto, dimensioni della chioma), quelli dell'inquinamento atmosferico e delle condizioni micrometeorologiche locali per la stima della mitigazione dell'aria. Il modello fornisce anche la stima dell'emissione di terpeni, in particolare isoprene e monoterpeni, proprio per il loro importante ruolo ecologico-ambientale. Poiché l'applicazione di *i-Tree ECO* permette di valutare gli effetti del verde sulla qualità dell'aria, esso può essere impiegato per analizzare diversi scenari e ipotesi di intervento e quindi può costituire un utile supporto alle decisioni sulla gestione del verde.

2/2.8 - Considerazioni finali

Da questa breve analisi sulle diverse funzioni dei VOC risulta evidente l'importanza di queste sostanze volatili per l'ambiente e la salute e quanto sia importante la loro misura in atmosfera. Le piante, preziosi esseri viventi ma immobili, devono poter comunicare e difendersi attraverso l'attivazione di diversi meccanismi e l'emissione di BVOC ne rappresenta uno particolarmente importante. Dall'essere considerati in passato un mero "rifiuto" di carbonio, i BVOC sono ormai riconosciuti come un elemento essenziale di un linguaggio invisibile che viene percepito e sfruttato da organismi amici delle piante, dai loro nemici e dalle altre piante nelle vicinanze. Ma anche l'uomo può avvertire attraverso i suoi sensi questi "profumi" che possono stimolare reazioni benefiche nel corpo e nella mente. Le piante quindi ci offrono gratuitamente dei servizi che ci aiutano a superare diverse

limitazioni e problematiche che i cambiamenti climatici in atto hanno esacerbato in questi ultimi anni. Concludiamo affermando che le piante possono vivere benissimo senza di noi ma noi non possiamo vivere senza di loro: da sempre e sempre di più risultano fondamentali per la nostra vita e il nostro benessere.

Note sugli autori

Luisa Neri - Istituto per la Bioeconomia del CNR - luisa.neri@ibe.cnr.it

Rita Baraldi - Istituto per la Bioeconomia del CNR - rita.baraldi@ibe.cnr.it

Bibliografia

1. Altimir, N., Kolari, P., Tuovinen, J.P., Vesala, T., Bäck, J., Suni, T., Kulmala, M. and Hari, P., 2006. Foliage surface ozone deposition: a role for surface moisture? *Biogeosciences*, 3(2), pp.209-228
2. Asensio, D., Rapparini, F. and Peñuelas, J., 2012. AM fungi root colonization increases the production of essential isoprenoids vs. nonessential isoprenoids especially under drought stress conditions or after jasmonic acid application. *Phytochemistry*, 77, pp.149-161
3. Ayasse, M., Schiestl, F.P., Paulus, H.F., Löfstedt, C., Hansson, B., Ibarra, F. and Francke, W., 2000. Evolution of reproductive strategies in the sexually deceptive orchid *Ophrys sphegodes*: how does flower-specific variation of odor signals influence reproductive success? *Evolution*, 54(6), pp.1995-2006
4. Baraldi, R., Rapparini, F., Facini, O., Kemper Pacheco, C.J., Matteucci, G., Brancaleoni, E. and Ciccioli, P., 2015. Biogenic Volatile Organic Compound Emissions. In *The Greenhouse Gas Balance of Italy* (pp. 47-57). Springer, Berlin, Heidelberg
5. Baraldi, R., Neri, L., Costa, F., Facini, O., Rapparini, F. and Carriero, G., 2019. Ecophysiological and micromorphological characterization of green roof vegetation for urban mitigation. *Urban Forestry & Urban Greening*, 37, pp.24-32
6. Calfapietra, C., Fares, S. and Loreto, F., 2009. Volatile organic compounds from Italian vegetation and their interaction with ozone. *Environmental Pollution*, 157(5), pp.1478-1486
7. Calfapietra, C., Fares, S., Manes, F., Morani, A., Sgrigna, G. and Loreto, F., 2013. Role of Biogenic Volatile Organic Compounds (BVOC) emitted by urban trees on ozone concentration in cities: A review. *Environmental pollution*, 183, pp.71-80
8. Ciccioli P., Finardi S., Pepe N., Ciccioli P., Rapparini F., Neri L., Fares S., Brilli F., Mircea M., Magliulo E., Baraldi R., 2002. The potential impact of biogenic volatile organic compounds (BVOCs) from terrestrial vegetation on a Mediterranean area using two different emission models. *Sottomesso alla rivista*
9. Claeys, M., Graham, B., Vas, G., Wang, W., Vermeylen, R., Pashynska, V., Cafmeyer, J., Guyon, P., Andreae, M.O., Artaxo, P. and Maenhaut, W., 2004. Formation of secondary organic aerosols through photooxidation of isoprene. *Science*, 303(5661), pp.1173-1176
10. de Gouw J., Warneke C., 2007. Measurements of volatile organic compounds in the earth's atmosphere using proton-transfer-reaction mass spectrometry. *Mass Spectrom Rev*, 26 (2), pp. 223-257
11. Dudareva, N., Klempien, A., Muhlemann, J.K. and Kaplan, I., 2013. Biosynthesis, function and metabolic engineering of plant volatile organic compounds. *New Phytologist*, 198(1), pp.16-32
12. Fares, S.; Alivernini, A.; Conte, A.; Maggi, F., 2019. Ozone and Particle Fluxes in a Mediterranean Forest Predicted by the AIRTREE Model. *Sci Total Environ*. 682, pp. 494~504

13. Fares, S., Weber, R., Park, J.H., Gentner, D., Karlik, J., Goldstein, A.H., 2012. Ozone deposition to an orange orchard: Partitioning between stomatal and non-stomatal sinks. *Environmental Pollution*, 169, pp. 258-266
14. Kessler, A. and T. Baldwin, I., 2004. Herbivore-induced plant vaccination. Part I. The orchestration of plant defenses in nature and their fitness consequences in the wild tobacco *Nicotiana attenuata*. *The Plant Journal*, 38(4), pp.639-649
15. Kessler, A., Halitschke, R., Diezel, C. and Baldwin, I.T., 2006. Priming of plant defense responses in nature by airborne signaling between *Artemisia tridentata* and *Nicotiana attenuata*. *Oecologia*, 148(2), pp.280-292
16. Gershenson J., Croteau R., 1991. Terpenoids. In: Resenthal G., Berenbaum M. (Eds). *Herbivores: Their interactions with secondary plant metabolites. Vol. I: The chemical Participants*. Academic Press, pp. 165-219
17. Guenther, A.B., Zimmerman, P.R., Harley, P.C., Monson, R.K. and Fall, R., 1993. Isoprene and monoterpene emission rate variability: model evaluations and sensitivity analyses. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 98(D7), pp.12609-12617
18. Guenther, A., Hewitt, C.N., Erickson, D., Fall, R., Geron, C., Graedel, T., Harley, P., Klinger, L., Lerdau, M., McKay, W.A. and Pierce, T., 1995. A global model of natural volatile organic compound emissions. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 100(D5), pp.8873-8892
19. Guenther, A., Karl, T., Harley, P., Wiedinmyer, C., Palmer, P.I. and Geron, C., 2006. Estimates of global terrestrial isoprene emissions using MEGAN (Model of Emissions of Gases and Aerosols from Nature). *Atmospheric Chemistry and Physics*, 6(11), pp.3181-3210
20. Guenther, A.B., Jiang, X., Heald, C.L., Sakulyanontvittaya, T., Duhl, T., Emmons, L.K. and Wang, X., 2012. The Model of Emissions of Gases and Aerosols from Nature version 2.1 (MEGAN2. 1): an extended and updated framework for modeling biogenic emissions. *Geoscientific Model Development*, 5(6), pp.1471-1492
21. Harrewijn P., van Oosten A. M., Piron P.G.M., 2021. *Natural Terpenoids as Messengers. A multidisciplinary study of their production, biological functions and practical applications*. Kluwer Academic Publishers, ISBN: 0-7923-6891-6
22. *Inventario Nazionale delle Foreste e dei Serbatoi di Carbonio*, CREA, 2020, <https://www.crea.gov.it/-/ambiente-foreste-per-il-clima-dati-nuovo-inventario-nazionale-forestale-e-dei-serbatoi-di-carbonio-carabinieri-all4climate-milano-29-30-settembre>
23. Loreto F., Ciccioli P., Brancaleoni E., Frattoni M., Delfino S., 2000. Incomplete ¹³C labelling of α -pinene content of *Quercus ilex* leaves and appearance of unlabeled C in α -pinene emission in the dark. *Plant, Cell & Environment*, 23, pp.229-234
24. Loreto, F. and Schnitzler, J.P., 2010. Abiotic stresses and induced BVOCs. *Trends in plant science*, 15(3), pp.154-166
25. Loreto, F., Dicke, M., Schnitzler, J.P. and Turlings, T.C., 2014. Plant volatiles and the environment. *Plant, cell & environment*, 37(8), pp.1905-1908
26. Meneguzzo, F., Albanese, L., Bartolini, G. and Zabini, F., 2019. Temporal and spatial variability of volatile organic compounds in the forest atmosphere. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(24), p.4915
27. Meneguzzo, F., Albanese, L., Antonelli, M., Baraldi, R., Becheri, F.R., Centritto, F., Donelli, D., Finelli, F., Firenzuoli, F., Margheritini, G. and Maggini, V., 2021. Short-term effects of forest therapy on mood states: a pilot study. *International Journal of Environmental research and public health*, 18(18), p.9509
28. Mithöfer, A. and Boland, W., 2012. Plant defense against herbivores: chemical aspects. *Annual review of plant biology*, 63, pp.431-450

29. Pacheco C.K, Fares S. and Ciccioli P., 2014. A highly spatially resolved GIS-based model to assess the isoprenoid emissions from key Italian ecosystems. *Atmospheric Environment*, 96, pp.50-60
30. Picazo-Aragonés, J., Terrab, A. and Balao, F., 2020. Plant volatile organic compounds evolution: Transcriptional regulation, epigenetics and polyploidy. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(23), p.8956
31. Pollastri, S., Tsonev, T. and Loreto, F., 2014. Isoprene improves photochemical efficiency and enhances heat dissipation in plants at physiological temperatures. *Journal of Experimental Botany*, 65(6), pp.1565-1570
32. Queiroz, J.A., Quirino, Z.G.M., Lopes, A.V. and Machado, I.C., 2016. Vertebrate mixed pollination system in *Encholirium spectabile*: a bromeliad pollinated by bats, opossum and hummingbirds in a tropical dry forest. *Journal of Arid Environments*, 125, pp.21-30
33. Roviello, V. and Roviello, G.N., 2021. Lower COVID-19 mortality in Italian forested areas suggests immunoprotection by Mediterranean plants. *Environmental chemistry letters*, 19(1), pp.699-710
34. Seidl, R., Thom, D., Kautz, M., Martin-Benito, D., Peltoniemi, M., Vacchiano, G., Wild, J., Ascoli, D., Petr, M., Honkaniemi, J. and Lexer, M.J., 2017. Forest disturbances under climate change. *Nature climate change*, 7(6), pp.395-402
35. Tomlin, E.S., Antonejevic, E., Alfaro, R.I. and Borden, J.H., 2000. Changes in volatile terpene and diterpene resin acid composition of resistant and susceptible white spruce leaders exposed to simulated white pine weevil damage. *Tree Physiology*, 20(16), pp.1087-1095
36. Went F. W., 1960. Blue hazes in the atmosphere. *Nature* 187, pp.641– 643
37. Yáñez-Serrano, A.M., Bourtsoukidis, E., Alves, E.G., Bauwens, M., Stavrakou, T., Llusà, J., Filella, I., Guenther, A., Williams, J., Artaxo, P. and Sindelarova, K., 2020. Amazonian biogenic volatile organic compounds under global change. *Global change biology*, 26(9), pp.4722-4751
38. Zabini, F., Meneguzzo, F., Albanese, L., Nocetti, M., Brunetti, B. 2020. Foreste, prevenzione e cura: evidenze scientifiche. In: *Terapia forestale*. Editors: Francesco Meneguzzo e Federica Zabini - CNR, Istituto per la BioEconomia (IBE). ISBN 978 88 8080 430 7
39. Zhang, R., Wang, L., Khalizov, A.F., Zhao, J., Zheng, J., McGraw, R.L. and Molina, L.T., 2009. Formation of nanoparticles of blue haze enhanced by anthropogenic pollution. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(42), pp.17650-17654



Percorso di Terapia Forestale - Rifugio Terz'Alpe - Canzo (CO) - ph Francesco Meneguzzo



Frattali - ph Francesco Becheri

2/3 - Effetti psicologici e prospettive d'intervento in psicologia clinica

di Elio Carlo, Claudio Scintu, Fabio Attorre, Francesco Mancini, Franco Finelli, Francesco Becheri

Come già evidenziato in questo volume, gli ambienti verdi naturali, e in particolare quelli ricchi di alberi, hanno la capacità, sperimentalmente verificata, di favorire la calma, il rilassamento, il miglioramento delle capacità attentive e la promozione di emozioni positive ([1], [2], [3],[4],[5],[6]). Essi inoltre sembrano esercitare una influenza profonda e positiva sullo stato fisiologico dell'essere umano, diminuendo la frequenza cardiaca, la pressione sanguigna e i livelli di cortisolo, migliorando l'assetto lipidico e metabolico, ristabilendo l'equilibrio del sistema nervoso autonomo (parasimpatico – calmante e simpatico – attivante) e, infine, migliorando l'efficienza del sistema immunitario, con una maggiore produzione di linfociti NK- *Natural Killer* [7].

Se dunque la pratica della Terapia Forestale sembra candidarsi ad essere uno strumento "intrinsecamente orientato" alla prevenzione primaria (grazie alla sua capacità di intervenire "a monte" l'insorgenza e lo sviluppo delle malattie fisiche e dei disturbi psicologici), nondimeno alcuni studi lasciano intravedere anche una sua potenzialità in termini di prevenzione secondaria e terziaria e addirittura di cura, ovviamente in affiancamento alle terapie mediche e psicoterapeutiche ordinarie.

Con riferimento all'ambito della psicologia clinica, alcune meta analisi ([3], [8]) mostrano, ad esempio, come la Terapia Forestale possa considerarsi efficace non solo nel prevenire la depressione, ma anche nel ridurre i sintomi depressivi già presenti, soprattutto quando, all'interno dei protocolli di somministrazione della terapia, sono previste sessioni di meditazione o di altre pratiche rivolte direttamente alla promozione del benessere mentale, anche se la semplice permanenza forestale o l'esercizio fisico condotto tra gli alberi già da soli sembrano in grado di ridurre i sintomi depressivi. In particolare, lo studio di Rosa e collaboratori ([8]) indica che la terapia forestale è un intervento a breve termine particolarmente efficace per la prevenzione e il trattamento della depressione negli adulti e che, rispetto a gruppi di controllo in cui non viene eseguito nessun intervento/trattamento, i partecipanti ai gruppi che prevedono pratiche salutistiche dentro le foreste hanno una probabilità diciassette volte maggiore di ottenere sollievo dalla depressione, nonché una probabilità tre volte più grande di vedere diminuiti i propri sintomi depressivi del 50% o più.

Interessanti stimoli per eventuali applicazioni cliniche sembrano provenire, ancora, dalle ricerche che hanno esaminato l'effetto della Terapia Forestale sul dolore cronico e le psicosi, sebbene occorra dire che, per queste patologie, non sembrano esservi ancora dati sufficienti per poter condurre *review* e meta-analisi sufficientemente robuste. In uno studio del 2016 [9], Han e collaboratori hanno indagato gli effetti di un programma di terapia forestale di due giorni di durata su soggetti affetti da dolore cronico di tipo diffuso, un disturbo che – come può facilmente immaginarsi – è particolarmente pervicace e impattante. Lo studio prevedeva due gruppi, uno sperimentale, in cui i soggetti partecipavano ad un programma forestale e uno di controllo. Le misurazioni effettuate hanno riguardato la variabilità della frequenza cardiaca (HRV), l'attività dei linfociti *Natural Killer* (cellule NK), la percezione soggettiva del dolore, attraverso la scala analogica VAS, il livello di depressione, attraverso il classico *Beck Depression Inventory* (BDI), nonché la qualità della vita, attraverso la scala *EuroQol* (EQ-VAS).

In sostanziale coerenza con la letteratura scientifica già citata, i risultati hanno mostrato che il funzionamento fisiologico dei partecipanti al gruppo di terapia forestale, rispetto al gruppo di controllo, migliora in maniera significativa, come attestato, in particolare, dall'aumento della variabilità interbattito e dall'incremento della competenza immunitaria. Ancora più rilevante è, ai nostri fini, il dato secondo cui che la partecipazione al programma di terapia forestale comporta, nei soggetti che vi prendono parte, sensibili diminuzioni nella percezione dell'intensità del dolore e un significativo miglioramento della qualità della vita (oltre che dei sintomi depressivi). Pur con tutte le cautele del caso, questo studio corrobora dunque l'idea che la Terapia Forestale possa costituire un intervento efficace per alleviare non solo il dolore cronico diffuso in sé, ma anche i sintomi psicologici e fisiologici ad esso associati.

Un ulteriore studio condotto presso l'ospedale psichiatrico di Olsztyn (Polonia settentrionale) [10] ha indagato se la Terapia Forestale potesse influire sulla salute mentale dei pazienti psichiatrici ricoverati per disturbi affettivi o psicotici. Nell'estate e nell'autunno del 2018, i pazienti di questo ospedale sono stati sottoposti a un intervento di terapia forestale, che consisteva nel passeggiare per un'ora e quarantacinque minuti nella foresta suburbana confinante con il plesso nosocomiale, nell'effettuare esercizi fisici di *stretching* e nell'osservare il panorama boschivo, sotto la supervisione di un terapeuta. I soggetti hanno compilato il *Profile of Mood States Questionnaire* (POMS) e lo *State-Trait Anxiety Inventory* di stato (STAI-S) prima e dopo l'esperienza forestale. Nel caso dei pazienti con disturbi dell'umore, l'attività svolta nella foresta ha avuto, come prevedibile, un effetto positivo statisticamente significativo sull'ansia e su quasi tutte le sottoscale della scala POMS, con un impatto particolarmente rilevante sulle sottoscale "confusione" e "depressione/scoraggiamento".

Cosa assai interessante, anche nei pazienti con disturbi psicotici la Terapia Forestale ha sortito effetti notevoli, determinando la diminuzione di quattro degli indici degli stati di umore negativo ("tensione/ansia, depressione/scoraggiamento, rabbia/ostilità, confusione") e la netta riduzione dell'ansia di stato, che, com'è noto, costituisce uno dei sintomi maggiormente diffusi e impattanti nei soggetti affetti da schizofrenia. Significativamente, i valori di questi indicatori, dopo la terapia, si sono avvicinati in maniera quasi prossimale a quelli riscontrati solitamente nei soggetti sani, suggerendo che gli interventi di terapia forestale possono contribuire a raggiungere livelli ottimali di alcuni, importanti parametri psicologici non solo nei pazienti nosocomiali affetti da disturbi dell'umore, ma anche in quelli affetti da disturbi afferenti allo spettro della schizofrenia.

Infine, sebbene non vi siano al momento molti studi sull'influenza della Terapia Forestale sull'*Alzheimer* e sulle demenze, non dimeno sono presenti, nella letteratura di settore, alcune ricerche e *review* che attestano l'influenza positiva del contatto con la natura (anche virtuale) sui pazienti affetti da queste patologie [11], lasciando intravedere un possibile ruolo della Terapia Forestale anche in quest'ambito.

L'attuale panorama scientifico sulla Terapia Forestale sembra dunque offrire spunti particolarmente stimolanti per la ricerca psicologica orientata alla clinica. Sono tante le domande che attendono però ancora una risposta definitiva: per quali patologie specifiche (depressione maggiore, distimia, ansia generalizzata, panico?) la Terapia Forestale potrebbe avere un ruolo curativo, ovviamente in senso ancillare rispetto alle terapie attualmente in uso? E ancora: quali sono, con esattezza,

le attività di Terapia Forestale maggiormente adatte, in termini strutturali, procedurali e di organizzazione temporale, ad essere impiegate in ambito clinico?

Si tratta di problemi non banali. Ancora oggi, non sembra esservi, ad esempio, una concettualizzazione universalmente accettata di un protocollo "clinico" di Terapia Forestale, anche se c'è un certo consenso nel ritenere che, per Terapia Forestale, debba intendersi comunque una combinazione (non fissa e, al momento, non standardizzata) di almeno alcune attività: l'esposizione forestale, cioè l'immersione diretta, per un periodo sufficientemente lungo all'ambiente forestale; l'esercizio, e in particolare la camminata nella foresta; la meditazione che consiste nell'esercizio dell'attenzione consapevole verso gli stimoli sensoriali provenienti dal bosco (in particolare: l'ascolto dei suoni del bosco, il respiro dei profumi e composti volatili rilasciati dagli alberi, l'osservazione delle configurazioni frattali delle forme arboree, della luce e delle sfumature dei colori, il contatto tattile con le piante e con la terra, ecc.).

Al fine di chiarire gli effetti psicologici che si producono negli individui saranno necessarie ulteriori indagini approfondite per esplorare i nessi, anche di ordine causale tra:

- caratteristiche fisico/chimiche/ecologiche degli ambienti forestali;
- tipologia di attività eseguite all'interno delle sessioni di terapia;
- caratteristiche psicologiche dei partecipanti.

Con riferimento all'organizzazione procedurale e temporale dell'intervento, non sembrano esserci ancora, in letteratura, dati definitivi. Alcuni studi sembrano mostrare che una organizzazione "a sessioni" funzioni meglio di una organizzazione "a giorno intero" [24], altre ricerche vanno in senso contrario [25]. In ogni caso, è probabile che l'effetto della terapia forestale sulla depressione e l'ansia cresca al crescere della durata dell'intervento. In particolare, dalla meta-analisi di Yeon e collaboratori del 2021 [25], sembra emergere che la dimensione dell'effetto per la depressione è più grande quando la durata dell'intervento è di 120 min, e che un intervento con durata compresa tra 61 minuti e 120 minuti è più efficace di un intervento che dura meno di un'ora. Ancora, sembrerebbe che i programmi "complessi" di terapia forestale mostrino effetti più significativi rispetto alle semplici camminate nei boschi.

Come anticipato all'inizio di questo capitolo, accanto all'ipotesi che un ruolo salutistico di primo piano sia esercitato dai composti organici volatili biogenici (BVOC), come limonene, α -pinene e β -pinene ([12], [13], [14]), si fa oggi strada l'idea che anche l'osservazione delle caratteristiche forestali, come la visione dei paesaggi, l'ascolto dei suoni, il contatto con gli elementi con caratteristiche tattili particolarmente salienti e la rilevazione degli odori (aldilà e in aggiunta alla presenza dei BVOC), possa costituire infatti un fattore determinante per gli esiti della Terapia Forestale, quantomeno sull'ansia e sulla depressione ([15], [16], [17], [18], [19], [20], [21]).

I dati a supporto di questa idea, d'altra parte, chiamando in causa, nella loro essenza, l'esercizio delle facoltà attentive, e in particolare la capacità di focalizzare e sostenere l'attenzione verso stimoli esterni, sembrano congruenti con alcune recenti teorie sui disturbi dell'umore, che attribuiscono un ruolo essenziale alla sclerotizzazione delle abilità attentive nell'eziogenesi e nel mantenimento di tali disturbi ([22], [23]).

Note sugli autori

Elio Carlo - Scuola di Specializzazione in Psicologia Cognitiva - Roma - carloeliocarlo@gmail.com

Claudio Scintu - La Sapienza Università degli Studi - Roma - claudio.scintu@uniroma1.it

Fabio Attorre - La Sapienza Università degli Studi - Roma - fabio.attorre@uniroma1.it

Francesco Mancini - Scuola di Specializzazione in Psicologia Cognitiva - Università degli Studi Guglielmo Marconi - Roma - mancini@apc.it

Franco Finelli - Commissione Centrale Medica - Club Alpino Italiano - franco.finelli55@libero.it

Francesco Becheri - Referente Psicologo Progetto CAI-CNR-CERFIT - ricerca@terapiaforestale.it

Bibliografia

1. Djernis, D.; Lerstrup, I.; Poulsen, D.; Stigsdotter, U.; Dahlgaard, J.; O'Toole, M.; A Systematic review and meta-analysis of nature-based mindfulness: effects of moving mindfulness training into an outdoor natural setting. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2019, 16, 3202, <https://doi.org/10.3390/ijerph16173202>
2. Kaplan, S. The restorative benefits of nature: toward an integrative framework. *J. Environ. Psychol.* 1995, 15, 169–182, [https://doi.org/10.1016/0272-4944\(95\)90001-2](https://doi.org/10.1016/0272-4944(95)90001-2)
3. Lee, I.; Choi, H.; Bang, K.-S.; Kim, S.; Song, M.; Lee, B. Effects of forest therapy on depressive symptoms among adults: a systematic review. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2017, 14, <https://doi.org/10.3390/ijerph14030321>
4. Rajoo, K.S.; Karam, D.S.; Abdullah, M.Z. The physiological and psychosocial effects of forest therapy: a systematic review. *Urban For. Urban Green.* 2020, 126744 <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2020.126744>
5. Wen, Y.; Yan, Q.; Pan, Y.; Gu, X.; Liu, Y. Medical empirical research on forest bathing (Shinrin-yoku): a systematic review. *Environ. Health Prev. Med.* 2019, 24, 70 <https://doi.org/10.1186/s12199-019-0822-8>
6. Yu, C.-P. (Simon); Hsieh, H. Beyond restorative benefits: evaluating the effect of forest therapy on creativity. *Urban For. Urban Green* 2020, 51, 126670 <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2020.126670>
7. Hansen, M.M.; Jones, R.; Tocchini, K. Shinrin-yoku (forest bathing) and nature therapy: a state-of-the-art review. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2017, 14 <https://doi.org/10.3390/ijerph14080851>
8. Rosa, C.D.; Larson, L.R.; Collado, S.; Proficea, C.C. Forest therapy can prevent and treat depression: Evidence from meta-analyses. *Urban Forestry & Urban Greening* 2021, 57, 126943 <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2020.126943>
9. Han J.-W.; Han C.; Jeon Y.-H.; Yoon C.-H.; Woo J.-M.; Kim W. The Effects of Forest Therapy on Coping with Chronic Widespread Pain: Physiological and Psychological Differences between Participants in a Forest Therapy Program and a Control Group. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2016, 13(3): 255 [doi: 10.3390/ijerph13030255](https://doi.org/10.3390/ijerph13030255)
10. Bielinis, E.; Jaroszewska, A.; Śukowski, A.; Takayama N., The Effects of a Forest Therapy Programme on Mental Hospital Patients with Affective and Psychotic Disorders, *Int J Environ Res Public Health* 2020, 17(1): 118 [doi: 10.3390/ijerph17010118](https://doi.org/10.3390/ijerph17010118)
11. Uwajeh, P.C., Iyendo, T.O., Polay, M. Therapeutic gardens as a design approach for optimising the healing environment of patients with Alzheimer's disease and other dementias: a narrative review. *Explore* 2019, 15:352–362. <https://doi.org/10.1016/j.explore.2019.05.002>
12. Abe, T.; Hisama, M.; Tanimoto, S.; Shibayama, H.; Mihara, Y.; Nomura, M. Antioxidant effects and antimicrobial activities of phytoncides. *Biocontrol. Sci.* 2008, 13, 23–27 [doi: 10.4265/bio.13.23](https://doi.org/10.4265/bio.13.23)

13. Šimpraga, M.; Ghimire, R.P.; Van DerStraeten, D.; Blande, J.D.; Kasurinen, A.; Sorvari, J.; Holopainen, T.; Adrienssens, S.; Holopainen, J.K.; Kivimaenpaa, M. Unravelling the functions of biogenic volatiles in boreal and temperate forest ecosystems. *Eur.J. For. Res.* 2019, 138, 763–787 <https://doi.org/10.1007/s10342-019-01213-2>
14. Antonelli, M.; Donelli, D.; Barbieri, G.; Valussi, M.; Maggini, V.; Firenzuoli, F. Forest Volatile Organic Compounds and Their Effects on Human Health: A State-of-the-Art Review. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2020, 17, 6506 doi: 10.3390/ijerph17186506
15. Anderson, A.P.; Mayer, M.D.; Fellows, A.M.; Cowan, D.R.; Hegel, M.T.; Buckey, J.C. Relaxation with Immersive Natural Scenes Presented Using Virtual Reality. *Aerosp. Med. Hum. Perform.* 2017, 88, 520–526 doi:10.3357/AMHP.4747.2017
16. Doimo, I.; Masiero, M.; Gatto, P. Forest and wellbeing: Bridging medical and forest research for effective forest-based initiatives. *Forests* 2020, 11, 791
17. Song, C.; Ikei, H.; Kagawa, T.; Miyazaki, Y. Effects of walking in a forest on young women. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2019, 16, 229 doi:10.3390/ijerph16020229
18. Song, C.; Ikei, H.; Park, B.J.; Lee, J.; Kagawa, T.; Miyazaki, Y. Association between the psychological effects of viewing forest landscapes and trait anxiety level. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2020, 17, 5479 doi:10.3390/ijerph17155479
19. Ochiai, H.; Song, C.; Jo, H.; Oishi, M.; Imai, M.; Miyazaki, Y. Relaxing Effect Induced by Forest Sound in Patients with Gambling Disorder. *Sustainability* 2020, 12, 5969 <https://doi.org/10.3390/su12155969>
20. Jo, H.; Song, C.; Ikei, H.; Enomoto, S.; Kobayashi, H.; Miyazaki, Y. Physiological and Psychological Effects of Forest and Urban Sounds Using High-Resolution Sound Sources. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2019, 16, 15 doi: 10.3390/ijerph16152649
21. Zhang, S.; Zhao, X.; Zeng, Z.; Qiu, X. The influence of audio-visual interactions on psychological responses of young people in urban green areas: A case study in two parks in China. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2019, 16, 1845 doi: 10.3390/ijerph16101845
22. Segal, Z.V.; Williams, J.M.G.; Teasdale, J.D. *Mindfulnessbased cognitive therapy for depression: a new approach to prevent relapses*; New York, NY: Guilford Press, 2002; ISBN 9781462537037
23. Wells, A. *Metacognitive therapy for Anxiety and Depression*; London, UK: Guilford Press, 2011; ISBN 9781609184964
24. Cho, Y. *A Meta-Analysis on Effects of Forest Therapy Program*. Ph.D. Thesis, Chungbuk National University, Cheongju, Korea, 2019
25. Yeon, P.-S et al. Effect of Forest Therapy on depression and Anxiety: A Systematic Review and Meta-Analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2021, 18, 12685 <https://doi.org/10.3390/ijerph182312685>



Lago Baccio - Monte Giovo - Appennino settentrionale - ph Francesco Meneguzzo

2/4 - Aspetti psicologici e cognitivi della terapia forestale: il contributo delle neuroscienze

di Fiorenza Giganti, Francesco Becheri, Fabio Giovannelli, Maria Pia Viggiano

Gli effetti della terapia forestale sul benessere psicofisico sono ormai ampiamente documentati da una vasta letteratura [1, 2]. In particolare, come è stato diffusamente descritto nei precedenti paragrafi, molte ricerche hanno messo in evidenza un effetto positivo sull'umore, sul livello di stress e sui livelli di ansia, sia in soggetti sani che in popolazione cliniche. Gli effetti positivi sembrano estendersi anche alla durata e alla qualità del sonno. Alcuni autori [3] hanno riportato un aumento della quantità totale di sonno dopo passeggiate di due ore nella foresta in un gruppo di soggetti che lamentavano disturbi di sonno, e, più recentemente, altri autori hanno trovato un aumento dell'efficienza e del tempo totale di sonno in un gruppo di pazienti oncologici sottoposti a 6 giorni di terapia forestale [4].

Questi risultati aprono quindi alla possibilità di utilizzare la terapia forestale come un intervento non-farmacologico ed integrativo per la cura della depressione e per la riduzione dello stress e dell'ansia e più in generale per migliorare il benessere psicofisico di una persona. D'altra parte, la frequenza e la gravità dei disturbi psicologici sembrano essere legati anche al contesto in cui l'individuo vive. Per esempio, è stato rilevato che coloro che vivono in centri urbani hanno un rischio il 20% più elevato di sviluppare depressione rispetto a coloro che vivono in ambienti rurali [5]. Inoltre, è stato riportato che nei contesti urbani vi è un tasso di prescrizione di farmaci antipsicotici più elevato che nei contesti rurali [6].

L'effetto positivo che la foresta può avere sul benessere psicofisico dell'individuo può essere indotto non solo dalle modificazioni che si producono nell'ambito dei cosiddetti "processi dinamici" (ossia quei processi che riguardano le nostre emozioni, motivazioni e più in generale la "dinamica" del comportamento e della mente dell'uomo), ma anche dai cambiamenti che si osservano in relazione ai "processi cognitivi" (ossia quei processi attraverso i quali vediamo, sentiamo, apprendiamo, ricordiamo, pensiamo e comunichiamo con gli altri individui) regolati dall'attività di specifiche aree cerebrali.

Come precedentemente illustrato (vedi 2/1), un ruolo cruciale nel determinare gli effetti benefici della terapia forestale è svolto dalla stimolazione multisensoriale, ossia dalla simultanea stimolazione dei vari organi di senso che si verifica nel contesto forestale. Tale sollecitazione contribuisce al rilassamento psicofisico e al recupero dallo stress, così come alla riduzione dell'ansia e dei sintomi depressivi. Recentemente, in linea con queste evidenze, studi svolti in condizioni sperimentali che si sono avvalsi di strumentazioni più sofisticate rispetto a quelle utilizzate in studi svolti in contesti ecologici [7], hanno messo in evidenza che la visione di un paesaggio forestale virtuale insieme all'ascolto dei suoni che tipicamente si possono ascoltare in una foresta, inducono una diminuzione dell'ossiemoglobina nella corteccia prefrontale e un aumento dell'attività del sistema parasimpatico (ossia la parte del sistema nervoso preposta a ripristinare una condizione di equilibrio e di calma dopo una situazione di "emergenza").

Altri fattori che sembrano svolgere un ruolo molto importante sono i già citati composti organici volatili biogenici (BVOC) emessi dalla vegetazione che, inalati, non solo svolgono un'azione antinfiammatoria, antiossidante o neuro-protettiva [8-10], ma hanno anche importanti effetti sui processi psicologici e cognitivi [11].

Per esempio, in uno studio [12] in cui si confrontava l'attività elettrica cerebrale di soggetti che passeggiavano 15 minuti all'interno di una foresta, con quella di soggetti che passeggiavano 15 minuti in città, è stata osservata nei primi, rispetto ai secondi, una maggiore presenza di attività cerebrali tipiche non solo di uno stato di rilassamento e di calma (ritmo alfa), ma anche di allerta e attenzione (ritmo beta).

La terapia forestale, infatti non agisce solo sull'ansia, sul livello di stress e sul tono dell'umore, ma migliora anche funzioni di tipo cognitivo come l'attenzione e la memoria. Per esempio, Berman e collaboratori [13] hanno valutato le funzioni attentive e la capacità della memoria di lavoro (un sistema di memoria preposto all'archiviazione e all'elaborazione delle informazioni nell'immediato e per tempi molto brevi) in un gruppo di studenti, prima e dopo una procedura sperimentale che prevedeva una fase nella quale veniva indotto un affaticamento mentale attraverso lo svolgimento di compiti cognitivi e successivamente un intervento ristorativo. Un gruppo dei partecipanti effettuava una passeggiata in un arboreto, mentre l'altro gruppo in un contesto urbano. Al termine della passeggiata i partecipanti appartenenti ai due gruppi sono stati sottoposti a test volti a valutare l'attenzione. Coloro che erano stati esposti all'ambiente naturale hanno riportato punteggi più alti rispetto a coloro che erano stati esposti a un ambiente urbano.

Risultati analoghi sulle capacità attentive sono stati osservati anche con la sola esposizione a immagini di paesaggi naturali e urbani [14].

Anche studi più recenti [15] hanno confermato un potenziamento delle capacità attentive in soggetti che praticavano delle passeggiate in aree verdi. In particolare, questo effetto è stato osservato quando i soggetti svolgevano dei compiti di rilassamento e focalizzazione dell'attenzione rispetto a quando passeggiavano senza svolgere altre attività.

Gli effetti positivi sui processi cognitivi sono stati osservati anche nei bambini, infatti uno studio longitudinale svolto su soggetti di età compresa fra i 7 e i 9 anni ha riportato che, bambini che frequentavano scuole con aree verdi mostravano una migliore prestazione in compiti di memoria di lavoro rispetto ai bambini che frequentavano scuole con spazi verdi ridotti [16].

Questi dati sono stati confermati successivamente anche da altri studi [17] che hanno messo in evidenza una correlazione positiva fra esposizione agli spazi verdi e uno specifico tipo di memoria di lavoro ossia quella spaziale: i bambini che vivevano in quartieri urbani più verdi avevano prestazioni migliori in questo tipo di memoria.

L'esposizione a spazi verdi porta anche a modifiche strutturali del cervello che sono alla base dei cambiamenti psicologici e cognitivi prima descritti. Studi di neuroimmagine hanno infatti dimostrato una maggiore attivazione di aree cerebrali coinvolte in processi emotivi e cognitivi specifici come per esempio l'amigdala, una struttura sottocorticale che riveste un ruolo cruciale nel fornire una risposta emotiva immediata. In un recente studio [18] è stato anche osservato un aumento del volume della corteccia cingolata anteriore (una struttura deputata alla gestione del conflitto) e della corteccia prefrontale laterale mediale (area implicata nei processi attentivi e di memoria), in individui che vivevano in contesti con aree verdi rispetto a coloro che vivevano in luoghi dove la vegetazione era scarsamente presente.

Rilevanti cambiamenti nelle strutture cerebrali sono stati osservati anche in età evolutiva. In particolare, Dadvande e colleghi [19] riportano che l'esposizione prolungata ad aree forestali è associata a un aumento del volume delle aree prefrontali, pre-motorie e del cervelletto, aree implicate in alcuni processi mnestici e attentivi.

Sono state proposte numerose teorie per spiegare gli effetti benefici dell'esposizione ad ambienti naturali sulla salute e sul benessere psicologico. In gran parte di queste, sono stati presi in considerazione diversi gradi di coinvolgimento o esposizione ad ambienti naturali: dalla visualizzazione passiva di immagini, video o paesaggi fino a esperienze di immersione nella natura. Due teorie in particolare, tra loro complementari, costituiscono tuttora un importante riferimento per numerosi studi: la teoria della riduzione dello stress (*Stress reduction theory*, SRT) [20] e la teoria che prende in considerazione il ripristino/riattivazione dell'attenzione (*Attention restoration theory*, ART) [21,22].

Secondo la SRT [20], gli ambienti naturali, grazie a caratteristiche intrinseche fondamentali per la sopravvivenza secondo una prospettiva evuzionistica (ad esempio spazi aperti, presenza di vegetazione e corsi d'acqua) possono indurre risposte psicofisiologiche innate e adattive caratterizzate da emozioni positive, in grado di ridurre gli stati di attivazione (*arousal*) associati allo stress. A sostegno di questa ipotesi Ulrich e collaboratori [23] hanno riportato, in uno studio retrospettivo, come la velocità di guarigione dopo un intervento chirurgico era stata maggiore in coloro che avevano potuto osservare spazi verdi durante la degenza.

In uno studio successivo lo stesso gruppo di ricerca [24], ha rilevato che la velocità di recupero da uno stimolo stressante era maggiore in coloro che erano stati precedentemente esposti alla visione di ambienti naturali rispetto a coloro che erano stati esposti ad ambienti urbani.

È interessante evidenziare che un effetto di riduzione del livello di stress (indotto sperimentalmente utilizzando compiti cognitivi impegnativi e complessi) è stato recentemente osservato anche in due studi che hanno valutato l'esposizione a realtà virtuale con ambienti forestali [25] o caratterizzati da alta biodiversità [26].

A differenza della SRT che ha studiato prevalentemente i meccanismi fisiologici legati allo stress, la ART [21,22] si è occupata degli effetti della natura sui processi cognitivi. In particolare è stato ipotizzato che l'esposizione ad ambienti naturali possa contribuire al recupero di capacità attentive fondamentali nella vita quotidiana. La teoria si fonda sulla distinzione tra attenzione volontaria o focalizzata e attenzione involontaria. L'attenzione focalizzata è un processo complesso che consente di dirigere le risorse cognitive in modo selettivo verso stimoli, informazioni o attività rilevanti, in funzione di un obiettivo. Ciò avviene ignorando (ossia inibendo attivamente mediante processi di controllo cognitivo) informazioni non rilevanti e potenziali distrattori. Pertanto la capacità di concentrarsi su una specifica attività richiede un "costo" in termini di impegno di risorse cognitive che alla lunga può produrre la sensazione di sovraccarico e affaticamento mentale. Come conseguenza un individuo può esperire difficoltà di concentrazione, maggiore irritabilità e minore accuratezza nei compiti svolti.

Al contrario, l'attenzione involontaria viene "catturata", indipendentemente dalla volontà dell'individuo, da stimoli ambientali particolarmente salienti o inattesi. Secondo la ART, gli ambienti naturali hanno

caratteristiche in grado di sollecitare prevalentemente l'attenzione involontaria senza richiedere sforzi cognitivi, fornendo in tal modo l'opportunità di "ristorare" e "rigenerare" le risorse cognitive normalmente impiegate per la focalizzazione su un'attività. Secondo gli autori che hanno proposto la ART, le caratteristiche principali di un ambiente naturale che renderebbero possibile questo effetto positivo sui processi attentivi sono: il senso di evasione (*being-away*) ossia l'esperienza di sentirsi lontani o in fuga dalle attività e dalle preoccupazioni abituali della vita quotidiana (anche mediante "micro"-esperienze" come lo sguardo fuori da finestre esposte a paesaggi naturali); la cosiddetta "fascinazione" ossia tutti gli aspetti propri di un ambiente in grado di catturare l'attenzione; lo scopo dell'esperienza stessa; e la compatibilità tra le intenzioni o gli obiettivi di un individuo e l'ambiente stesso [22].

Come sopra riportato, diverse evidenze sperimentali sono state prodotte a sostegno degli effetti dell'esposizione ad ambienti naturali sui processi attentivi [13,14,27].

Note sugli autori

Fiorenza Giganti - Università degli Studi di Firenze - fiorenza.giganti@unifi.it

Fabio Giovannelli - Università degli Studi di Firenze - fabio.giovannelli@unifi.it

Maria Pia Viggiano - Università degli Studi di Firenze - mariapia.viggiano@unifi.it

Francesco Becheri - Referente Psicologo Progetto CAI-CNR-CERFIT - ricerca@terapiaforestale.it

Bibliografia

1. Yeon, PS.; Jeon, JY.; Jung, MS.; Min, GM.; Kim, GY.; Han, KM.; Shin, MJ.; Jo, SH.; Kim, JG.; Shin, WS. Effect of Forest Therapy on Depression and Anxiety: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Int J Environ Res Public Health* 2021, 18, 12685, <https://doi.org/10.3390/ijerph182312685>
2. Corazon, SS.; Sidenius, U.; Poulsen, DV.; Gramkow, MC.; Stigsdotter, UK. Psycho-Physiological Stress Recovery in Outdoor Nature-Based Interventions: A Systematic Review of the Past Eight Years of Research. *Int J Environ Res Public Health* 2019, 16, 1711, <https://doi.org/10.3390/ijerph16101711>
3. Morita, E.; Imai, M.; Okawa, M.; Miyaura, T.; Miyazaki S. A before and after comparison of the effects of forest walking on the sleep of a community-based sample of people with sleep complaints. *BioPsychoSocial Medicine* 2011, 5, 13, <https://doi.org/10.1186/1751-0759-5-13>
4. Kim, H.; Won Lee, Y.; Ju, H.; Jang, B.; Kim, Y. An Exploratory Study on the Effects of Forest Therapy on Sleep Quality in Patients with Gastrointestinal Tract Cancers. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2019, 16, 2449, <http://doi.org/10.3390/ijerph16142449>
5. Sundquist, K.; Frank, G.; Sundquist, J.A.N. Urbanisation and incidence of psychosis and depression: Follow-up study of 4.4 million women and men in Sweden. *Br. J. Psychiatry* 2004, 184, 293–298, <https://doi.org/10.1192/bjp.184.4.293>
6. McKenzie, K.; Murray, A.; Booth, T. Do urban environments increase the risk of anxiety, depression and psychosis? An epidemiological study. *J. Affect. Disord.* 2013, 150, 1019–1024, <https://doi.org/10.1016/j.jad.2013.05.032>
7. Song, C.; Ikeib, H.; Miyazaki, M. Effects of forest-derived visual, auditory, and combined stimuli. *Urban Forestry & Urban Greening* 2021, 64, <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2021.127253>
8. Abe, T.; Hisama, M.; Tanimoto, S.; Shibayama, H.; Mihara, Y.; Nomura, M. Antioxidant effects and antimicrobial activities of phytoncide. *Biocontrol. Sci.* 2008, 13, 23–27, <https://doi.org/10.4265/bio.13.23>

9. Li, Q.; Morimoto, K.; Kobayashi, M.; Inagaki, H.; Katsumata, M.; Hirata, Y.; Hirata, K.; Suzuki, H.; Li, Y.J.; Wakayama, Y.; et al. Visiting a forest, but not a city, increases human natural killer activity and expression of anti-cancer proteins. *Int. J. Immunopathol. Pharmacol.* 2008, 21, 117–127, <https://doi.org/10.1177/039463200802100113>
10. Šimpraga, M.; Ghimire, R.P.; Van Der Straeten, D.; Blande, J.D.; Kasurinen, A.; Sorvari, J.; Holopainen, T.; Adriaenssens, S.; Holopainen, J.K.; Kivimaenpää, M. Unravelling the functions of biogenic volatiles in boreal and temperate forest ecosystems. *Eur. J. For. Res.* 2019, 138, 763–787, <https://doi.org/10.1007/s10342-019-01213-2>
11. Antonelli, M.; Donelli, D.; Barbieri, G.; Valussi, M.; Maggini, V.; Firenzuoli, F. Forest Volatile Organic Compounds and Their Effects on Human Health: A State-of-the-Art Review. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2020, 17, 6506, <https://doi.org/10.3390/ijerph17186506>
12. Hassan A.; Tao, J.; Li, G., Jiang, M., Aii, L., Zhihui, J.; Zongfang, L., Qibing, C. Effects of Walking in Bamboo Forest and City Environments on Brainwave Activity in Young Adults. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2018, 2018:9653857. <https://doi.org/10.1155/2018/9653857>
13. Berman, M.G.; Jonides, J.; Kaplan, S. The cognitive benefits of interacting with nature. *Psychol. Sci.* 2008, 19, 1207–1212, <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2008.02225.x>
14. Berto, R. Exposure to restorative environments helps restore attentional capacity. *J. Environ. Psychol.* 2005, 25, 249–259, <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2005.07.001>
15. Pasanen, T.; Johnson, K.; Lee, K.; Korpela, K. Can Nature Walks With Psychological Tasks Improve Mood, Self-Reported Restoration, and Sustained Attention? Results From Two Experimental Field Studies. *Front. Psychol.* 2018, 9, 2057, <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.02057>
16. Davdand, P.; Nieuwenhuijsen, M.J.; Esnaola, M.; Forns, J.; Basagaña, X.; Alvarez-Pedrerol, M.; Rivas, I.; López-Vicente, M.; De Castro Pascual, M.; Su, J.; Jerrett, M.; Querol, X.; Sunyer, J. Green spaces and cognitive development in primary schoolchildren. *Proc Natl Acad Sci U S A* 2015, 112, 7937–42, <https://doi.org/10.1073/pnas.1503402112>
17. Flouri, E.; Papachristou, E.; Midouhas, E. The role of neighbourhood greenspace in children's spatial working memory. *Br J Educ Psychol.* 2019, 89, 359–373, <https://doi.org/10.1111/bjep.12243>
18. Kühn, S.; Düzel, S.; Mascherek, A.; Eibich, P.; Krekel, C.; Kolbe, J.; Goebel, J.; Gallinat, J.; Wagner, G.; Lindenberger, U. Urban green is more than the absence of city: Structural and functional neural basis of urbanicity and green space in the neighbourhood of older adults. *Landscape and Urban Planning* 2021, 214, <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2021.104196>
19. Davdand, P.; Pujol, J.; Macià, D.; Martínez-Vilavella, G.; Blanco-Hinojo, L.; Mortamais, M.; Alvarez-Pedrerol, M.; Fenoll, R.; Esnaola, M.; Dalmau-Bueno, A.; López-Vicente, M.; Basagaña, X.; Jerrett, M.; Nieuwenhuijsen, M.J.; Sunyer, J. The Association between Lifelong Greenspace Exposure and 3-Dimensional Brain Magnetic Resonance Imaging in Barcelona Schoolchildren. *Environ Health Perspect* 2018, 126, 027012, <https://doi.org/10.1289/EHP1876>
20. Ulrich, R.S. Aesthetic and Affective Response to Natural Environment. In *Behavior and the Natural Environment*; Altman, I., Wohlwill, J.F., Eds.; Plenum; New York, NY, USA, 1983; pp. 85–125
21. Kaplan, R.; Kaplan, S. *The Experience of Nature: A Psychological Perspective*; University Press: Cambridge, NY, USA, 1989
22. Kaplan, S. The restorative benefits of nature: toward an integrative framework. *J. Environ. Psychol.* 1995, 15, 169–182, [https://doi.org/10.1016/0272-4944\(95\)90001-2](https://doi.org/10.1016/0272-4944(95)90001-2)
23. Ulrich, R. View through a window may influence recovery from surgery. *Science* 1984, 224, 420–421, <https://doi.org/10.1126/science.6143402>

24. Ulrich, R.S.; Simons, R.F.; Losito, B.D.; Fiorito, E.; Miles, M.A.; Zelson, M. Stress recovery during exposure to natural and urban environments. *J. Environ. Psychol.* 1991, 11, 201–230, [https://doi.org/10.1016/S0272-4944\(05\)80184-7](https://doi.org/10.1016/S0272-4944(05)80184-7)
25. Wang, X.; Shi, Y.; Zhang, B.; Chiang, Y. The Influence of Forest Resting Environments on Stress Using Virtual Reality. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2019, 16, 3263, <https://doi.org/10.3390/ijerph16183263>
26. Schebella, M.F.; Weber, D.; Schultz, L.; Weinstein, P. The nature of reality: Human stress recovery during exposure to biodiverse, multisensory virtual environments. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2020, 17, 56, <https://doi.org/10.3390/ijerph17010056>
27. Tennessen, C.M.; B. Cimprich. Views to nature: effects on attention. *J. Environ. Psychol.* 1995, 15, 77–85, [https://doi.org/10.1016/0272-4944\(95\)90016-0](https://doi.org/10.1016/0272-4944(95)90016-0)



Boschi nei pressi del Rifugio Pordenone sotto la Cima Meluzzo - ph. Francesco Meneguzzo

2/5 - Valore economico della Terapia Forestale

di Davide Pettenella, Ilaria Doimo

2/5.1 - Introduzione

In base al contatore del sito Neodemos promosso da qualificati demografi italiani il 19 gennaio 2022 la popolazione mondiale ha toccato e superato gli 8 miliardi di persone. Nel 2018 il 55% degli abitanti della terra viveva nelle aree urbane e questa percentuale dovrebbe salire al 68% entro il 2050 [1]. Questa popolazione urbana è esposta, nelle città del terzo mondo come in quelle dei paesi ad alto tasso di sviluppo, a fattori nocivi della salute quali l'inquinamento atmosferico, acustico e idrico, stili nutrizionali e di vita poco sani, un limitato accesso ad aree verdi, livelli crescenti di stress. I problemi legati all'urbanizzazione sono diventati tra i maggiori fattori di rischio per la salute globale (figura 1). A questi fattori di rischio si vanno ad aggiungere quelli legati agli effetti del cambiamento climatico, come l'effetto isola di calore, inondazioni ed eventi climatici estremi che possono minare la salute psico-fisica delle persone. Gli ambienti naturali e in particolare gli ecosistemi forestali possono

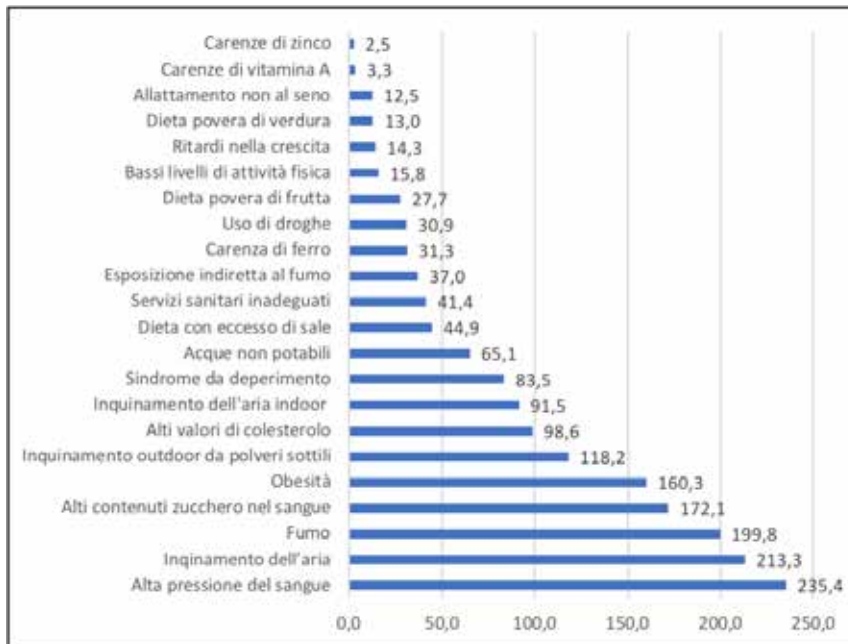


Figura 1. Maggiori fattori di rischio legati all'indice del carico di malattia (disease burden) a livello globale (milioni di anni persi nel 2019). L'indice è misurato come perdita di un anno vissuto in buona salute a causa di una mortalità precoce o di una disabilità. Fonte: modificato da Murray et al. [3]

contribuire significativamente a migliorare la salute e il benessere dei cittadini [2]. Stare a contatto con i boschi, facendo una passeggiata o attività più complesse e strutturate, migliora la salute fisica, psicologica e sociale delle persone; allo stesso tempo, ecosistemi forestali in salute e una buona rete di foreste urbane possono attenuare molti degli effetti del cambiamento climatico. Nel seguito verrà analizzato il ruolo che le foreste e in genere le aree verdi possono avere nel migliorare le condizioni di salute e di benessere, con particolare attenzione agli aspetti economici e delle politiche sanitarie, ma anche di quelle legate alla gestione delle risorse ambientali. Infatti, data la crescente pressione a cui sono soggette le foreste e

le aree boscate a livello internazionale, la loro corretta conservazione e gestione è di importanza critica [4,5]. In questo senso, accrescere la consapevolezza che parchi e foreste hanno un valore economico aggiuntivo dato dai servizi per la salute e benessere può diventare un argomento economico e politico fondamentale verso un'economia verde e una crescita sostenibile [6,7]. Infatti, per questo tipo di servizi ecosistemici è difficile identificare un valore di mercato che rifletta la loro irreversibilità, incertezza e unicità [8]. Diversi approcci e metodologie vengono utilizzate per poter rendere visibili il valore, o almeno una parte del valore, del servizio generato dalle risorse forestali e per poter operare delle scelte politiche e di gestione.

Nelle pagine che seguono l'analisi degli aspetti economici e delle politiche è organizzata in tre parti: nella prima i servizi per la salute e il benessere sono inquadrati nel tema più ampio dell'economia dei servizi ecosistemici. Nella seconda parte vengono descritti gli effetti economici diretti e indiretti dei servizi forestali per il benessere e la salute umana e sono esaminate le stime dei costi e benefici economici della terapia forestale. Da ultimo viene affrontato il tema delle politiche che supportano lo sviluppo della terapia forestale.

2/5.2 - I servizi per la salute e il benessere nel quadro più ampio dei servizi ecosistemici

I problemi del benessere e della salute umana legati alla scarsa presenza e frequentazione di aree verdi possono essere letti anche in una chiave economica e politica, inquadrandoli nel generale problema dell'inadeguata offerta di servizi ecosistemici. Riprendendo la classificazione e le analisi del *Millenium Ecosystem Services*, successivamente sviluppate dal progetto *Economics of Ecosystems and Biodiversity* e dall'*Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem (IPBES)*, e consolidate infine nel *Common International Classification of Ecosystem Services*¹, le carenze più significative non sono nei servizi di fornitura di materie prime quali cibo e risorse idriche, per le quali è semmai presente un problema di qualità più che di quantità, ma nei servizi socio-culturali e di quelli, ad essi molto legati, di regolazione del clima, della biodiversità, del ciclo del suolo e dell'acqua.

La tabella 1 riporta una classificazione dei servizi socioculturali connessi alla presenza di aree verdi, e di quelle forestali in particolare. Tra questi servizi, come accennato precedentemente, stanno assumendo un ruolo maggiore quelli legati ai benefici sulla salute, il benessere e l'inclusione sociale. Questi servizi sono assimilabili alle iniziative di *green* e, più nello specifico, di *forest care*, definibili come tutte quelle attività organizzate che promuovono la salute e il benessere fisico, mentale e sociale delle persone attraverso il contatto diretto e indiretto con le foreste [9,10]. Le attività di *forest care* possono essere svolte, ovviamente in presenza di aree adeguate, in modalità informali, non strutturate, ma anche in forme strutturate grazie alla presenza di infrastrutture verdi e professionisti adeguatamente qualificati.

Nella nota stima a livello globale del valore economico dei servizi ecosistemici effettuata da de Groot et al. [11], il valore dei servizi socioculturali associato a tre biomi forestali (foreste tropicali, foreste temperate e altre formazioni boschive) è stato valutato pari al 18,9% del valore totale dei servizi ecosistemi offerti annualmente, ma nella stima di questi valori l'unica componente significativa dei

Tabella 1. I servizi socioculturali delle aree forestali

Tipologia	Descrizione
Servizi culturali	<i>art museum, concerti in foresta, spettacoli teatrali, ...</i>
Servizi educativi e pedagogici	<i>asili nido o scuole materne all'aperto, percorsi naturalistici, birdwatching, formazione nel bosco, ...</i>
Servizi sportivi	<i>escursionismo, nordic walking, mountain bike, orientiring, softair, tiro con l'arco, utilizzo dei parchi avventura, ...</i>
Servizi spirituali e religiosi	<i>luoghi di meditazione e culto, sepoltura ecologica, foreste-cimitero, ...</i>
Turismo e ricreazione	<i>passeggiate, visite a siti e monumenti naturali, raccolta di prodotti selvatici (foraging), campeggio, luoghi di osservazione e soggiorno sugli alberi, ...</i>
Servizi per l'inclusione sociale	<i>attività per anziani, portatori di handicap, detenuti, rifugiati, sfollati, ...</i>
Servizi per il miglioramento del benessere e per trattamenti terapeutici	<i>terapia forestale, forest bathing - Shinrin-Yoku, prescrizioni mediche di attività in foresta</i>

servizi socioculturali che è stata stimata è quella relativa ai servizi ricreativi. Peraltro, questa stima dei servizi socioculturali delle foreste (valori al 2007) è pari a circa 900 US\$/ha/anno, un dato che di per sé offre un messaggio abbastanza chiaro: il valore della produzione commerciale di legname (stimato nello stesso studio pari a 181 US\$/ha/anno nelle foreste temperate e 84 US\$/ha/anno nelle foreste tropicali) è di gran lunga inferiore a quello dei servizi socioculturali, nonostante questi ultimi non tengano conto di importanti componenti di valore.

2/5.3 - La valutazione economica degli effetti diretti e indiretti dei servizi forestali per il benessere e la salute

In un approccio di valutazione economica più recente, quello adattato dal già citato IPBES (Diaz et al., 2018), si fa attenzione al concetto di contributo economico dell'ambiente naturale al benessere delle persone ("Nature's Contributions to People" - NCP) in cui si tiene in considerazione che la presenza di risorse ambientali ha effetti economici non solo diretti, ma anche indiretti sulla qualità della vita e il benessere umano. L'applicazione di questo approccio porta a stimare il valore dei servizi socioculturali offerti dalle foreste e in particolare di quelli terapeutici, in termini più ampi: mantenere e gestire le foreste a questi fini comporta da un lato il mantenimento di co-benefici in termini di servizi di regolazione ma anche di fornitura di materie prime e di altri servizi socioculturali (si pensi il turismo [6]), dall'altra implica la riduzione dei costi per il trattamento di alcune patologie.

Sono ormai innumerevoli le prove scientifiche sugli effetti positivi delle foreste e delle aree verdi in generale sulla salute mentale umana [2] e il benessere [12–15], sul miglioramento delle capacità cognitive [16] e dell'attenzione [17], sul sonno [18], il recupero dallo stress (Oh et al., 2017), la riduzione delle malattie respiratorie grazie alla qualità dell'aria degli ambienti boschivi e, in genere, i benefici legati ad un corretto esercizio fisico [19] con conseguente riduzione dell'incidenza di cardiopatie coronariche e delle malattie cerebrovascolari. Ma i benefici dell'utilizzo delle foreste per attività terapeutiche e di miglioramento del benessere possono essere valutati anche nella prospettiva finanziaria dei costi evitati dal singolo individuo a seguito di una acquisita migliore salute fisica e mentale. Tali benefici percepiti dall'individuo prima ancora che dalla collettività possono essere valutati con riferimento alle seguenti principali categorie di costi evitati:

- costo dei trattamenti [20], in relazione ai consulti medici, alle terapie farmacologiche e alle terapie riabilitative;
- posti relativi all'assistenza del malato, sia espliciti (costi del personale) che non retribuiti (ad esempio i familiari);
- perdita di reddito per la diminuita produttività sul posto di lavoro a seguito di malattie e/o di ridotta performance lavorativa [21].

In alternativa ad una valutazione economica di questi benefici (o costi evitati), i benefici nella salute umana acquisiti dalla frequentazione di aree forestali possono essere valutati con indicatori di sintesi che si riferiscono al cambiamento nella qualità della vita come percepito dai singoli a seguito dell'esperienza in ambiente forestale [22]. Si tratta di indicatori standard nell'economica sanitaria quali:

- la qualità della vita connessa alla salute (*Health-Related Quality of Life - HRQoL*) [23,24], una variabile che fa riferimento alla gravità globale di una malattia fisica o mentale, espressa talvolta come il numero di anni persi a causa di una malattia, per disabilità o per un disturbo
- la qualità della vita espressa con gli anni di vita adattati alla disabilità (*Quality-Adjusted o Disability-Adjusted Life Years - QALY o DALY*) [23,25].

Questi indicatori sono utilizzati sia per la stima delle condizioni di salute mentale che di quella fisica [26,27]. Esistono anche misure mediche standard di qualità della vita [28], come il *Personal Wellbeing Index - PWBI*, registrati annualmente dalle agenzie statistiche nazionali. Numerosi studi recenti collocano il valore di un QALY nell'intervallo tra i US\$ 50.000-250.000 [29–31]. Per la maggior parte delle nazioni sviluppate QALY è pari a US\$ 150.000-250.000. Questo valore di riferimento attribuito a un QALY (o DALY), è tradizionalmente utilizzato per fare delle analisi di costo-efficacia di terapie e interventi clinici per misurarne i benefici [32].

Anche se le attività di terapia forestale non sono assimilabili a trial clinici e farmaceutici, la stessa metodologia può essere applicata a interventi di terapia in foresta (*Branching Outⁱⁱⁱ Reports*) o all'utilizzo di specifiche infrastrutture verdi [33,34] per farne un'analisi economica e supportarne la replicabilità. La misura di HRQoL, QoL e QALY si basa su un approccio che analizza le preferenze dichiarate dai

singoli e fornisce una stima più prudente rispetto al metodo della Experience Preference (EP) [35], che si basa su un approccio che analizza le preferenze rivelate grazie all'osservazione dei comportamenti effettivi dei visitatori di aree forestali a uso terapeutico. EP produce un valore in genere superiore del 60% rispetto agli indicatori HRQoL, QOL e QALY [22].

Buckley et al.[7] hanno stimato il valore delle aree naturali protette a livello globale che deriva dal miglioramento della salute mentale dei loro visitatori. Usando l'indicatore QALY la stima conservativa che ne deriva è di un valore di 6.000 miliardi di USD, che è maggiore del valore prodotto dal turismo nelle stesse aree e due o tre volte maggiore del budget delle agenzie di gestione delle aree protette. Lo studio sottolinea come ci sia una diretta relazione tra visite nei parchi e salute mentale, e questa si traduce in un valore economico reale ma ad oggi poco riconosciuto, anche grazie alle difficoltà metodologiche e mancanza di dati.

Una stima di insieme degli effetti delle attività forestali volte a migliorare le condizioni di benessere e salute deve centrare l'attenzione sugli impatti sulle risorse umane^{iv}, ma deve anche tenere in considerazione gli impatti sul valore economico delle risorse ambientali che vengono utilizzate a fini di salute. Questo è tanto più vero in un paese come l'Italia, dove una larga parte del territorio forestale è in una fase di progressivo abbandono. Secondo i dati dell'ultimo Inventario Nazionale delle Foreste e del Carbonio^v al 2015 sul 37,4% dei complessivi circa 11 milioni di ettari di foreste non si registra alcun intervento di natura selvicolturale; 3,5 milioni di ettari ricadono in aree protette, pari al 31,8% della superficie forestale nazionale. Questo trend nazionale è confermato da proiezioni a livello europeo [36], dove il rischio di degrado ambientale dovuto all'abbandono delle terre agricole e forestali è legato a fenomeni di migrazione verso i centri urbani e una conseguente mancanza di una rete di servizi essenziali nelle aree rurali e marginali. Anche assumendo che una parte di tali superfici sia destinabile ad un processo di *rewilding*, è auspicabile e certamente possibile che le attività di offerta di servizi socioculturali possano espandersi, anche come possibilità di mantenimento di attività economiche e di conservazione attiva di aree sempre più esposte a rischi di degrado (incendi, danni da vento, insetti e patogeni). Di fatto, secondo un'analisi fatta in Italia, sembra che il 64% delle iniziative di *forest care* (non solo la terapia forestale dunque), di fatto si svolga in aree rurali, e il 94% delle iniziative offra molteplici servizi socioculturali, rispondendo alle esigenze di una varietà di target di utenti [37]. Queste iniziative propongono principalmente attività di pedagogia e educazione in foresta, e di benessere e rigenerazione e si concentrano in regioni a vocazione forestale, suggerendo che la convivenza con altre attività più tradizionali sia possibile.

In altri termini, lo sviluppo della terapia forestale e delle iniziative di *forest care* potrebbe rappresentare una situazione economica cosiddetta di "win-win": una attività forestale a fini terapeutici può espandersi, creando occupazione e reddito locale, diversificando i servizi e redditi, valorizzando e favorendo la conservazione attiva di risorse naturali.

Questa visione sembra essere in linea con la strategia di sviluppo forestale adottata a partire dal 2008 dalla Corea del Sud verso "un'economia a basso contenuto di carbonio e una crescita verde". Tra i tre obiettivi principali di questo piano di sviluppo, infatti, vi è quello della creazione di nuovi

motori di crescita e miglioramento della qualità della vita delle persone tramite l'uso delle risorse forestali per il rilassamento fisico e mentale e la cura (Lee, 2012). La prima *healing forest* (foresta per la cura) è stata creata nel 2009 dal Korea Forest Service e da quel momento il numero di *healing forests* è cresciuto da 5 nel 2015 a 32 nel 2020 [38]. Le iniziative che producono servizi per il benessere e la cura attraverso l'uso delle risorse forestali sono riconosciute e certificate a livello statale. Questo percorso di promozione e gestione dei servizi di welfare e benessere derivati dalle foreste, è stato sancito con il *Forest Welfare Promotion Act*^{vi} del 2015. L'atto in oggetto definisce il *forest welfare* come il supporto finanziario, sociale ed emozionale che deriva dai servizi forestali e serve a migliorare il benessere delle persone, e prevede l'impegno dello Stato e governi locali affinché tutte le persone possano godere di questi servizi di *welfare*. La direzione intrapresa dalla Corea del Sud ha generato un numero crescente di visitatori nelle aree forestali, un numero crescente di iniziative non solo per la cura ma anche per la ricreazione e educazione (foreste per lo sport, centri di educazione in foresta, scuole nel bosco, centri per anziani, ...), duplicando il valore dei servizi forestali attribuibili al *forest healing* (la cura attraverso le foreste) da US\$ 2,02 miliardi nel 2014 a US\$ 4,30 miliardi 2018 [38].

Di fronte ad un generale declino dell'occupazione nelle attività forestali tradizionali, la nuova domanda di servizi socioculturali permette un aumento dell'occupazione legata alla ricreazione e benessere [39]. Tra gli impatti di tipo economico dello sviluppo di attività di *forest care* vi è dunque la creazione di nuovi posti di lavoro e di nuove figure professionali. Guide e terapisti forestali vengono formati da sistemi di certificazione nazionale, come in Giappone o Corea del Sud, oppure da associazioni nazionali e internazionali con propri standard e criteri. Non esistono tuttavia rilievi statistici sistematici degli operatori e degli utilizzatori di servizi di *forest care*; analisi più approfondite in questo campo sono auspicabili. Come evidenziato da [22], bisognerà però non sottovalutare l'eventuale aumento dei costi di gestione e del rischio derivante da un maggior flusso di visitatori nelle aree di maggior valore per la tutela della biodiversità, qualora le iniziative di *forest care* diventino ampiamente diffuse.

Alla luce di tali considerazioni la tabella 2 sintetizza gli effetti diretti e indiretti delle attività volte a migliorare le condizioni di benessere e salute umana ma che impattano anche sullo stato delle risorse forestali e l'economia da esse collegata.

2/5.4 - Le politiche che supportano lo sviluppo della terapia forestale

È evidente che il favorevole rapporto costi/benefici della terapia forestale e in genere delle esperienze in aree verdi per la salute umana dovrebbe favorire un grande interesse dei *policy makers* verso l'offerta di questi servizi [40]. Di fatto questo interesse si è recente manifestato con la definizione di chiare linee di azione politica promosse dall'Organizzazione Mondiale della Sanità [41–43], dalla FAO [1], dall'UNEP [44] e da altre organizzazioni internazionali.

In termini di politiche economiche relative a queste tematiche l'idea chiave è quella dell'integrazione, sia nella dimensione degli interventi macro che in quelli più a scala operativa ridotta.

A scala macro il miglior esempio di questa integrazione è l'approccio "*One World, One Health*" [45]: la salute umana è fortemente interrelata con la salute degli ecosistemi. In considerazione del

Tabella 2. Effetti diretti e indiretti di valore economico delle attività forestali volte a migliorare le condizioni di benessere e salute in una prospettiva pubblica

	Effetti diretti		Effetti indiretti	
	<i>Relativi allo stato sanitario delle persone</i>	<i>Relativi alla presenza di foreste terapeutiche</i>	<i>Relativi allo stato sanitario delle persone</i>	<i>Relativi alla presenza di foreste terapeutiche</i>
Effetti di mercato (prezzi)	<i>Risparmi nelle spese sanitarie (costo dei trattamenti e nell'assistenza ai malati)</i>	<i>Valorizzazione economica delle foreste (offerta congiunta di servizi e prodotti)</i>	<i>Miglioramento della capacità di lavoro e studio</i>	<i>Impatti occupazionali e di reddito nelle attività indirette (trasporto, ristorazione, alloggio, ...)</i>
	<i>Minori costi sociali (assenteismo, costi di inclusione sociale, ...)</i>	<i>Creazione di fonti occupazionali e di reddito nelle attività terapeutiche e ausiliarie</i>	<i>Minore morbilità rispetto ad alcune patologie</i>	<i>Aumento dei valori fondiari per i terreni oggetto di valorizzazione economica</i>
Effetti non di mercato	<i>Maggiore senso di benessere e soddisfazione (qualità della vita)</i>	<i>Diversificazione funzionale delle foreste e miglioramento di alcuni servizi ecosistemici delle foreste</i>	<i>Cambiamenti negli stili di vita (modelli di consumo e di gestione del tempo)</i>	<i>Riduzione di fattori di rischio di degrado delle foreste e miglioramento di alcuni servizi ecosistemici non di mercato</i>

legame inestricabile tra la salute umana, animale e ambientale, il modo migliore per promuovere la salute e il benessere è prevenire e mitigare i rischi all'interfaccia tra l'uomo, gli animali e i loro diversi ambienti attraverso un approccio integrato. Questo approccio prevede di coordinare professionisti e responsabili politici nel settore delle risorse naturali, dell'agricoltura-foreste, dell'allevamento, della sanità pubblica e della nutrizione, al fine di garantire l'equilibrio tra tutti i settori e le discipline pertinenti. Implementando una politica integrata di gestione della salute del pianeta, e quindi umana e animale, nella legislazione e nella pianificazione di bilancio, i paesi possono imporre, ad esempio, ai ministeri della sanità di considerare nella loro programmazione le questioni relative alle risorse forestali e ai ministeri forestali di considerare le questioni relative alla salute e alla nutrizione [1]. In effetti si tratta di applicare quel criterio di *telecoupling* [46] che si basa sull'analizzare gli impatti economici e ambientali delle interazioni anche a grande distanza dei fattori umani e naturali, dando una valenza operativa alla nota affermazione di E.Lorenz che "Il battito d'ali di una farfalla può provocare un uragano dall'altra parte del mondo".

La strada verso l'implementazione delle politiche "One World, One Health" è ancora molto lunga: secondo quanto documenta chiaramente l'OECD [47], gli sforzi nazionali per migliorare l'interazione tra

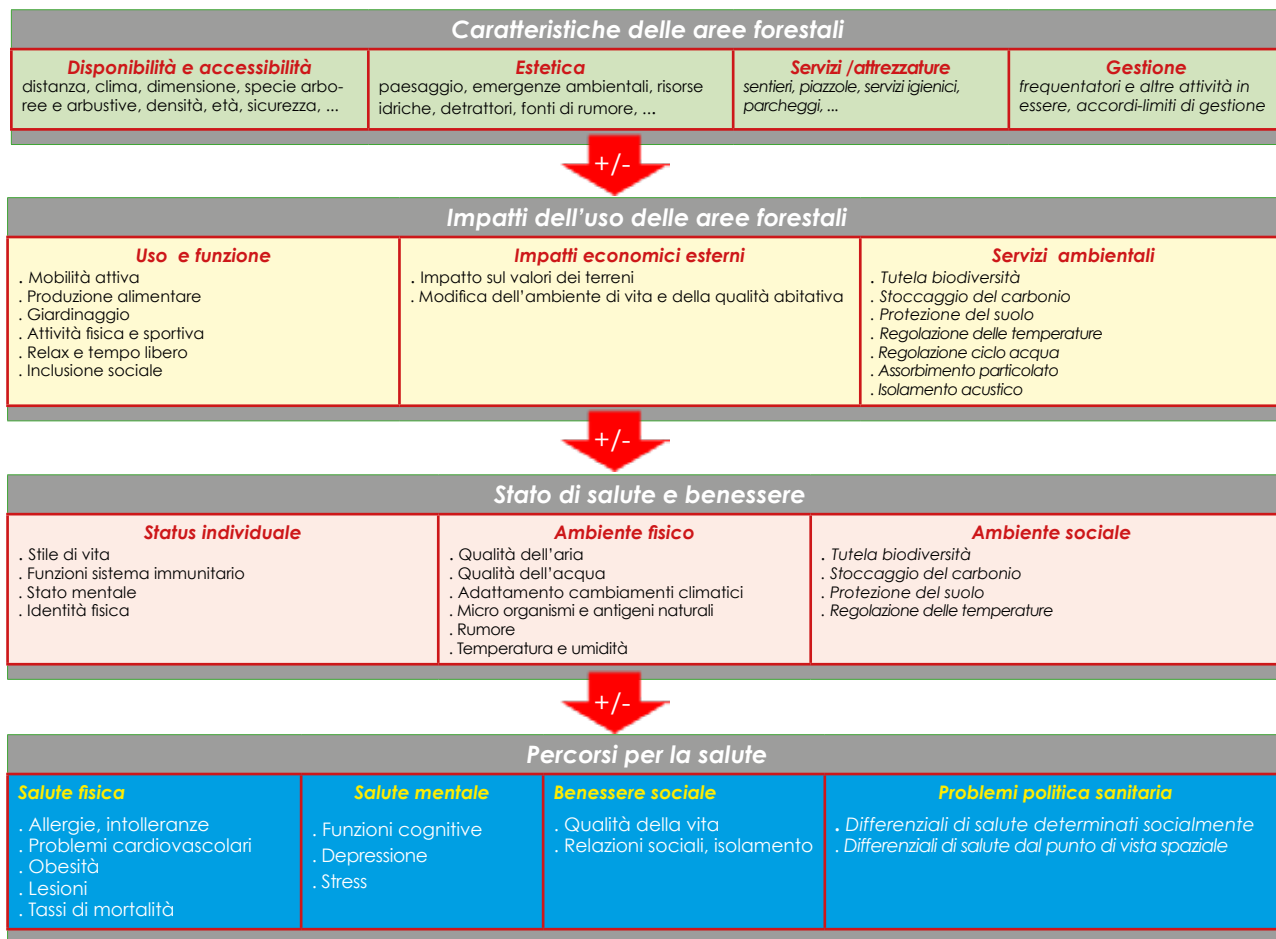


Figura 2. Un modello logico dell'impatto delle aree forestali sulla salute e il benessere - (adattato da: [41])

le istituzioni del settore sono ancora insufficienti e i sistemi sanitari rimangono frammentati durante l'erogazione delle cure. Ciò è particolarmente vero per coloro che soffrono per gravi stati di salute come nel caso delle malattie mentali. Questi problemi sono stati amplificati dalla pandemia di Covid-19 [47]. In riferimento al principio-guida dell'integrazione applicato su una scala locale, la figura 2, adattata da una nota del WHO [41], riporta il modello logico che dovrebbe sottostare l'analisi e la programmazione delle risorse forestali gestite ai fini del miglioramento su scala locale delle condizioni di salute e benessere. Evidentemente la realtà è ancora ben lontana dall'aver posto la dovuta attenzione

a una promozione delle terapie forestali e in genere del ruolo del *forest care*. Le ragioni di questo ritardo sono diverse, e anche in questo caso una lettura del contesto con criteri economici consente di meglio capire la situazione in atto: da una parte ci sono resistenze collegate al mantenimento di tradizionali approcci terapeutici, anche perché fortemente collegati alla conservazione di consolidati assetti istituzionali e agli interessi dell'industria farmaceutica, dall'altra la terapia forestale è connessa alla tutela e gestione di beni fondiari con forte valenza pubblica che sono stati e sono tuttora interessati ad usi alternativi di tipo privatistico (vd. le resistenze alla creazione di aree verdi periurbane). Questo gap tra domanda sociale potenziale e offerta reale di servizi verdi per la salute è potenziato dalla scarsa chiarezza nella definizione delle diverse modalità terapeutiche e soprattutto dalle carenze nella qualificazione degli operatori. In questo contesto di mancata standardizzazione e formale riconoscimento delle *best practices* e degli operatori professionali si sono andate diffondendo attività pseudo-terapeutiche che evidentemente ostacolano il consolidamento di questo settore di servizi alla salute [19].

C'è, quindi, un potenziale ampio campo di intervento dello Stato non tanto nella gestione diretta dei servizi, quanto nell'azione di controllo di qualità degli operatori e delle loro pratiche. Tenendo in considerazione che in Italia il 38% della proprietà delle foreste è in mano pubblica (enti locali e autorità centrali dello Stato), senza considerare quella di organizzazioni che hanno una valenza pubblica (fondazioni, proprietà collettive, chiesa cattolica, ...), è auspicabile che si sviluppino accordi di gestione che aprano alla possibilità di valorizzare le pratiche di terapia forestale.

Seneca ci insegna che *“Non c'è vento propizio per il marinaio che non ha una meta”*. Ora c'è il vento (le pratiche di terapia forestale), e anche la meta (il benessere dei cittadini). Speriamo che il marinaio se ne accorga.

Note sugli autori

Davide Pettenella - Università degli Studi di Padova - TESAF - davide.pettenella@unipd.it

Ilaria Doimo - ETIFOR Srl, spin-off dell'Università degli Studi di Padova - ilaria.doimo@etifor.com

Bibliografia

1. FAO Forests for Human Health and Well-Being. Strengthening the Forest–Health–Nutrition Nexus. FAO forestry working papers 2020, 18, doi:10.4060/cb1468en
2. Bragg, R.; Atkins, G. A Review of Nature-Based Interventions for Mental Health Care - NECR204 Available online: <http://publications.naturalengland.org.uk/publication/4513819616346112> (accessed on 2 February 2022)
3. Murray, C.J.L.; Callender, C.S.K.H.; Kulikoff, X.R.; Srinivasan, V.; Abate, D.; Abate, K.H.; Abay, S.M.; Abbasi, N.; Abbastabar, H.; Abdela, J.; et al. Population and Fertility by Age and Sex for 195 Countries and Territories, 1950–2017: A Systematic Analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *Lancet* (London, England) 2018, 392, 1995–2051, doi:10.1016/S0140-6736(18)32278-5
4. Tilman, D.; Clark, M.; Williams, D.R.; Kimmel, K.; Polasky, S.; Packer, C. Future Threats to Biodiversity and Pathways to Their Prevention. *Nature* 2017 546:7656 2017, 546, 73–81, doi:10.1038/nature22900

5. Visconti, B.P.; Butchart, S.H.M.; Brooks, T.M.; Langhammer, P.F.; Marnewick, D.; Vergara, S.; Yanosky, A.; Watson, J.E.M. Protected Area Targets Post-2020. *Science* 2019, 364, 239–241, doi:10.1126/SCIENCE.AAV6886/SUPPL_FILE/PAPV2.PDF
6. Balmford, A.; Green, J.M.H.; Anderson, M.; Beresford, J.; Huang, C.; Naidoo, R.; Walpole, M.; Manica, A. Walk on the Wild Side: Estimating the Global Magnitude of Visits to Protected Areas. *PLOS Biology* | 2015, doi:10.1371/journal.pbio.1002074
7. Buckley, R.C.; Brough, P. Economic Value of Parks via Human Mental Health: An Analytical Framework. *Frontiers in Ecology and Evolution* 2017, 5, 16, doi:10.3389/FEVO.2017.00016/BIBTEX
8. Colannino, B.; Neonato, F.; Tomasinelli, F. Intersezioni - Il Valore Del Verde per Città Resilienti - Prima Parte Available online: <https://www.intersezioni.eu/it/allcategories-it-it/13-rubriche-fisse/un-collega-al-lavoro/10-valore-del-verde1> (accessed on 2 February 2022)
9. Doimo, I.; Masiero, M.; Gatto, P. Forest and Wellbeing: Bridging Medical and Forest Research for Effective Forest-Based Initiatives. *Forests* 2020, Vol. 11, Page 791 2020, 11, 791, doi:10.3390/F11080791
10. Sempik, J. Green Care and Mental Health: Gardening and Farming as Health and Social Care. *Mental Health and Social Inclusion* 2010, doi:10.5042/mhsi.2010.0440
11. de Groot, R.; Brander, L.; van der Ploeg, S.; Costanza, R.; Bernard, F.; Braat, L.; Christie, M.; Crossman, N.; Ghermandi, A.; Hein, L.; et al. Global Estimates of the Value of Ecosystems and Their Services in Monetary Units. *Ecosystem Services* 2012, 1, 50–61, doi:10.1016/J.ECOSER.2012.07.005
12. Frumkin, H.; Bratman, G.N.; Breslow, S.J.; Cochran, B.; Kahn, P.H.; Lawler, J.J.; Levin, P.S.; Tandon, P.S.; Varanasi, U.; Wolf, K.L.; et al. Nature Contact and Human Health: A Research Agenda. *Environmental Health Perspectives* 2017
13. Shanahan, D.F.; Bush, R.; Gaston, K.J.; Lin, B.B.; Dean, J.; Barber, E.; Fuller, R.A. Health Benefits from Nature Experiences Depend on Dose. *Scientific Reports* 2016, 6, doi:10.1038/srep28551
14. Bratman, G.N.; Anderson, C.B.; Berman, M.G.; Cochran, B.; de Vries, S.; Flanders, J.; Folke, C.; Frumkin, H.; Gross, J.J.; Hartig, T.; et al. Nature and Mental Health: An Ecosystem Service Perspective. *Science Advances* 2019, 5, 903–927, doi:10.1126/SCIADV.AAX0903/SUPPL_FILE/AAX0903_SM.PDF
15. van den Bosch, M.; Meyer-Lindenberg, A. Environmental Exposures and Depression: Biological Mechanisms and Epidemiological Evidence. *Annual review of public health* 2019, 40, 239–259, doi:10.1146/ANNUREV-PUBLHEALTH-040218-044106
16. Bratman, G.N.; Hamilton, J.P.; Hahn, K.S.; Daily, G.C.; Gross, J.J. Nature Experience Reduces Rumination and Subgenual Prefrontal Cortex Activation. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 2015, 112, 8567–8572, doi:10.1073/PNAS.1510459112
17. Bratman, G.N.; Hamilton, J.P.; Daily, G.C. The Impacts of Nature Experience on Human Cognitive Function and Mental Health. *Annals of the New York Academy of Sciences* 2012, 1249, 118–136, doi:10.1111/J.1749-6632.2011.06400.X
18. Grigsby-Toussaint, D.S.; Turi, K.N.; Krupa, M.; Williams, N.J.; Pandi-Perumal, S.R.; Jean-Louis, G. Sleep Insufficiency and the Natural Environment: Results from the US Behavioral Risk Factor Surveillance System Survey. *Preventive medicine* 2015, 78, 78–84, doi:10.1016/J.YPMED.2015.07.011
19. Willis, K.; Crabtree, B. Measuring Health Benefits of Green Space in Economic Terms. <https://eprints.ncl.ac.uk> 2010, 375–402, doi:10.1007/978-90-481-9806-1_13
20. Corazon, S.S.; Nyed, P.K.; Sidenius, U.; Poulsen, D.V.; Stigsdotter, U.K. A Long-Term Follow-up of the Efficacy of Nature-Based Therapy for Adults Suffering from Stress-Related Illnesses on Levels of Healthcare Consumption and

- Sick-Leave Absence: A Randomized Controlled Trial. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2018, 15, doi:10.3390/ijerph15010137
21. Brown, D.K.; Barton, J.L.; Pretty, J.; Gladwell, V.F. Walks4Work: Assessing the Role of the Natural Environment in a Workplace Physical Activity Intervention. *Scandinavian journal of work, environment & health* 2014, 40, 390–399, doi:10.5271/SJWEH.3421
 22. Buckley, R.; Brough, P.; Hague, L.; Chauvenet, A.; Fleming, C.; Roche, E.; Sofija, E.; Harris, N. Economic Value of Protected Areas via Visitor Mental Health. *Nature Communications* 2019, 10, 1–10, doi:10.1038/s41467-019-12631-6
 23. Choi, K.W.; Chen, C.-Y.; Murray, ; Stein, B.; Klimentidis, Y.C.; Wang, M.-J.; Koenen, K.C.; Smoller, J.W.; Choi, K. Assessment of Bidirectional Relationships Between Physical Activity and Depression Among Adults A 2-Sample Mendelian Randomization Study Supplemental Content. *JAMA Psychiatry* 2019, 76, 399–408, doi:10.1001/jamapsychiatry.2018.4175
 24. Frühauf, A.; Niedermeier, M.; Elliott, L.R.; Ledochowski, L.; Marksteiner, J.; Kopp, M. Acute Effects of Outdoor Physical Activity on Affect and Psychological Well-Being in Depressed Patients – A Preliminary Study. *Mental Health and Physical Activity* 2016, C, 4–9, doi:10.1016/J.MHPA.2016.02.002
 25. Brazier, J.; Ratcliffe, J.; Salomon, J.A.; Tsuchiya, A.; Brazier, J.; Ratcliffe, J.; Salomon, J.A.; Tsuchiya, A. Measuring and Valuing Health Benefits for Economic Evaluation. 2007, 344
 26. Chisholm, D.; Healey, A.; Knapp, M.; Chisholm -A Healey, D. (No Title); Springer-Verlag, 1997; Vol. 32
 27. Luyten, J.; Naci, H.; Knapp, M. Economic Evaluation of Mental Health Interventions: An Introduction to Cost-Utility Analysis Article (Accepted Version) (Refereed) Economic Evaluation of Mental Health Interventions: An Introduction to Cost-Utility Analysis. 2016, doi:10.1136/eb-2016-102354
 28. Alimujiang, A.; Wiensch, A.; Boss, J.; Fleischer, N.L.; Mondul, A.M.; McLean, K.; Mukherjee, B.; Pearce, C.L. Association Between Life Purpose and Mortality Among US Adults Older Than 50 Years. *JAMA Network Open* 2019, 2, e194270–e194270, doi:10.1001/JAMANETWORKOPEN.2019.4270
 29. Young-Xu, Y.; van Aalst, R.; Russo, E.; Lee, J.K.H.; Chit, A. The Annual Burden of Seasonal Influenza in the US Veterans Affairs Population. *PloS one* 2017, 12, doi:10.1371/JOURNAL.PONE.0169344
 30. Hartung, D.M. Economics and Cost-Effectiveness of Multiple Sclerosis Therapies in the USA. *Neurotherapeutics : the journal of the American Society for Experimental NeuroTherapeutics* 2017, 14, 1018–1026, doi:10.1007/S13311-017-0566-3
 31. Hlatky, M.A.; Kazi, D.S. PCSK9 Inhibitors: Economics and Policy. *Journal of the American College of Cardiology* 2017, 70, 2677–2687, doi:10.1016/J.JACC.2017.10.001
 32. Feng, X.; Kim, D.D.; Cohen, J.T.; Neumann, P.J.; Ollendorf, D.A. Using QALYs versus DALYs to Measure Cost-Effectiveness: How Much Does It Matter? *International Journal of Technology Assessment in Health Care* 2020, 36, 96–103, doi:10.1017/S0266462320000124
 33. Dallat, M.A.T.; Soerjomataram, I.; Hunter, R.F.; Tully, M.A.; Cairns, K.J.; Kee, F. Urban Greenways Have the Potential to Increase Physical Activity Levels Cost-Effectively. *European journal of public health* 2014, 24, 190–195, doi:10.1093/EURPUB/CKT035
 34. Tully, M.A.; Hunter, R.F.; McAneney, H.; Cupples, M.E.; Donnelly, M.; Ellis, G.; Hutchinson, G.; Prior, L.; Stevenson, M.; Kee, F. Physical Activity and the Rejuvenation of Connswater (PARC Study): Protocol for a Natural Experiment Investigating the Impact of Urban Regeneration on Public Health. *BMC Public Health* 2013, 13, 1–9, doi:10.1186/1471-2458-13-774/FIGURES/2
 35. Ambrey, C.L.; Fleming, C.M. Valuing Scenic Amenity Using Life Satisfaction Data. *Ecological Economics* 2011, 72, 106–115, doi:10.1016/J.ECOLECON.2011.09.011

36. Perpiña Castillo Carolina; Kavalov Boyan; Diogo Vasco; Jacobs Christiaan; Batista e Silva Filipe; Lavallo Carlo Agricultural Land Abandonment in the EU within 2015-2030 | EU Science Hub Available online: <https://ec.europa.eu/jrc/en/publication/eur-scientific-and-technical-research-reports/agricultural-land-abandonment-eu-within-2015-2030> (accessed on 2 February 2022)
37. Doimo, I.; Masiero, M.; Gatto, P. Disentangling the Diversity of Forest Care Initiatives: A Novel Research Framework Applied to the Italian Context. 2021, doi:10.3390/su13020492
38. Park, S.; Kim, S.; Kim, G.; Choi, Y.; Kim, E.; Paek, D. Evidence-Based Status of Forest Healing Program in South Korea. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2021, 18, 10368, doi:10.3390/IJERPH181910368
39. UNECE Green Jobs in the Forest Sector; Geneva, 2018
40. Mammadova, A.; O'Driscoll, C.; Burlando, C.; Doimo, I.; Pettenella, D. EU Blueprint on Green Care - Green4C; 2021
41. WHO Urban Green Spaces: A Brief for Action; Marmorvej, 2017
42. Regional Office for Europe, W.; Health Organization, W. Nature, Biodiversity and Health: AN OVERVIEW OF INTER-CONNECTIONS WHO Collaborating Centre on Natural Environments and Health. 2021
43. Nielsen, H.; Bronwen Player, K.M. Urban Green Spaces and Health; Marmorvej, 2009
44. UNEP Healthy Planet, Healthy People ; Nairobi, 2015
45. FAO; OIE; WHO; UN System Influenza Coordination; UNICEF; WORLD BANK Contributing to One World, One Health Available online: <https://www.fao.org/3/aj137e/aj137e00.htm> (accessed on 2 February 2022)
46. Liu, J.; Herzberger, A.; Kapsar, K.; Carlson, A.K.; Connor, T. 2 What Is Telecoupling? Palgrave Studies in Natural Resource Management 2019, doi:10.1007/978-3-030-11105-2_2
47. OECD Health at a Glance 2021 OECD INDICATORS. OECD Publishing 2021, doi:10.1787/ae3016b9-en

Note:

ⁱ Si vedano i siti web del MEA <https://www.millenniumassessment.org/>, del TEEB <http://teebweb.org>, dell'IPBES <https://www.ipbes.net> e del CICES <https://cices.eu>

ⁱⁱ Vd. <http://www.acqol.com.au/instruments#measures>

ⁱⁱⁱ I report del Progetto Branching Out sono disponibili a questo indirizzo <https://forestry.gov.scot/publications/forests-and-people/woods-for-health/branching-out>

^{iv} Si pensi ai costi sanitari, negli ambienti di lavoro (assenteismo e ridotta produttività), ai costi connessi ai comportamenti antisociali sia in pubblico (ad esempio vandalismo) che in contesti privati (ad esempio violenza domestica) (Bogar e Beyer, 2016; Weinstein et al., 2015; Zelenski et al., 2015)

^v Vd. <https://www.inventarioforestale.org/node/18>

^{vi} Forest Welfare Promotion Act, 2015 <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/kor167032.pdf>



Rifugio e Giardino Esperia - Monte Cimone - ph Francesco Meneguzzo



Dintorni del Rifugio Levi Molinari - Exilles (TO) - ph Francesco Meneguzzo

Dalla scienza alle stazioni di Terapia Forestale

Abstract

Il capitolo ripercorre la genesi, gli obiettivi e le principali attività svolte dal 2019 ad oggi nell'ambito del progetto sulla Terapia Forestale, condotto dal Club Alpino Italiano (Comitato Scientifico Centrale e Commissione Centrale Medica) e dal Consiglio Nazionale delle Ricerche (IBE-CNR) con la consulenza scientifica del Centro di Riferimento Regionale in Fitoterapia (CERFIT) presso AOU Careggi.

Fin dall'inizio l'obiettivo di fondo del progetto è stato approfondire le conoscenze scientifiche sui fattori che concorrono a determinare gli effetti positivi della frequentazione degli ambienti forestali, per poter arrivare a sviluppare in Italia una rete di Stazioni di Terapia Forestale qualificate secondo criteri rigorosi e ripetibili.

Grazie alla collaborazione con altri importanti istituzioni e università italiane, a partire dal 2021, obiettivi e attività di ricerca sono diventati ancora più ambiziosi e con valenza sempre più nazionale.

Il capitolo descrive quindi in dettaglio la campagna sperimentale condotta nel 2021, presentandone scopi, metodi e risultati preliminari, dedicando uno spazio specifico alle Stazioni di Terapia Forestale selezionate nell'ambito della rete CAI e a due siti sperimentali, uno in contesto urbano e uno in ambiente montano.

3/1 - Il progetto nazionale CAI-CNR-CERFIT

di Giovanni Margheritini, Franco Finelli, Francesca Re, Federica Zabini, Francesco Meneguzzo, Lorenzo Albanese

3/1.1 - Le prime misure dell'“aria del bosco”

Il punto di partenza da cui ha preso le mosse il progetto è stato un primo studio scientifico sulle caratteristiche biochimiche dell'aria forestale, ed in particolare sulla concentrazione di composti organici volatili (BVOC) “ad altezza naso”.

Molti studi sottolineavano infatti il ruolo centrale dell'inalazione di sostanze volatili aromatiche emesse dalle piante nell'atmosfera forestale, soprattutto per quanto riguarda i benefici fisiologici di lunga durata. La possibilità di avere dei dati sulle proprietà bioattive dell'aria rappresentava quindi un primo elemento per poter individuare i siti più funzionali, caratterizzandoli e descrivendoli in modo oggettivo.

Su queste premesse CNR e CAI hanno condotto nel 2019 un primo studio sulla concentrazione nell'aria forestale dei BVOC, misurata mediante un fotoionizzatore (“naso elettronico”) lungo centinaia di km di sentieri sull'Appennino Tosco-Emiliano da agosto a ottobre 2019, durante diversi giorni e a differenti ore del giorno, poi correlati con le condizioni micrometeorologiche durante i campionamenti.

Se la letteratura scientifica era ricca di studi sull'emissione di BVOC, sulla variabilità e sui diversi meccanismi legati alle caratteristiche delle diverse specie vegetali, non si trovavano però studi che misuravano la

concentrazione di volatili presenti sotto le chiome, aspetto di interesse per poter in prospettiva valutare i benefici indotti dall'inalazione di tali sostanze durante l'immersione in ambienti forestali.

Dallo studio è emerso per la prima volta che queste concentrazioni variano molto rapidamente sia nello spazio (entro un km) sia nel tempo (entro un'ora), molto più di quanto non si pensasse, e che dipendono non solo dal tipo di alberi presenti ma anche dalla stagione e dall'ora del giorno, quindi dalle condizioni meteorologiche locali, con due massimi di concentrazione distinti nel primo mattino e nel primo pomeriggio [1].

I risultati dello studio hanno quindi rappresentato una prima indicazione per poter selezionare siti, percorsi, stagioni e orari migliori per ottimizzare i benefici dell'immersione forestale in funzione delle proprietà bioattive dell'atmosfera che, come detto, sono variabili ma mostrano importanti regolarità.

La scelta dei siti in cui effettuare le prime sessioni sperimentali di terapia forestale, con gruppi di persone, è stata quindi in parte guidata da queste nuove conoscenze, oltre che, naturalmente, da quanto già noto in letteratura rispetto alle proprietà strutturali che un sito forestale deve avere per favorire effetti positivi sulla salute (per esempio, una foresta naturale appare più funzionale rispetto ad una di recente impianto, così come una foresta luminosa è preferibile ad una più chiusa e buia).

3/1.2 - Le prime sessioni sperimentali di terapia forestale nel 2020

Le primissime sessioni sperimentali sulla funzionalità di siti forestali direttamente sulle persone, sono state organizzate e condotte nell'estate 2020, presso 5 siti, di cui uno in Trentino (Fai della Paganella), due in Emilia (Monte Duro e Rifugio C. Battisti) e due in Toscana (Monte Falterona e bosco mediterraneo tra Empoli e Montespertoli). Le sessioni, di durata ciascuna tra 3 e 4 ore, hanno visto la partecipazione complessiva di quasi 200 persone.

Gli esiti emersi dall'analisi delle risposte ai questionari psicologici del tipo "Profile of Mood States" (POMS) hanno evidenziato l'efficacia della 'terapia forestale' per il miglioramento di alcuni stati d'animo, come ansia, depressione, rabbia e confusione.

Lo studio, poi pubblicato su International Journal of Environmental Research and Public Health, ha incluso anche i risultati ottenuti in un parco urbano nel Comune di Firenze, come sito di controllo, e ha permesso di tracciare alcune linee guida preliminari sul miglioramento a breve termine degli indici psicologici [2], di seguito sintetizzati.

- Importanza decisiva del comfort meteorologico.
- Importanza della «coerenza ambientale», ovvero dell'assenza di fattori di disturbo, "fuori contesto" e, viceversa, della presenza di elementi attesi in un luogo forestale (per es., corsi d'acqua in aree montane; suoni forestali non contaminati; assetto forestale «naturale»; ecc.).
- Nelle migliori condizioni, gli effetti a breve termine di sessioni di terapia forestale in foreste «remote» sono significativamente superiori (95%) rispetto a parchi urbani su ansia, ostilità e confusione, quasi significativamente su depressione.
- Effetti su depressione e confusione crescenti con l'età.

- Effetti su ansia, depressione e ostilità superiori per soggetti che non praticano sport (non frequentano ambienti naturali).
- Nessuna associazione con genere, biometria, professione, formazione, residenza, fumo, ecc.
- Prima ipotesi dell'importanza della concentrazione di BVOC anche per gli effetti a breve termine.

3/1.3 - Il primo libro sulla terapia forestale

Nel 2020 abbiamo pubblicato il primo volume sulla Terapia Forestale, che per la prima volta raccoglieva in modo sistematico, in italiano, lo stato delle conoscenze scientifiche sulla disciplina. Il libro, pubblicato da Cnr edizioni e scaricabile gratuitamente online, aveva l'intento di creare un quadro di riferimento scientifico delle evidenze raccolte in tutto il mondo in merito agli effetti diretti degli ambienti forestali sulla salute mentale e fisiologica dei visitatori [3].

3/1.4 - Durante il lockdown: studio sugli effetti mediati

Parallelamente alle attività "sul campo", nel 2020, nel corso del primo lockdown, abbiamo condotto uno studio che mirava a valutare se la visione di un video forestale potesse avere degli effetti psicologici durante il periodo di confinamento e di "sottrazione" del contatto con l'ambiente esterno.

Lo studio è stato condotto insieme all'Istituto di Fisiologia Clinica di Pisa CNR, al Dipartimento NEUROFARBA e al dottor Qing Li, padre della medicina forestale impegnato alla *Nippon Medical School* di Tokyo.

I 100 partecipanti sono stati divisi in due gruppi ai quali abbiamo fatto vedere ogni giorno, per 5 giorni, un video di 5 minuti. Per il gruppo sperimentale il video riproduceva immagini e suoni di foreste, per l'altro le immagini e i suoni erano di un ambiente urbano.

Tutti i giorni tutti i volontari rispondevano, prima e dopo aver guardato i video, a questionari standard utilizzati in ambito psicologico per valutare il loro stato di ansia e in particolare delle manifestazioni fisiologiche associate, come battito cardiaco accelerato e respirazione affannosa.

I risultati hanno mostrato che chi ha osservato il filmato delle foreste ha avuto una riduzione significativa dell'attivazione ansiosa e delle manifestazioni fisiche associate, mentre chi ha guardato il video dell'ambiente urbano non ha avuto benefici altrettanto importanti. Gli esiti, importanti anche ai fini del recupero psicologico dall'emergenza pandemica, evidenziavano quindi significativi effetti benefici, sebbene solo a breve termine, derivanti dalle immagini e suoni tipici della foresta, confermando quindi le potenzialità dell'ecosistema forestale anche attraverso esperienze virtuali [4].

3/1.5 - Letteratura scientifica e Special issue

Nel frattempo, da marzo 2020, la rivista *International Journal of Environmental Research and Public Health* (publisher: MDPI; ISSN 1660-4601; IF=3.390), riferimento per buona parte della letteratura scientifica sul tema della terapia forestale, ha aperto uno Special Issue dal titolo "*Health Effects of Biogenic Volatile Organic Compounds in the Forest Air*" (https://www.mdpi.com/journal/ijerph/special_issues/ForestAir). Francesco Meneguzzo e Federica Zabini del CNR IBE sono i Guest Editors e lo special issue ha raccolto fino ad ora dieci articoli scientifici da autori da tutto il mondo.

3/1.6 - La campagna 2021

La campagna sperimentale condotta da maggio ad ottobre 2021 è stata particolarmente intensa ed estesa, tanto da configurarsi come la più ampia mai condotta nel mondo. Ha interessato un totale di 31 siti in diversi ambienti forestali, dall'alta montagna alla collina e ai parchi urbani fino a una storica pineta costiera per un totale di 37 sessioni di Terapia Forestale condotte (855 partecipanti), in prevalenza presso Rifugi CAI o lungo sentieri CAI, dalle Alpi all'Appennino settentrionale e Centrale. I siti, spesso presso Rifugi e sentieri CAI, sono stati preliminarmente selezionati sulla base della raggiungibilità, dell'accessibilità a piedi, dal dislivello da superare e grado di difficoltà dei sentieri, nonché della distanza da fonti di inquinanti antropogenici.

Altri criteri di scelta hanno poi riguardato le caratteristiche ecologico-forestali dei siti, dall'assetto forestale alle specie arboree presenti e ad altri elementi (luminosità, esposizione, presenza di corsi d'acqua...).

In ogni sito è stato quindi svolto un sopralluogo da un'equipe multidisciplinare, composta da ricercatori, psicologi e operatori naturalistici, volto ad identificare il percorso più adatto per massimizzare i benefici della Terapia Forestale e definire i luoghi di sosta durante l'itinerario.

Rispetto alle esperienze precedenti, sono state affinate sia le misure ambientali che quelle sugli esiti psico-fisiologici sulle persone. In particolare, come meglio spiegato in 3/2.2, sono state effettuate le analisi non solo sulla concentrazione totale di composti volatili, ma anche sulla tipologia e la concentrazione di composti presenti nell' "aria del bosco", sia biogenici (emessi da piante e suolo), sia antropogenici (alcuni principali inquinanti come benzene e toluene). Per quanto riguarda le misure sui partecipanti, alla somministrazione di questionari di autovalutazione su stato di ansia e umore, sono state affiancate alcune misure cardiache volte a valutare e/o confermare le variazioni di alcuni parametri del battito cardiaco (Heart Rate Variability, HRV, frequenza cardiaca, saturazione di ossigeno) dopo ogni sessione.

Di pari passo con la sperimentazione scientifica ci siamo posti l'obiettivo di creare una rete qualificata di Stazioni di Terapia Forestale utilizzando il più possibile la rete dei Rifugi CAI e comunque siti ampiamente conosciuti e utilizzati dalle Sezioni CAI sul territorio, dove realizzare percorsi guidati e selezionati in foresta per proporre e stimolare effetti positivi nei soggetti interessati attraverso esperienze vive, sonore e percettive del contesto naturale in grado di generare un miglioramento nel benessere psicofisico delle persone. Le aree forestali sono state individuate tra quelle più promettenti sulla base delle attuali conoscenze scientifiche, e sono state analizzate in relazione alle caratteristiche ecologiche/forestali, micro-meteorologiche e alle proprietà biochimiche dell'aria. I dati ambientali saranno quindi messi in relazione con gli esiti psicologici e fisiologici registrati durante le sessioni sperimentali di Terapia forestale.

3/1.7 - L'accordo di collaborazione nazionale

Il carattere multidisciplinare della ricerca e la necessità condivisa di arrivare ad una migliore caratterizzazione e qualificazione delle aree boscate quali fattori di prevenzione e promozione della salute, ha avuto come esito naturale l'incontro con altri soggetti a vario titolo impegnati sul tema.

Nasce così la collaborazione con il MIPAAF (Ministero delle politiche agricole, alimentari e forestali),

il CREA (Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria), l'ISS (Istituto Superiore di Sanità), l'Università La Sapienza (Dipartimento di Biologia Ambientale), l'Università di Padova (Dipartimento Territorio e Sistemi Agroforestali), l'Università di Firenze (Dipartimento di Neuroscienze, Psicologia, Area del Farmaco e Salute del Bambino e Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agrarie, Alimentari, Ambientali e Forestali), con le Scuole di Psicoterapia Cognitiva e con la Stazione Sperimentale di Terapia Forestale di Pian dei Termini (PT).

La collaborazione scientifica, formalizzata nel 2022, ha come obiettivo ultimo quello di promuovere la nascita e lo sviluppo di interventi innovativi di salute pubblica, a carattere preventivo e terapeutico, diffusi territorialmente, realizzando, da una parte, risparmi significativi e persistenti per il Servizio sanitario, dall'altra, creando le condizioni per sostenere lo sviluppo di Stazioni di Terapia Forestale quale nuova imprenditorialità basata sui servizi ecosistemici offerti dai boschi.

Tale obiettivo passa dalla ricerca e dalla sperimentazione scientifica sul maggior numero possibile di siti boschivi italiani, al fine di creare un modello affidabile dell'interazione uomo-bosco che sia in grado di descrivere i meccanismi fisici, biochimici, psicologici e cognitivi coinvolti nella produzione degli effetti benefici da parte degli ambienti forestali e che consenta dunque di individuare, su basi scientifiche e in condizioni controllate, le caratteristiche attraverso cui ciascun sito può ingenerare effetti fisiologici e psicologici misurabili e di definita persistenza. Allo stesso tempo, la migliore conoscenza di questi meccanismi e la conoscenza del valore medico-sanitario di specifici ambienti, costituisce una base per adottare azioni di gestione forestale che consentano di mantenerne e potenziarne le funzioni ecosistemiche.

Note sugli autori

Giovanni Margheritini - Comitato Scientifico Centrale - Club Alpino Italiano - giomarghe@yahoo.com

Franco Finelli - Commissione Centrale Medica - Club Alpino Italiano - franco.finelli55@libero.it

Francesca Re - Commissione Medica LPV - Club Alpino Italiano - francesca.re85@gmail.com

Federica Zabini - Istituto per la Bioeconomia del CNR - federica.zabini@ibe.cnr.it

Francesco Meneguzzo - Istituto per la Bioeconomia del CNR - francesco.meneguzzo@ibe.cnr.it

Lorenzo Albanese - Istituto per la Bioeconomia del CNR - lorenzo.albanese@ibe.cnr.it

Bibliografia

1. Meneguzzo, F.; Albanese, L.; Bartolini, G.; Zabini, F. Temporal and Spatial Variability of Volatile Organic Compounds in the Forest Atmosphere. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2019, 16, 4915
2. Meneguzzo, F.; Albanese, L.; Antonelli, M.; Baraldi, R.; Becheri, F.R.; Centritto, F.; Donelli, D.; Finelli, F.; Firenzuoli, F.; Margheritini, G.; et al. Short-Term Effects of Forest Therapy on Mood States: A Pilot Study. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2021, 18, 9509
3. Meneguzzo, F.; Zabini, F. *Terapia Forestale*; Demonte, A., Ed.; Cnr Edizioni: Rome, Italy, 2020; ISBN 978 88 8080 430 7
4. Zabini, F.; Albanese, L.; Becheri, F.R.; Gavazzi, G.; Giganti, F.; Giovanelli, F.; Gronchi, G.; Guazzini, A.; Laurino, M.; Li, Q.; et al. Comparative Study of the Restorative Effects of Forest and Urban Videos during COVID-19 Lockdown: Intrinsic and Benchmark Values. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2020, 17, 8011



Momenti di Terapia Forestale - ph Francesco Meneguzzo

3/2 - La campagna nazionale 2021

3/2.1 - La metodologia di conduzione sperimentale

di Francesco Becheri

Quella che segue è la definizione di *Forest Therapy* [1] (Kotte et al, 2019) sulla quale sono convenuti esperti internazionali che a diverso titolo si occupano di questa materia:

Forest Therapy is an evidence-based Public health practice. Guided Forest Therapy walks combine a specific blend of a complementary physical and mental exercises in suitable forest surroundings leading to a lower heart beat, blood pressure and stress levels while, at the same time, the immune system, breathing and the overall physical and mental fitness and wellbeing are strengthened.

Tuttavia andando ad approfondire il tema metodologico nel capitolo *Forest Therapy as a Practice*, [1] (pp. 379-475) risulta molto difficile individuare quale sia questo specifico mix di esercizi. Vengono citati: *Mindfulness*, meditazione, visualizzazione, anima e rituali naturali, spirito, energia, *Sharing Nature™*, *Qiqong...*

Ognuna delle proposte specifiche deriva dal *background*, dalla formazione, dalla professionalità, dalle credenze e dalla cultura dei diversi promotori della singola pratica. In una parola dalla loro unicità. In letteratura scientifica per alcune di queste pratiche (*Mindfulness*, meditazione, tecniche di visualizzazione) esistono consolidate conferme dell'efficacia a prescindere dal contesto ambientale di svolgimento. Per alcune altre invece non è dato saperlo. Inoltre l'utilizzo di pratiche consolidate sotto la definizione di "Terapia Forestale" apre il tema se questa abbia o meno una sua identità specifica come disciplina autonoma e metodologicamente caratterizzata, oppure si debba intendere la "*terapeuticità forestale*" come un effetto *booster* che il contesto forestale promuove in attività già validate che vengono svolte al suo interno.

Dunque le domande che sorgono sono:

- Cosa sto misurando sotto l'etichetta *Forest Therapy* quando promuovo una molteplicità di pratiche, stimolazioni e suggestioni così diverse ai soggetti che partecipano?
- L'efficacia di quale proposta in particolare?

La notevole eterogeneità, rende arduo rispondere, controllando in maniera puntuale le relazioni tra i diversi elementi e gli eventuali nessi causali.

Queste considerazioni hanno rappresentato il punto di partenza che ha portato alla definizione della nostra proposta metodologica per il *setting* sperimentale.

Tenuto conto di questi presupposti per la nostra campagna di ricerca del 2021 abbiamo operato una scelta che permettesse l'applicazione di una metodologia di conduzione sperimentale chiara, semplice e replicabile al di là delle specificità di ogni professionista impegnato nel progetto. Diversamente avremmo avuto dati non confrontabili tra loro.

ISTRUZIONI PER SESSIONI SPERIMENTALI DI TERAPIA FORESTALE

1	Ritrovo al punto d'incontro: partecipanti, Psicologo e operatore CAI
2	Presentazione dello Psicologo e delle attività previste - 5 minuti
3	Richiesta di presentazione da parte dei singoli partecipanti per chi lo desidera - 15 minuti
4	Pre Somministrazione test (istruzioni e compilazione) - 15 minuti
Totale parte reception e compilazione test (pre) considerare almeno 60 minuti (1h)	
5	Inizio attività: richiesta di spegnimento telefono e di massima riduzione degli scambi verbali
6	Percezione visiva - 15 minuti (intorno a un punto)
7	Camminata lenta per circa 400 m - 5 minuti
8	Percezione uditiva - 15 minuti (intorno a un punto)
9	Camminata lenta per circa 400 m - 5 minuti (progressivi 800 m)
10	Percezione tattile - 15 minuti (intorno a un punto)
11	Camminata lenta per circa 400 m - 5 minuti (progressivi 1.200 m)
12	Percezione olfattiva - 15 minuti (intorno a un punto)
13	Camminata lenta per circa 400 m - 5 minuti (progressivi 1.600 m)
Totale prima parte strutturata 80 minuti (1h 20 min)	
14	Attività percettiva e di movimento scelta a piacere da ogni partecipante - 20 minuti
15	Camminata per ritorno al punto di partenza/punto di arrivo, per circa 1.600 m - 20 minuti
Totale attività in foresta 120 minuti (2h)	
16	Post Somministrazione test - 15 minuti - <i>(il test deve essere disponibile e somministrato alla fine del percorso sia esso lo stesso punto di partenza oppure un punto di arrivo diverso)</i>
17	Chiusura delle attività
18	Condivisione dell'esperienza in gruppo (debriefing) - 30 minuti max
Note	Per stimolare l'attenzione attraverso uno specifico senso può essere utile suggerire alle persone di ripetersi mentalmente: io vedo....., io ascolto....., io tocco... , io annuso.... facendo seguire l'oggetto della percezione (io vedo un albero, io ascolto il cinguettio di un uccello, io tocco la terra, io annuso un fiore).
	Per quanto riguarda l'udito, il tatto e l'olfatto l'attività può essere suddivisa in una sottosezione dove chiedere di focalizzare l'attenzione sullo specifico senso tenendo chiusi gli occhi (ultimi 5 minuti dei 15 previsti). La richiesta di chiudere gli occhi può creare disagio, dunque è un invito e non un obbligo. Chi non riesce è libero di tenerli aperti.

Abbiamo scelto di partire da un protocollo di conduzione che rappresentasse l'ossatura universalmente riconosciuta dello *Shinrin-Yoku*, ossia l'attenzione consapevole dei sensi all'interno del contesto forestale. Sono state eliminate tutte le attività e gli elementi che avrebbero potuto sporcare l'effetto che intendevamo rilevare, concentrandosi sull'obiettivo di verificare se esistesse o meno un livello minimo di efficacia associato alla percezione sensoriale immersiva in un contesto forestale (in tabella a sinistra la descrizione completa del protocollo).

È stata prestata molta attenzione a non personalizzare la conduzione sperimentale da parte degli psicologi, i quali si sono attenuti alle basilari istruzioni da proporre ai soggetti con una modalità neutrale senza ulteriori aggiunte. Non essendo interesse di questo studio la verifica degli effetti delle dinamiche di gruppo sull'esperienza, è stato richiesto ai partecipanti il mantenimento del silenzio e la focalizzazione sull'esperienza soggettiva in prima persona. La parte di condivisione e restituzione è stata effettuata dopo la rilevazione delle misurazioni post sessione in modo tale da non condizionare gli effetti misurati.

Note sugli autori

Francesco Becheri - Psicologo Psicoterapeuta - Fondatore e Responsabile Scientifico Progetto di Ricerca e Sviluppo sulla Terapia Forestale Pian dei Termini (PT) - Referente Psicologico Progetto Terapia Forestale CAI-CNR-CERFIT - ricerca@terapiaforestale.it

Bibliografia

1. Kotte D.; Li Q.; Shin W.S.; Michalsen A. (2019). International Handbook of Forest Therapy. Cambridge Scholars Publishing



Momenti di Terapia Forestale nei pressi del Rifugio Alpe Corte - ph Francesco Meneguzzo



Foreste e montagne lungo la Val Cimoliana - ph Giovanni Margheritini

3/2.2 - Il lavoro del Gruppo Psicologi CAI

di Francesco Becheri, Emanuela Venturelli, Anna Roncoroni, Vivian Pellegrinelli, Valentina Penati, Patrizia Garberi, Anna Maria Debolini, Pasquale Costigliola, Ilaria Butti, Anna Maria Zamponi.

L'attività sperimentale è stata realizzata grazie ad un gruppo di 11 psicologi, organizzati dalla Commissione Centrale Medica del CAI (CCM) e preparati a condurre le sessioni secondo la metodologia di conduzione scelta. Ogni sessione è stata accompagnata da almeno due operatori di Terapia Forestale, volontari CAI, che hanno ricevuto istruzioni specifiche per affiancare questi gruppi sperimentali.

I compiti degli psicologi all'interno del progetto sono stati molteplici. Per ogni sito lo psicologo ha contribuito:

- alla definizione dei percorsi di Terapia Forestale. Lo psicologo, di concerto con gli altri esperti, ha il ruolo di individuare il percorso ottimale, adattando il protocollo sperimentale alle specifiche e peculiari condizioni ambientali di ogni sito, e collocando ciascun senso nella tappa maggiormente adatta, inclusa la sosta dedicata alla vista, privilegiando spazi con visibilità ampia, e all'udito, ricercando l'assenza o la minima presenza di suoni estranei all'ambiente forestale;
- somministrazione e interpretazione di test psicologici
- rilevazione di indicatori psicofisiologici
- osservazione comportamentale dei partecipanti
- direzione e monitoraggio dei processi attentivi
- raccolta dei feedback alla fine delle sessioni per integrare l'analisi qualitativa dell'esperienza fenomenologica dei partecipanti con l'osservazione diretta ed i dati quantitativi delle misurazioni.

Durante ogni sessione, parallelamente alle misure ambientali, uno o più gruppi di partecipanti, ciascuno composto da circa 20 persone, è stato guidato lungo i percorsi dai nostri psicologi o psicoterapeuti del CAI per una durata di circa due ore, con momenti di passeggiata lenta alternati a soste nelle quali i partecipanti sono stati invitati all'esplorazione dell'ambiente attraverso i sensi.

Per misurare gli effetti psicologici acuti indotti dalle "sedute" di terapia forestale, sono stati somministrati ai partecipanti immediatamente prima e dopo ogni sessione dei questionari psicometrici di autovalutazione, individuati tra quelli principalmente utilizzati e citati nella letteratura scientifica sulla Terapia Forestale.

In particolare, lo *State-Trait Anxiety Inventory* (STAI) [1] è stato utilizzato per misurare l'ansia di stato (cioè come ci si sente in quel momento) e l'ansia di tratto (cioè come ci si sente generalmente), e il questionario *Profile of Mood States* (POMS) [2] è stato utilizzato per valutare l'umore percepito in quel preciso momento e per misurare gli effetti negli stati dell'umore dopo la sessione di terapia forestale.

Per quanto riguarda la valutazione di eventuali risposte fisiologiche, prima e dopo le sessioni sono stati misurati alcuni parametri del battito cardiaco (*Hearth Rate Variability*, HRV, frequenza cardiaca, saturazione di ossigeno).

E' evidente quanto sia stato importante che a svolgere questo tipo di attività fosse personale sanitario qualificato, riconosciuto ed autorizzato a condurre le attività sopra esposte in una cornice professionale e regolamentata dalla legge. Queste considerazioni assumono maggiore valore proprio in questo momento storico dove il metodo scientifico, il rispetto delle competenze e della professionalità devono essere ribadite con forza e grande chiarezza.

3/2.2.1 - Le sessioni di "controllo": diverse metodologie di conduzione

Accanto alle sessioni sperimentali svolte secondo il "protocollo standard", sono state condotte alcune sessioni secondo diverse modalità.

In particolare, la conduzione standard eseguita dal terapeuta è stata messa a confronto con la sessione libera (senza terapeuta presente). In questo caso, i partecipanti sono stati invitati a seguire le indicazioni previste dal protocollo scritte come istruzioni su cartelli piuttosto che proposte a voce dallo psicologo.

In un altro caso, invece, il gruppo è stato condotto da un operatore naturalistico con interventi a tema "lettura del paesaggio", presso il Rifugio Levi Molinari (montagna).

In tutte queste varianti sono stati mantenuti immutati rispetto alle condizioni sperimentali i percorsi e le tempistiche con cui sono stati alternati i periodi di sosta a quelli di cammino.

Il quadro riepilogativo delle sessioni sperimentali:

Luogo	con Terapeuta		con Cartelli		con Operatore	
	n°	partecipanti	n°	partecipanti	n°	partecipanti
Montagna	23	528	1	21	1	18
Collina	3	109	1	16	-	-
Parchi Urbani	7	147	1	16	-	-
Totale	33	784	3	53	1	18

Le misure psico-fisiologiche

State-Trait Anxiety Inventory, forma abbreviata (abbreviated ASTAI-Y), un questionario auto-somministrato formato da 40 item che propone delle definizioni e chiede al soggetto di quantificare la frequenza con cui manifesta quelle sensazioni su una scala Likert a quattro punti (da "quasi mai" a "quasi sempre"). Il test è composto da due scale: la scala "ansia di tratto" indaga il livello di ansia provato abitualmente e la tendenza a percepire le situazioni stressanti come minacciose e pericolose; la scala "ansia di stato" esplora l'ansia come esperienza limitata in un determinato periodo di tempo e caratterizzata da insicurezza, impotenza e preoccupazione. Quest'ultima scala è stata somministrata sia prima sia dopo l'esperienza in natura..

Profile Of Mood States, forma abbreviata (abbreviated POMS); un questionario nel quale il partecipante deve rispondere alla domanda "come ti senti in questo momento?" in riferimento a 40 aggettivi, su una scala Likert a 5 punti, da "per niente" a "moltissimo". Gli item definiscono sei fattori: fattore T (Tensione - Ansia), fattore D (Depressione - Avvilimento), fattore A (Aggressività - Rabbia), fattore V (Vigore - Attività), fattore S (Stanchezza - Indolenza), fattore C (Confusione - Sconcerto). Il questionario fornisce una misura sensibile degli effetti di varie condizioni sperimentali, ed è stato somministrato sia prima sia dopo l'esperienza in natura.

Hearth Rate Variability, HRV, misura la variabilità interbattito, consente di valutare indirettamente il rischio di aritmie cardiache e/o di infarto, la presenza di distonia neurovegetativa (bilanciamento dell'attività del sistema nervoso simpatico e parasimpatico), il livello di adrenalina e noradrenalina (importanti ormoni liberati in risposta allo stress).

Dati socio-demografici, i dati raccolti attraverso un questionario preliminare compilato dai partecipanti, hanno inoltre permesso di ottenere una grande mole di informazioni sociodemografiche e di carattere personale, quali genere, età, altezza e peso, professione, titolo di studio, ambiente di residenza, abitudini (fumo, sport, alimentazione, qualità della vita, ...), eventuali patologie, stile di vita e familiarità con le esperienze in natura.

L'analisi è tutt'ora in corso, e permetterà di verificare l'esistenza di eventuali associazioni tra le caratteristiche degli ambienti boschivi e l'effetto sul benessere psico-fisico dei partecipanti, così come di individuare eventuali elementi predittori.



In alto a sx: inizio percorso TF al Rifugio Porta; in alto a dx: momenti di TF al Parco Sempione a Milano; sopra: parte del percorso TF al Parco del Mincio a Mantova; di lato: il punto di ritrovo al Rifugio Terz'Alpe con la terapeuta pronta - ph Francesco Meneguzzo

Pagina a destra in alto: momento di debriefing al Bivacco al Piano - Ligonchio; in basso: primi momenti al Parco Ferrari a Modena - ph Francesco Meneguzzo



3/2.2.2 - La struttura attuale del Gruppo Psicologi CAI (aggiornato a giugno 2022)

Il gruppo di psicologi CAI ha assicurato fino ad ora il servizio "volontaristico" per tutta l'attività sperimentale e continuerà a svolgerlo nelle nuove aree obiettivo del nostro progetto con una disponibilità sempre molto elevata, motivata dalla volontà di partecipare a un progetto molto importante anche per il loro personale lavoro.

Parallelamente ogni terapeuta contribuisce a rendere operativi i siti sperimentali che sono stati qualificati per diventare Stazioni di Foresta Terapeutica. Svolgono questo lavoro con le Sezioni CAI e anche per iniziativa personale. Infatti la messa in opera dei siti già qualificati rientra negli obiettivi che interessano il 2022.

In funzione della personale disponibilità, alcuni di loro si stanno rendendo disponibili a formare i nuovi terapeuti necessari nei nuovi siti del Centro e del Sud, così come è già successo per la Sicilia.

Nome	Sezione CAI	Indirizzo e.mail
Becheri Francesco	Prato	ricerca@terapiaforestale.it
Butti Ilaria	Firenze	ilariaraika@hotmail.it
Costigliola Pasquale	Domegge di Cadore (BL)	pascos@libero.it
Debolini Anna Maria	Valdarno Superiore (FI)	a.debolini@virgilio.it
Fasanella Maria Antonietta	Messina	mariaanton.fasanella@virgilio.it
Ferrari Mila	Castelnovo ne' Monti (RE)	mila.ferrari@libero.it
Garberi Patrizia	Pietrasanta (LU)	patriziagarberi@gmail.com
Mascia Cristina	Bologna	cristina.mascia3@gmail.com
Mingolla Silvia Stefania	Torino	stefania.m.92@gmail.com
Pellegrinelli Vivian	Bergamo	vivianpellegrinelli@gmail.com
Penati Valentina	Sondrio	valentina@valentinapenati.it
Piazza Annarita	Imola (BO)	a.piazza@avala.it
Pillinini Erica	Tolmezzo (UD)	erica.pillinini@gmail.com
Roncoroni Anna	Como	anna.roncoroni@hotmail.com
Rossi Maria Rita	Alatri (FR)	mariaritarossi00@gmail.com
Sciavarello Florinda	Giarre (CT)	florindas@tiscali.it
Trevisanato Anna	Mirano (VE)	anna.trevisanato@gmail.com
Venturelli Emanuela	Reggio Emilia	venturelli.emanuela@hotmail.it
Zamponi Anna Maria	Torino	annamaria.zamponi@gmail.com

Note sugli autori

Francesco Becheri - Referente Psicologo Progetto CAI-CNR-CERFIT - ricerca@tera-piaforestale.it

Emanuela Venturelli - Gruppo Psicologi del CAI - venturelli.emanuela@hotmail.it

Anna Roncoroni - Gruppo Psicologi del CAI - anna.roncoroni@hotmail.com

Vivian Pellegrinelli - Gruppo Psicologi del CAI - vivianpellegrinelli@gmail.com

Valentina Penati - Gruppo Psicologi del CAI - valentina@valentinapenati.it

Patrizia Garberi - Gruppo Psicologi del CAI - patriziagarberi@gmail.com

Anna Maria Debolini - Gruppo Psicologi del CAI - a.debolini@virgilio.it

Pasquale Costigliola - Gruppo Psicologi del CAI - paskos@libero.it

Ilaria Butti - Gruppo Psicologi del CAI - ilariaraika@hotmail.it

Anna Maria Zamponi - Gruppo Psicologi del CAI - annamaria.zamponi@gmail.com

Bibliografia

1. Spielberger, C.D. Manual for the State-Trait Anxiety Inventory; Consulting Psychologists Press: Palo Alto, CA, USA, 1983
2. Grove, R.; Prapavessis, H. Preliminary evidence for the reliability and validity of an abbreviated Profile of Mood States. *Int. J. Sport Psychol.* 1992, 23, 93–109



Momenti di Terapia Forestale al Rifugio Eremo dei Romiti - ph Giovanni Margheritini



Momento delle misure fisiologiche (HRV) al Rifugio Levi Molinari (TO) con i medici del CAI - ph Francesco Meneguzzo

3/2.3 - Caratterizzazione ambientale ed effetti delle sessioni di terapia forestale sui livelli di ansia

di Marta Borgi, Barbara Collacchi, Francesca Cirulli, Giulio Betti, Federica Zabini, Francesco Centritto, Francesco Meneguzzo

Caratterizzazione ambientale

Le misure sulla composizione chimica dell'aria forestale, raccolte secondo le metodologie illustrate in Sezione 2/2, sono state eseguite su 30 siti nel periodo da giugno a ottobre 2021 (complessivamente, 33 giornate), durante gli orari (in ora legale) 09:00-10:00, 11:30-12:30 e 14:00-15:00. Di seguito, si considereranno per ragioni di sintesi le sole misure del periodo orario 14:00-15:00, in cui spesso (ma non sempre) la concentrazione di monoterpeni raggiungeva il livello massimo rispetto ai periodi orari considerati.

Sono state analizzate le concentrazioni totali di inquinanti potenzialmente nocivi per la salute, in particolare i cosiddetti BTEX (benzene, toluene, etilbenzene e xilene), tra i quali il benzene è originato soprattutto dal traffico veicolare e il toluene dalle industrie, e di monoterpeni, composti organici volatili biogenici (BVOC) potenzialmente dotati di attività biologica benefica per la salute umana, come illustrato nelle Sezioni 2/1 e 2/2. I dati sono stati aggregati secondo le categorie di siti boscati e forestali di montagna, di collina/pianura (remoti rispetto ad aree urbane), e di parco urbano. Tali analisi sono state finalizzate alla caratterizzazione comparativa preliminare della qualità e delle proprietà dell'aria presso le suddette categorie di siti.

Inquinanti

Come mostrato in Figura 1, la concentrazione totale media di BTEX nel periodo orario 14-15 (ora legale) era praticamente identica presso le categorie di siti montagna e collina/pianura, intorno a $0.24 \mu\text{g}/\text{m}^3$, esibendo una variabilità relativamente limitata. Presso i parchi urbani, la concentrazione totale media di inquinanti era nettamente superiore, intorno a $0.82 \mu\text{g}/\text{m}^3$, quindi circa 3.5 volte più elevata, sebbene con una variabilità molto elevata.

I livelli di concentrazione totale di inquinanti volatili (BTEX), insieme alla concentrazione di benzene, prodotto prevalentemente dal traffico, e di toluene, prodotto principalmente da industrie, sono mostrati in Figura 2, limitatamente ad alcuni siti di montagna e in ordine

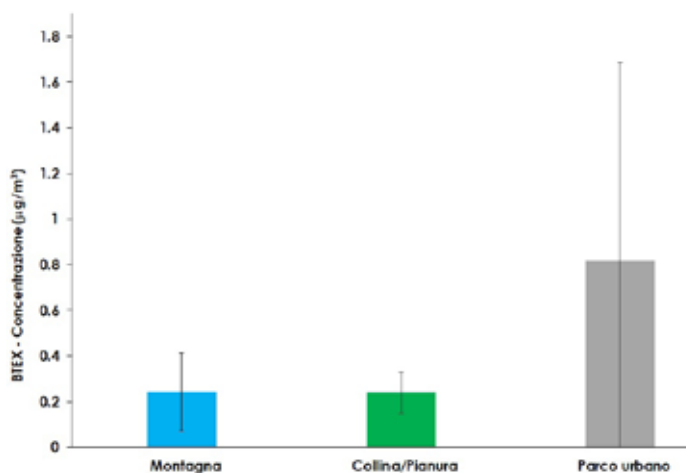


Figura 1. Livelli di concentrazione totale di inquinanti, espressi come BTEX, alle ore 14-15, aggregati sulle categorie di siti "collina/pianura", "montagna" e "parco urbano" (media \pm SE)

discendente di concentrazioni totali. Spiccano le elevate concentrazioni di BTEX presso il Rifugio Terz'Alpe, con prevalenza di toluene, verosimilmente legate alla prossimità rispetto alla Pianura Padana e alle relative aree industriali. Analoga considerazione vale per il rifugio Pian delle Bosse, prossimo alla costa ligure, e ai Rifugi Carlo Porta, Alpe Corte ed Eremo dei Romiti, non lontani dalle aree industriali della Pianura Padana e del Veneto settentrionale, tuttavia caratterizzati da concentrazioni di inquinanti volatili nettamente inferiori rispetto al Rifugio Terz'Alpe. Tutti gli altri siti, eccetto i Rifugi La Calla e Città di Forlì sono caratterizzati da concentrazioni di BTEX inferiori, generalmente con prevalenza relativa di benzene prodotto dal traffico. La concentrazione di quest'ultimo inquinante risulta relativamente superiore proprio presso il Rifugio La Calla, collocato in prossimità di una strada statale e di un parcheggio in corrispondenza del valico, tanto da collocarlo in seconda posizione. Infine, come atteso, i siti caratterizzati da concentrazioni di inquinanti inferiori, tutti appenninici salvo il Rifugio Pordenone, da Lago Santo Modenese (con il livello minimo di concentrazioni osservate) a Bivacco Il Piano – Ligonchio, sono anche i più remoti rispetto sia alle aree industriali sia a importanti direttrici di traffico.

Sebbene il grafico rappresentato in Figura 2 (pagina a lato) fornisca utili indicazioni preliminari, la limitazione a un solo giorno delle misure effettuate presso ciascuno dei siti montani considerati induce tuttavia alla cautela rispetto a un'interpretazione diretta in termini di classificazione accurata del livello di inquinamento presso i medesimi siti.

Monoterpeni

Come mostrato in Figura 3, la concentrazione totale media di monoterpeni nel periodo orario 14-15 (ora legale) era mediamente più elevata presso le categorie di siti collina/pianura ($0.40 \mu\text{g}/\text{m}^3$), tuttavia con una variabilità molto alta, seguita dalla concentrazione media osservata presso la categoria montagna ($0.25 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e parco urbano ($0.13 \mu\text{g}/\text{m}^3$), tali due ultime categorie esibendo una variabilità più limitata. La concentrazione media di monoterpeni presso i parchi urbani era quindi circa la metà rispetto a quella osservata in montagna.

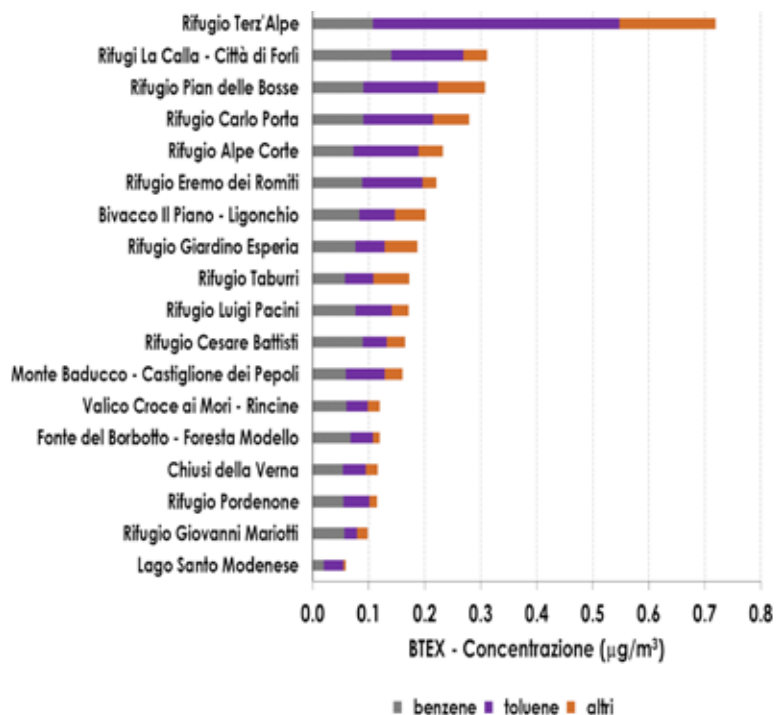


Figura 2. Livelli di concentrazione totale e di alcuni monoterpeni, normalizzati per l'emissione alla temperatura di 20°C, per alcuni siti di montagna

Come illustrato in Sezione 2/2, tuttavia, l'emissione di monoterpeni dipende marcatamente, in un dato momento della stagione e a parità di specie arboree, almeno dai livelli di temperatura dell'aria e di radiazione solare. Trascurando, in prima approssimazione e per semplicità, gli effetti stagionali, delle diverse specie arboree e della radiazione solare, ci limitiamo a considerare i soli effetti della temperatura, secondo la relazione consolidata in letteratura scientifica (Guenther et al., 1993), riprodotta di seguito: $M = M_s \cdot \exp[\beta \cdot (T - T_s)]$, dove M è la velocità di emissione dei monoterpeni alla temperatura T espressa in gradi Kelvin (K), M_s è l'emissione standard alla temperatura di 30°C (303.15K), e β è un coefficiente empirico fissato al valore di 0.1. Si assume inoltre la temperatura di 20°C (293.15K) come la temperatura ideale ai fini del comfort meteorologico,

alla quale è opportuno normalizzare, nei limiti delle assunzioni precedenti, i livelli osservati delle concentrazioni totali di monoterpeni. Per mezzo dei dati meteorologici estratti dai database di rianalisi globale a tutti i livelli di pressione e alla risoluzione spaziale orizzontale di 0.25°x0.25° (ERA5), e presso il suolo alla risoluzione spaziale orizzontale di 0.1°x0.1° (ERA5-Land), e ulteriormente processati per l'adeguamento alla quota effettiva del sito di misura delle concentrazioni dei monoterpeni, sono stati normalizzati tutti i dati di concentrazione totale di monoterpeni alla temperatura di 20°. Questi ultimi risultati normalizzati sono mostrati in Figura 4. Si osserva che le concentrazioni totali di monoterpeni aumentano nettamente in montagna (0.28 µg/m³), dove le temperature sono di solito significativamente inferiori rispetto alle aree di collina/pianura e soprattutto rispetto ai parchi urbani, e una consistente riduzione dei medesimi livelli di concentrazione sia nei siti di collina/pianura (0.23 µg/m³), che presso i parchi urbani (0.10 µg/m³), in quest'ultimo caso riducendosi quindi a poco più di 1/3 rispetto ai siti di montagna.

I livelli di concentrazione totale di monoterpeni, insieme alla concentrazione di alcuni monoterpeni specifici rilevanti rispetto ad attività biologiche, normalizzati per l'emissione alla temperatura di 20°C, sono mostrati in Figura 5, limitatamente ad alcuni siti di montagna e in ordine discendente di concentrazioni totali. Emerge ancora più chiaramente l'ampia variabilità delle concentrazioni di monoterpeni presso siti di montagna, rispetto sia al totale che alle singole molecole. Alcuni siti mostrano inoltre concentrazioni totali di monoterpeni molto più alte degli altri. Presso il Rifugio La Calla, in Alto Casentino, la concentrazione raggiunge il livello di 1.6 µg/m³, con netta prevalenza di α -pinene (emesso dalle conifere), quasi il triplo rispetto al secondo sito – Rifugio Luigi Pacini sull'Appennino Pratese (prevalenza di α -pinene e limonene,

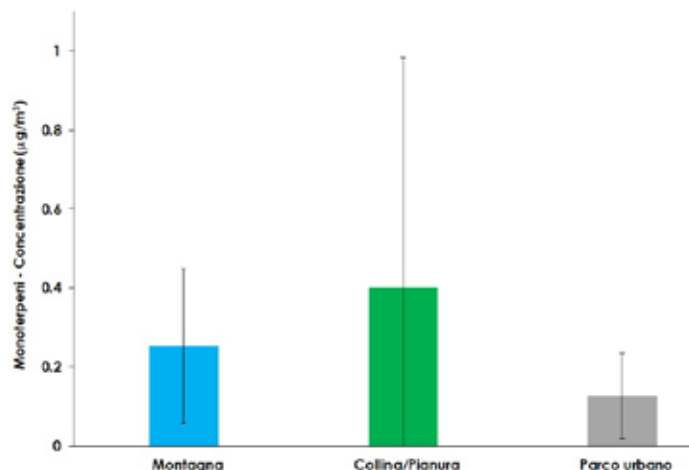


Figura 3. Livelli di concentrazione totale di monoterpeni, alle ore 14-15, aggregati sulle categorie di siti "collina/pianura", "montagna" e "parco urbano" (media ± SE)

ambidue emessi dalle conifere) – a sua volta seguito a breve distanza dal Bivacco Il Piano sull'Alto Appennino Reggiano, dove, grazie alla foresta pura di faggio, prevalgono o-cimene e sabinene. Si osserva anche che, tra gli 11 siti caratterizzati dalle maggiori concentrazioni di monoterpeni, 10 appartengono alla catena appenninica o alle Alpi Liguri (Rifugio Pian delle Bosse).

Rispetto ai 3 siti caratterizzati dalle più basse concentrazioni totali di monoterpeni, tutti situati sull'Appennino settentrionale, occorre osservare che le misure presso Fonte del Borbotto – Foresta Modello e Lago Santo Modenese furono eseguite intorno a metà settembre, quando la specie arborea ivi prevalente, il faggio, si avviava verso il riposo vegetativo. È interessante osservare, presso i Rifugi La Calla e Città di Forlì, caratterizzati dalle massime concentrazioni osservate, l'assenza di sabinene, nonostante che la vegetazione locale veda la compresenza di conifere (abete bianco) e faggio, quest'ultimo responsabile delle emissioni di sabinene. Il periodo delle misure presso questi due rifugi, a metà del mese di ottobre, avvalorava l'ipotesi di un marcato effetto stagionale rispetto alle emissioni dal faggio.

Le misure presso il Rifugio Giovanni Mariotti al Lago Santo Parmense furono eseguite nella prima metà di agosto ma in una giornata caratterizzata da forte vento, nebbia, e temperature locali nettamente inferiori rispetto a quelle ricostruite per mezzo dei database di rianalisi globale.

Anche i limitati livelli di concentrazione di monoterpeni presso il Rifugio Terz'Alpe, situato nelle Prealpi comasche e caratterizzato dalla prevalenza di specie arboree di latifoglie, sono verosimilmente condizionati dal periodo delle misure alla fine del mese di settembre.

Alla luce di quanto sopra esposto, e delle limitazioni intrinseche della procedura di normalizzazione delle concentrazioni di monoterpeni, il grafico rappresentato in Figura 5, sebbene fornisca utili indicazioni preliminari, non può essere interpretato in termini di una classificazione accurata della vocazione ambientale dei diversi siti montani rispetto agli effetti potenziali sulla salute umana.

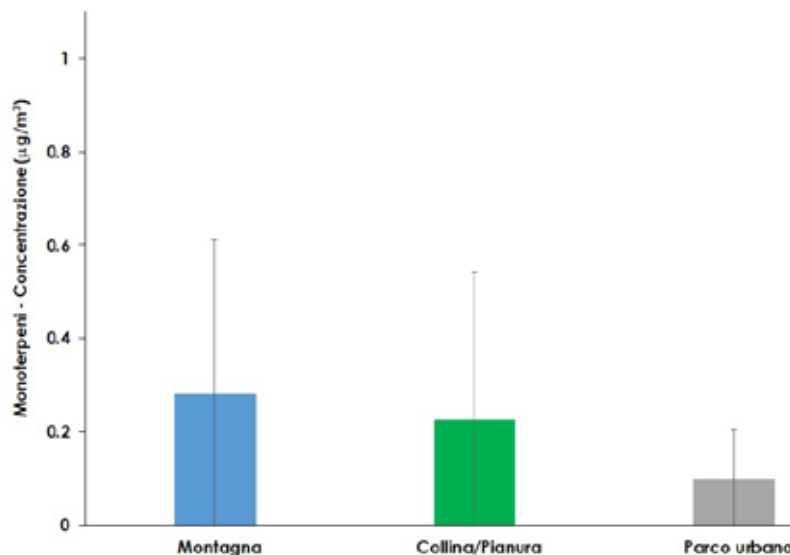


Figura 4. Livelli di concentrazione totale di monoterpeni, alle ore 14-15, normalizzati per l'emissione alla temperatura di 20°C e aggregati sulle categorie di siti "collina/pianura", "montagna" e "parco urbano" (media ± SE)

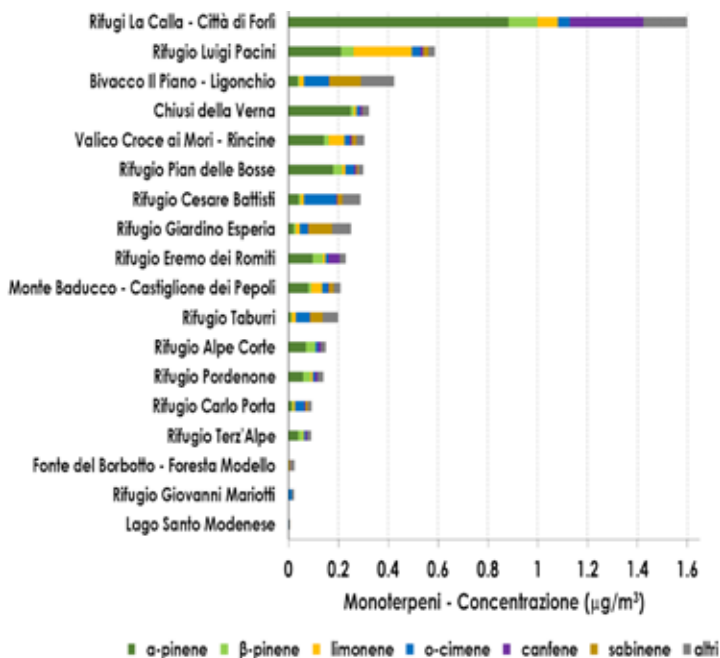


Figura 5. Livelli di concentrazione totale e di alcuni monoterpeni, normalizzati per l'emissione alla temperatura di 20°C, per alcuni siti di montagna

Effetto delle sessioni sui livelli di ansia

Partecipanti alle sessioni sperimentali

I risultati preliminari si riferiscono a un campione di partecipanti di numerosità pari a 718 soggetti, per i quali sono state ottenute misure complete (ansia "di stato" prima e dopo le sessioni attraverso la scala STAI, State-Trait Anxiety Inventory, si veda BOX "Le misure psico-fisiologiche"). Per quanto riguarda l'analisi del sesso dei partecipanti, questa si riferisce a un sottocampione di 576 per i quali si è ottenuta l'informazione riguardante il sesso. Le rilevazioni furono eseguite ai sensi del parere del Comitato Etico del CNR in data 21 ottobre 2021.

Metodo di analisi

Al fine di valutare l'effetto delle sessioni sui livelli di ansia, sul campione completo sono state eseguite una serie di ANOVA a modello misto (misure ripetute: Pre- e Post-intervento) con il livello di ansia di stato come variabile dipendente. Nelle analisi sono state inserite come variabili indipendenti (fattori tra soggetti) le seguenti: Sesso dei partecipanti (M, F), Età dei partecipanti (<45 anni, 45-55 anni e > 55 anni) e Tipo di sito (Montagna, Collina/Pianura, Parco urbano). Le stesse analisi sono state eseguite su un campione più ristretto (n=62), rappresentato dai dati relativi a due siti in cui le sessioni di terapia forestale sono

state eseguite sia con "protocollo standard" (presenza di un terapeuta) sia in maniera "libera" o autogestita in due giornate diverse. È importante notare che le esperienze autogestite erano in realtà "guidate" da iscrizioni riportate su appositi cartelli e redatte dagli stessi professionisti psicologi o psicoterapeuti che hanno condotto le sessioni regolari.

Risultati preliminari Tutte le analisi eseguite hanno mostrato un effetto positivo della sessione sui livelli di ansia (ansia di stato misurata con la scala STAI). Nello specifico, si è evidenziata una riduzione altamente significativa ($p < 0.0001$) dalla rilevazione alla baseline (Pre-sessione, arrivo al sito) alla rilevazione Post-sessione (immediatamente dopo l'esperienza in natura). Le analisi avevano anche lo scopo di valutare se questo effetto positivo sui livelli di ansia fosse mediato da alcune variabili, nello specifico dalle caratteristiche dei partecipanti (genere ed età) e da specifiche caratteristiche legate allo svolgimento della sessione (tipo di sito e gestione della sessione).

Sesso dei partecipanti. Come mostrato in Figura 6, nei partecipanti di entrambi i sessi ($M=192$, $F=384$) si assiste a una riduzione dei livelli di ansia di stato a seguito della sessione. Tuttavia le donne partivano (baseline) da livelli di ansia più alti rispetto agli uomini, una differenza che non è più evidente nella valutazione post-sessione (effetto dell'interazione tempo* sesso: $F(1.574)=13.635$; $p=0.0002$).

Età dei partecipanti

Come mostrato in Figura 7, nei partecipanti di tutte le fasce di età (al di sotto di 45 anni = 150 partecipanti, tra 45 e 55 anni = 123 partecipanti, oltre 55 anni = 340 partecipanti) si osserva una riduzione dei livelli di ansia di stato a seguito della sessione. Nonostante prima della sessione i livelli di ansia di stato risultino più elevati nella fascia di età inferiore (< 45 anni), medi nella fascia di età intermedia (45-55 anni) e più bassi nella fascia di età superiore (> 55 anni), in seguito

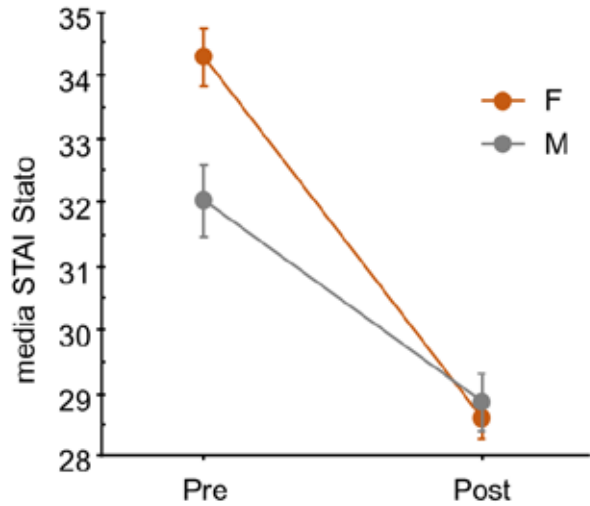


Figura 6. Livelli di ansia di stato (media \pm SE) Pre- e Post-sessione nei partecipanti di sesso femminile (arancione) e maschile (grigio)

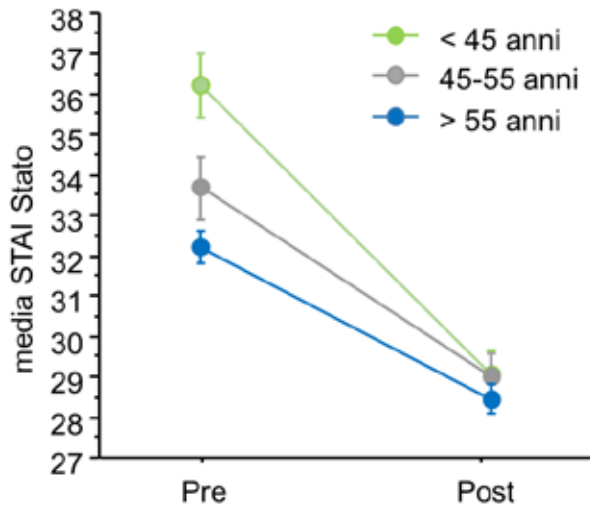


Figura 7. Livelli di ansia di stato (media \pm SE) Pre- e Post-sessione nei partecipanti suddivisi in base all'età: al di sotto di 45 anni (verde), tra 45 e 55 anni (grigio), oltre 55 anni (blu)

alla sessione tali differenze tendono a scomparire (effetto dell'interazione tempo*età: $F(2.610)=10.420$; $p<0.0001$).

Tipo di sito (Montagna, Collina/Pianura, Parco urbano)

Come mostrato in Figura 8, nei partecipanti alle sessioni svolte in tutte le tipologie di sito (Montagna = 400, Collina/Pianura = 77, Parco urbano = 136) si osserva una riduzione dell'ansia di stato a seguito dell'esperienza in natura. Esiste tuttavia una differenza nei livelli di ansia tra i partecipanti alle sessioni nei parchi urbani e nei siti di collina/pianura rispetto ai partecipanti alla sessione in montagna che mostrano il livello di ansia di stato più basso. Questo effetto è indipendente dal tempo di rilevazione (tanto pre- che post-sessione) mentre dipende dal luogo dove avviene la sessione (effetto principale del sito: $F(2.610)=4.085$; $p=0.0173$).

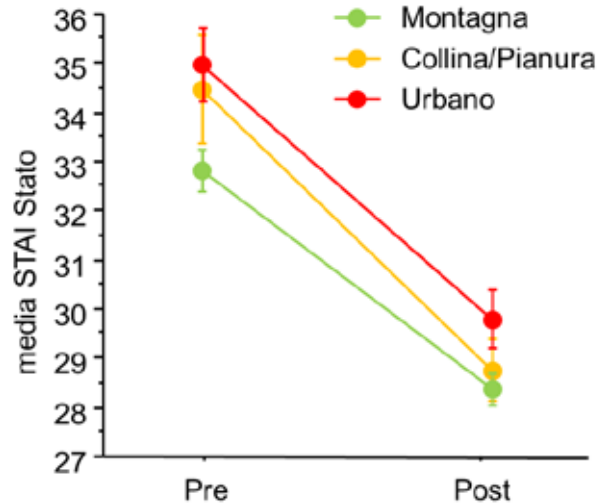


Figura 8. Livelli di ansia di stato (media \pm SE) Pre- e Post-seduta nei partecipanti in base al tipo di sito della seduta: montagna (verde), collina/pianura (giallo), parco urbano (rosso)

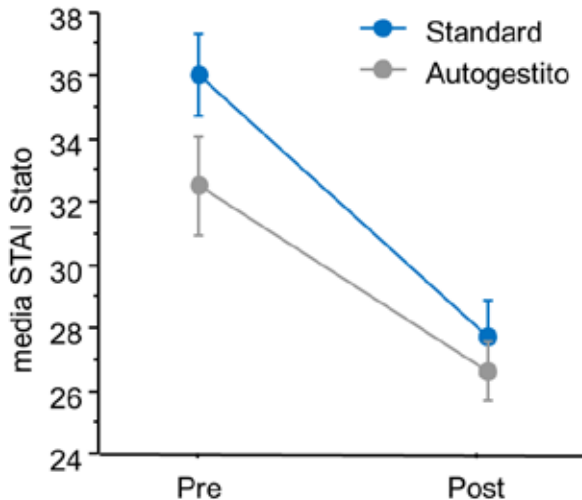


Figura 9. Livelli di ansia di stato (media \pm SE) Pre- e Post-seduta nei partecipanti in base alla gestione della seduta: standard (blu), autogestita (grigio)

Gestione (Autogestito vs Standard)

Come mostrato in Figura 9, i partecipanti alle sessioni effettuate sia in maniera autogestita ($N=32$) sia con protocollo standard ($N=30$) mostrano una riduzione dei livelli di ansia di stato a seguito dell'esperienza in natura. Nonostante prima della sessione i partecipanti alla gestione standard sembrerebbero mostrare un livello di ansia di stato superiore rispetto ai partecipanti alla gestione libera, per poi ridursi in seguito alla sessione, questo effetto non raggiunge la significatività statistica, probabilmente a causa del campione ridotto (effetto dell'interazione tempo*gestione: $F(1.60)=1.443$; $p=0.2345$).

Discussione

Gli effetti benefici che derivano dall'esposizione ad ambienti naturali (soprattutto ambienti forestali) sono noti da lungo tempo, e in alcuni paesi quella che viene definita "terapia forestale" ha un ruolo riconosciuto nella prevenzione della salute mentale, anche grazie a una crescente produzione scientifica in merito ai suoi effetti benefici a livello psicologico e fisiologico. I dati preliminari qui presentati e raccolti su un campione molto ampio, confermano l'effetto di sessioni di immersione in natura (in aree forestali montane, collinari e di pianura, nonché in parchi urbani) sulla salute mentale, nello specifico su una misura di ansia (ansia di "stato") misurata attraverso una scala validata e riconosciuta a livello internazionale. Nello specifico, i dati mostrano come, anche a fronte di livelli di ansia dei partecipanti molto differenti alla baseline (prima dell'inizio della sessione), l'esperienza in natura svolta nell'ambito di una sessione standardizzata, è in grado di annullare queste differenze. Quest'ultimo effetto – la convergenza dei livelli di ansia di stato verso un medesimo livello in seguito alle sessioni – assume un significato molto importante, prefigurando un ruolo significativo degli ambienti naturali rispetto al costrutto psicologico dell'ansia. Tale ruolo potrebbe derivare da un generale effetto di rilassamento, anche suggerito precedentemente nella letteratura scientifica (Lee et al., 2014; Lee et al., 2018; Furuyashiki et al., 2019), e che trova in questi dati una potenziale conferma.

Come atteso da dati precedenti (si veda per esempio Altemus et al., 2014; UNICEF, 2021), nelle donne e nelle fasce di età più giovani sono stati riscontrati livelli di ansia maggiori. Nel caso delle donne, sia fattori biologici (variazioni ormonali), che psico-comportamentali (ad esempio, le donne hanno una maggiore tendenza alla ruminazione negativa), nonché fattori socioculturali (minore probabilità di ricoprire ruoli sociali e di ottenere risorse e opportunità) sono all'origine dei più alti tassi di depressione e ansia riscontrati in questa fascia della popolazione. Dai nostri dati emerge come il contatto con la natura (soprattutto quando accompagnato nell'ambito di sessioni strutturate) sia in grado di abbassare i livelli di ansia nelle donne, rappresentando perciò una potenziale strategia preventiva per il benessere psicologico della popolazione generale.

Inoltre, l'attuale crisi sociale ed economica dovuta all'impatto della pandemia da COVID-19 (e misure sociali di contenimento ad essa correlate), hanno avuto impatti durissimi soprattutto nelle fasce di età più giovani (*Youth in Europe Report, 2021*). Infatti gli adolescenti e i giovani adulti di tutto il mondo hanno subito interruzioni nella routine quotidiana e sono stati esposti a diversi fattori di rischio per il disagio psicologico e per la salute mentale, tra cui un prolungato isolamento sociale, la perdita di reddito, l'aumento dello stress familiare e la diminuzione delle interazioni con i coetanei. Di conseguenza, sono stati riportati tassi più elevati di ansia e depressione rispetto al periodo pre-pandemico (Racine et al., 2021). Inoltre, la quarantena è stata associata a stili di vita non salutari (dieta malsana, uso di alcol e cannabis, inattività fisica, e tempo passato davanti allo schermo) (Bentlage et al., 2020; Jones et al., 2021). È molto importante quindi progettare e finanziare interventi per quella che è stata definita la "Generazione Covid". I nostri dati, insieme ad altre evidenze scientifiche, suggeriscono come uno stile di vita attivo e il contatto con la natura siano elementi molto promettenti per la promozione della salute fisica e mentale dei giovani. Attraverso specifiche attività educative,

gli interventi condotti in natura sono anche in grado di promuovere atteggiamenti pro-ambientali in questa fascia di età, un tema particolarmente importante se si considera l'attuale crisi climatica.

Le analisi qui presentate rappresentano anche un primo tentativo di esplorazione su quali caratteristiche dell'intervento possano avere un impatto maggiore sulla sua efficacia. I dati mostrano, nel caso dello svolgimento di sessioni in ambito montano (siti remoti), livelli inferiori di ansia nei partecipanti (indipendentemente dal tempo, effetto principale del sito), rispetto alle sessioni svolte sia in ambito collinare/pianura che nel parco urbano. Questo effetto può essere spiegato in base al rilassamento indotto dall'avvicinamento all'ambiente montano e naturale. Le sessioni di terapia forestale condotte nei diversi siti hanno tuttavia un effetto di abbassamento del livello di ansia alla fine delle sessioni, evidenziando un effetto omeostatico e di riduzione dell'arousal della terapia forestale. Questa evidenza suggerisce come lo stesso ambiente in cui viene svolta l'immersione in natura possa esercitare un effetto sullo stato emozionale delle persone.

I dati sugli effetti delle sessioni autogestite (guidate dalla cartellonistica e non direttamente dal terapeuta), classificabili anche come "bagni di foresta", non permettono ancora di trarre conclusioni definitive sul valore aggiunto determinato dalla presenza attiva di un facilitatore/conducente sull'efficacia di interventi svolti in ambienti naturali, suggerendo preliminarmente il ruolo dominante dell'ambiente stesso.

Le analisi delle concentrazioni totali di inquinanti (BTEX) e della classe di BVOC nota come monoterpeni, hanno consentito di definire la funzionalità ambientale nettamente superiore dei siti forestali situati in montagna, in particolare rispetto ai parchi urbani, in virtù delle minime concentrazioni di BTEX e delle massime concentrazioni di monoterpeni, queste ultime in particolare qualora normalizzate alla temperatura di 20°C. È interessante osservare che le concentrazioni di BTEX presso i siti forestali di collina/pianura sono risultate praticamente indistinguibili, in media, da quelle osservate in montagna, probabilmente anche in relazione al fatto che alcuni dei siti montani considerati erano prossimi alla Pianura Padana, soggetti quindi a consistente trasporto di inquinanti, mentre i siti di collina/pianura erano generalmente remoti rispetto a importanti sorgenti di inquinanti. Infine, rispetto alle concentrazioni di monoterpeni, emerge l'importanza dell'estensione dell'area boschiva o forestale, quindi della sorgente dei monoterpeni stessi, che ovviamente è molto superiore presso i siti montani.

Conclusioni

L'attuale crisi sanitaria ed economica sta indirizzando un crescente numero di persone verso l'ambiente naturale. A causa della chiusura di scuole, luoghi di lavoro e strutture ricreative al coperto (come palestre, bar e ristoranti), gli spazi verdi sono stati infatti uno dei pochi luoghi rimasti accessibili durante i periodi di lockdown. L'ambiente naturale (con i complessi boschivi e le aree forestali a svolgere un ruolo di primo piano) viene sempre più riconosciuto come un fattore protettivo, in grado di promuovere la resilienza e l'adattamento allo stress, ed essere quindi di vitale importanza per la salute mentale della popolazione generale. Anche la comunità scientifica sempre più riconosce l'importanza dell'esposizione ad ambienti naturali con effetti benefici diretti su ansia e depressione,

ma anche indiretti, come la promozione dell'attività fisica e della socializzazione (si veda anche il capitolo conclusivo del libro).

Elaborazioni preliminari dei dati raccolti nel corso della grande campagna sperimentale del 2021 indicano il ruolo di primo piano degli ambienti naturali rispetto a una riduzione dei livelli di ansia di stato, indipendentemente dal genere, dall'età, dalla collocazione del sito e dalla presenza attiva del terapeuta alla conduzione delle sessioni. I parchi urbani, appaiono capaci, al pari di altri ambienti, di ripristinare i livelli normali di ansia. Visto il crescente grado di urbanizzazione, tali dati sono una importante indicazione delle potenzialità ristorative degli ambienti naturali cittadini, quali i parchi urbani, rispetto all'ansia, soprattutto in fasce della popolazione più vulnerabili quali le donne e i giovani. È importante sottolineare, in ogni caso, che anche nelle sessioni autogestite, i partecipanti sono stati guidati da apposita cartellonistica preparata dagli stessi terapeuti e specifica per ogni singolo sito. In futuro, nel caso di sessioni di terapia forestale gestite dal servizio sanitario nazionale, la presenza attiva di un operatore specificamente formato sarà indispensabile.

Le analisi preliminari dei dati di concentrazione di inquinanti, nocivi per la salute, e di monoterpeni, benefici per la salute, evidenziano infine la netta superiorità in termini di funzionalità ambientale dei siti montani, soprattutto rispetto ai parchi urbani; tuttavia, adeguati siti collinari o di pianura, remoti rispetto alle sorgenti di inquinanti e dotati di sufficiente copertura forestale, risultano soltanto di poco inferiori ai siti montani per quanto riguarda la funzionalità ambientale.

Studi futuri dovrebbero caratterizzare in maniera sempre più dettagliata tali interventi e i siti nei quali si svolgono e studiarne l'efficacia per diverse fasce di popolazione. Il tema è di estrema rilevanza se si considera che più della metà della popolazione mondiale attualmente vive in un ambiente urbano, un fenomeno in crescita esponenziale.

Note sugli autori

Marta Borgi - Istituto Superiore di Sanità - marta.borgi@iss.it

Barbara Collacchi - Istituto Superiore di Sanità - barbara.collacchi@iss.it

Francesca Cirulli - Istituto Superiore di Sanità - francesca.cirulli@iss.it

Giulio Betti - Istituto per la Bioeconomia del CNR - Firenze, Consorzio LaMMA - giulio.betti@cnr.it

Federica Zabini - Istituto per la Bioeconomia del CNR - federica.zabini@ibe.cnr.it

Francesco Centritto - Istituto per la Bioeconomia del CNR - francesco.centritto@ibe.cnr.it

Francesco Meneguzzo - Istituto per la Bioeconomia del CNR - francesco.meneguzzo@ibe.cnr.it

Bibliografia

1. Spielberger, C. D., Sydeman, S. J., Owen, A. E., & Marsh, B.J. Measuring anxiety and anger with the State-Trait Anxiety Inventory (STAI) and the State-Trait Anger Expression Inventory (STAXI). In The use of psychological testing for treatment planning and outcomes assessment; Lawrence Erlbaum Associates Publishers, 1999; pp. 993-1021

2. Grove, R.; Prapavessis, H. Preliminary evidence for the reliability and validity of an abbreviated Profile of Mood States. *Int. J. Sport Psychol.* 1992, 23, 93–109
3. Kotte, D.; Li, Q.; Shin, W.S.; Michalsen, A. (2019). *International Handbook of Forest Therapy*. Cambridge Scholars Publishing
4. Guenther, A.B., Zimmerman, P.R., Harley, P.C., Monson, R.K. and Fall, R., 1993. Isoprene and monoterpene emission rate variability: model evaluations and sensitivity analyses. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 98(D7), pp.12609-12617
5. ERA5 Hourly Data on Pressure Levels from 1979 to Present Available online: <https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/dataset/reanalysis-era5-pressure-levels?tab=overview>
6. ERA5-Land Hourly Data from 1950 to Present Available online: <https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/dataset/reanalysis-era5-land?tab=overview>
7. Lee, J.; Tsunetsugu, Y.; Takayama, N.; Park, B.J.; Li, Q.; Song, C.; Komatsu, M.; Ikei, H.; Tyrväinen, L.; Kagawa, T.; et al. Influence of Forest Therapy on Cardiovascular Relaxation in Young Adults. *Evidence-based Complement. Altern. Med.* 2014, 2014, 834360
8. Lee, K.J.; Hur, J.; Yang, K.S.; Lee, M.K.; Lee, S.J. Acute Biophysical Responses and Psychological Effects of Different Types of Forests in Patients With Metabolic Syndrome. *Environ. Behav.* 2018, 50, 298–323
9. Furuyashiki, A.; Tabuchi, K.; Norikoshi, K.; Kobayashi, T.; Oriyama, S. A Comparative Study of the Physiological and Psychological Effects of Forest Bathing (Shinrin-Yoku) on Working Age People with and without Depressive Tendencies. *Environ. Health Prev. Med.* 2019, 24, 46
10. Altemus, M.; Sarvaiya, N.; Neill Epperson, C. (2014). Sex differences in anxiety and depression clinical perspectives. *Front Neuroendocr.* 35, 320–330
11. UNICEF (2021) The Changing Childhood Project - A multigenerational, international survey on 21st century childhood. Disponibile all'indirizzo: <https://www.unicef.org/globalinsight/media/2266/file>
12. Youth in Europe: Effects of COVID-19 on their economic and social situation (2021). Disponibile all'indirizzo: [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2021/662942/IPOL_STU\(2021\)662942_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2021/662942/IPOL_STU(2021)662942_EN.pdf)
13. Racine N, McArthur BA, Cooke JE, Eirich R, Zhu J, Madigan S. Global Prevalence of Depressive and Anxiety Symptoms in Children and Adolescents During COVID-19: A Meta-analysis. *JAMA Pediatr.* 2021;175(11):1142–1150
14. Bentlage, E., Ammar, A., How, D., Ahmed, M., Trabelsi, K., Chtourou, H., & Brach, M. (2020). Practical Recommendations for Maintaining Active Lifestyle during the COVID-19 Pandemic: A Systematic Literature Review. *International journal of environmental research and public health*, 17(17), 6265
15. Jones, E., Mitra, A. K., & Bhuiyan, A. R. (2021). Impact of COVID-19 on Mental Health in Adolescents: A Systematic Review. *International journal of environmental research and public health*, 18(5), 2470



Rifugio Battisti - Appennino settentrionale - ph Francesco Meneguzzo

3/3 - La rete delle Stazioni qualificate

3/3.1 - Le stazioni di Foresta Terapeutica del Club Alpino Italiano

di Giovanni Margheritini

Fin da subito, di pari passo con la sperimentazione scientifica, ci siamo posti l'obiettivo di creare una rete qualificata di Stazioni di Terapia Forestale utilizzando il più possibile la rete dei Rifugi CAI e comunque siti ampiamente conosciuti e utilizzati dalle Sezioni CAI sul territorio, dove realizzare percorsi guidati e selezionati in foresta per proporre e stimolare effetti positivi nei soggetti interessati attraverso esperienze visive, sonore e percettive del contesto naturale in grado di generare un miglioramento nel benessere psicofisico delle persone.

Negli due anni, fortemente condizionati dalla pandemia COVID, abbiamo assistito a una crescente frequentazione della montagna e dei siti forestali all'inseguimento di una ritrovata salute negli ambienti naturali. Questo crescente interesse, anche per la Terapia Forestale, e le opportunità offerte dall'uso del patrimonio forestale in senso salutistico e sanitario, in assenza di un chiaro quadro scientifico di riferimento, rischia di tradursi nella proliferazione di iniziative improvvisate, disomogenee e quasi mai fondate su un approccio rigoroso, che possono compromettere non solo gli esiti attesi legati alla salute, ma anche la componente forestale e ambientale con interventi non corretti e sostenibili.

La selezione di siti nell'ambito delle conoscenze e della rete CAI ha consentito di rispettare molti dei criteri proposti dal CREA e illustrati nel capitolo 4 per la qualificazione di un sito quale stazione di terapia forestale. Inoltre le campagne sperimentali condotte fino ad ora hanno permesso di misurare e verificare la "funzionalità" e le caratteristiche ecologiche e ambientali di diversi siti selezionati.

Per questo sono state individuate i seguenti capitoli di analisi:

1. **Anagrafe del sito:** dove vengono riportati tutti i dati geografici e catastali, le caratteristiche di accesso e le informazioni sulla costruzione con le caratteristiche di abitabilità;
2. **Assetto forestale:** dove vengono descritti gli elementi per la caratterizzazione della fisionomia forestale, i vincoli presenti, l'indicazione degli habitat secondo Rete Natura 2000, la presenza di specie aliene e/o pericolose, i livelli di allergenicità potenziale;
3. **Fauna presente e di passaggio:** dove vengono descritte le presenze per mammiferi, rettili, anfibi, uccelli e insetti, dando indicazione per quelli che sono solo di passaggio e non stanziali.
4. **Emissioni in aria di composti volatili (BVO):** vengono descritte le misurazioni sperimentali effettuate (totali e specifiche) e raffrontate al livello teorico su base vegetazione prevalente;

Complessivamente i siti coinvolti alla fine del 2021 sono stati 35 di cui 13 rifugi di Sezioni CAI, 15 rifugi/siti di Parchi Nazionali e Regionali segnalati e abitualmente utilizzati da Sezioni CAI e 7 Parchi urbani. per un totale di 44 sessioni sperimentali.

Le regioni coinvolte fino alla fine del 2021 sono: Piemonte (2 siti), Liguria (1 sito) Lombardia (5 siti), Veneto (1 sito), Friuli - Venezia Giulia (1 sito), Emilia-Romagna (12 siti), Toscana (11 siti) e Lazio (2 siti).

Rifugi CAI

Rifugio Levi Molinari (Sezione CAI Torino), Rifugio Pian delle Bosse (Sezione CAI Loano), Rifugio Porta (Sezione CAI Milano), Rifugio Alpe Corte (Sezione CAI Bergamo), Rifugio Pordenone (Sezione CAI Pordenone), Rifugio Mariotti (Sezione CAI Parma), Rifugio Battisti (Sezione CAI Reggio Emilia), Rifugio Esperia (Sezione CAI Modena), Rifugio La Calla (Sezione CAI Firenze/Stia), Rifugio Città di Forlì (Sezione CAI Forlì), Rifugio Pacini (Sezione CAI Prato), Rifugio Montanaro (Sezione CAI Maresca), Rifugio Porta Franca (Sezione CAI Pistoia).

Rifugi/Siti segnalati dalle Sezioni CAI in collaborazione con Parchi nazionali/regionali e Comuni

Rifugio Prim'Alpe (Sezione di Canzo con ERSAF), Rifugio dei Romiti (Sezione CAI Domegge in Cadore in collaborazione con Comune di Domegge), Bivacco al Piano – Ligonchio (Sezione di Reggio Emilia in collaborazione con progetto REInVENTA e con Parco Nazionale Tosco Emiliano), Monte Duro (Sezione CAI Reggio Emilia in collaborazione con Comune di Vezzano e con Ente Parchi Emilia Centrale), Rifugi Vittoria e Giovo (Sezione CAI di Modena in collaborazione con Ente Parchi Emilia Centrale), Rifugio Taburri (Sezione CAI Modena in collaborazione con Ente Parchi Emilia Centrale), Monte Baducco (Sezione CAI Bologna e Sottosezione CAI di Castiglione de Pepoli in collaborazione con Comune di Castiglione de Pepoli), Chiusi della Verna (Sezione CAI Arezzo in collaborazione con Comune di Chiusi); Balconevisi (Sezione CAI Valdarno Inferiore in collaborazione con Comune di San Miniato), Pian dei Termini (Stazione sperimentale di Terapia Forestale), Foresta Modello di Rincine e Castagno d'Andrea (Sezione CAI Firenze in collaborazione con Associazione Foresta Modello), Pineta demaniale di Porto Corsini (Sezione CAI Ravenna), Centro Termale Acque di Fiuggi (Sezione CAI Alatri in collaborazione con Comune di Fiuggi).

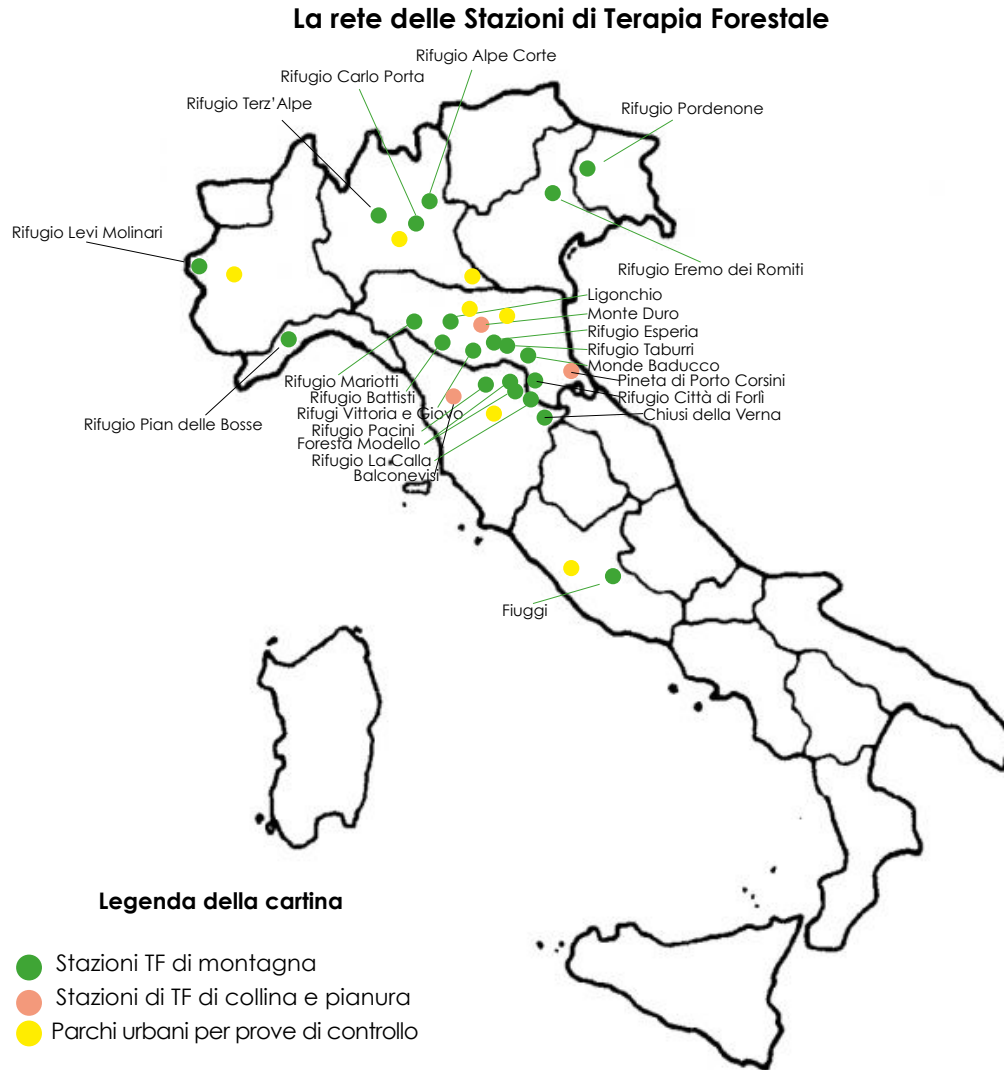
Parchi urbani utilizzati per la sperimentazione di confronto

Parco Ruffini (Sezione CAI Torino), Parco Sempione (Sezione CAI di Milano e sottosezioni), Parco del Mincio (Sezione CAI Mantova), Parco del Rodano (Sezione CAI Reggio Emilia), Parco Ferrari (Sezioni CAI Carpi e Modena), Parco Vogel (Sezione CAI Firenze), Orto Botanico Roma (Università La Sapienza e Scuole di Psicoterapia Cognitiva).

A questo punto si hanno le informazioni tecnico scientifiche necessarie per definire la potenzialità del sito e tracciarne una valutazione complessiva:

- **Valutazione complessiva del sito**, descritta per argomenti: composizione forestale, pollini e allergenicità, specie aliene e tossiche, fitopatie presenti, pericoli faunistici, fonti inquinanti, percezione sensoriale, funzionalità del sito, caratteristiche del tracciato per la Terapia Forestale e indicazione di percorsi naturalistici presenti, vocazione del sito sulla base delle quantità di BVOC riscontrati.
- **Gestione delle attività** di foresta terapeutica (Terapia Forestale e immersioni forestali o bagni di foresta): il coinvolgimento della Sezione CAI, del gestore del rifugio/stazione di Terapia Forestale, del terapeuta responsabile e degli operatori TF.

Di fatto, a fine 2021, la situazione è quella rappresentata nelle mappe sottostante:



Le stazioni sopra rappresentate, durante il 2022, riceveranno l'insegna di riconoscimento, delle dimensioni di cm 50 x 30, che le qualifica come Stazione (sotto riportata in scala minore):



Ogni stazione ha indicato il terapeuta responsabile per lo svolgimento della Terapia Forestale lungo i percorsi qualificati. Alcuni di questi percorsi, nelle stazioni più vocate, saranno anche attrezzati con cartelli fissi per lo svolgimento della Terapia Forestale in autogestione (esempio pannelli a lato).

Inoltre ogni Sezione CAI, Rifugio CAI e ogni ente che ha sostenuto lo sviluppo del nostro progetto partecipa alla preparazione e formazione delle persone dedicate a questa attività: operatori di Foresta Terapeutica, manutentori dei percorsi qualificati, responsabili dell'attività. Come si vede non ci sono i terapeuti (psicologi e psicoterapeuti) perché fino al compimento del progetto saranno disponibili quelli del Gruppo Psicologi CAI, già preparati a questo scopo. Intanto ci stiamo adoperando affinché si crei il contesto necessario a chiarire che il terapeuta di Terapia Forestale sia esclusivamente uno psicologo/psicoterapeuta e non altre figure che non possono e non devono essere considerate terapeuti (come sta avvenendo in molte delle iniziative ludico/turistiche apparse negli ultimi periodi).

Questa attività di formazione è estremamente necessaria per acquisire la consapevolezza dell'importanza che assume la qualifica di "Stazione di Foresta Terapeutica" che, come rifugio, può sicuramente essere caratterizzata da un'apertura stagionale (specialmente in alta e media montagna), ma quando

è aperta deve poter sviluppare il servizio frequentemente (anche tutti i giorni quando sarà stazione riconosciuta dal Servizio Sanitario Nazionale). Si tratta di un vero e proprio "lavoro" che i gestori dei rifugi dovranno ben valutare per integrare questo servizio come parte della loro attività. Laddove non c'è il rifugio CAI potranno assumere l'iniziativa le associazioni con le quali le Sezioni CAI intrattengono i rapporti. Attività che sotto il titolo di "Foresta Terapeutica" comprende sia le esperienze terapeutiche sia la promozione dell'ambiente forestale e naturale quali: la Terapia Forestale, il Forest Bathing (o immersione forestale), l'osservazione e la fruizione naturalistica dell'ambiente e solo in alcuni casi (purtroppo!) l'esperienza del buio notturno (vedasi paragrafo successivo 3/3.4)



Questi sopra sono i piccoli pannelli (cm 30x21) per la segnalazione dei percorsi per l'autogestione. Riportano tutte le informazioni necessarie per compiere il percorso con il protocollo di Terapia Forestale. La numerazione intermedia dei pannelli viene decisa dal terapeuta per ogni singolo percorso.

Di seguito viene rappresentato l'attuale quadro di riferimento (giugno 2022) della Rete delle Stazioni Qualificate e il quadro di riferimento del Gruppo Psicologi (tutti soci CAI) che attende i bisogni della rete per lo sviluppo operativo del progetto Foresta Terapeutica:

Regione	Sezioni CAI promotrici	Stazione presso Rifugi CAI	Stazione presso altri Rifugi/Enti	Terapeuta CAI
Piemonte	Torino Mondovì	Rifugio Levi Molinari		Anna Maria Zamponi Silvia Stefania Mingolla
Liguria	Loano	Rifugio Pian delle Bosse		Anna Roncoroni
Lombardia	Milano Bergamo Canzo Palazzolo	Rifugio Porta Rifugio Alpe Corta Rifugio Fontaneto	Rifugio Prim'Alpe	Anna Roncoroni Vivian Pellegrinelli Valentina Penati
Trentino Alto Adige	Mantova (in collaborazione con Consorzio Melinda e Parco Adamello Brenta)		Lago di Tovel	Vivian Pellegrinelli Emanuela Venturelli
Veneto	Domegge nel Cadore Zoldo Auronzo		Rifugio Eremo dei Romiti	Pasquale Costigliola Anna Trevisanato
Friuli-Venezia Giulia	Pordenone Paularo Moggio	Rifugio Pordenone	Paularo Moggio Udinese	Erica Pillinini
Emilia Romagna	Parma Reggio Emilia Modena Castiglione de Pepoli Forlì Ravenna	Rifugio Mariotti Rifugio Battisti Rifugio Esperia Rifugio Città di Forlì	Bivacco al Piano Monte Duro Monte Baducco Rifugio Taburri Rifugio Vittoria Rifugio Giovo Pineta demaniale Porto Corsini (RA)	Emanuela Venturelli Mila Ferrari Annarita Piazza Cristina Miscia
Toscana	Arezzo Firenze Prato Pistoia Pietrasanta Stia Valdarno inferiore Isola d'Elba	Rifugio Pacini Rifugio La Calla Rifugio del Montanaro Rifugio Portafranca Rifugio Puliti	Pian dei Termini Foresta Modello Chiusi della Verna Balconevisi Vaglia	Francesco Becheri Patrizia Garberi Anna Maria Debolini Ilaria Butti
Lazio	Alatri		Terme di Fuggi	Maria Rita Rossi
Sicilia	Giarre Linguaglossa Pedara Belpasso	Rifugio Casa dei Calabresi Rifugio Citelli	Rifugio San Gialberto	Florinda Sciaavello Antonietta Fasanella



Sono sempre più numerose le richieste che ci arrivano tramite le nostre Sezioni CAI da parte di operatori coinvolti in attività salutistiche in natura e sono parecchie le amministrazioni comunali interessate al nostro progetto. Le prove di questi interessi si trovano nelle attività già in essere che coinvolgono appunto amministrazioni comunali e nostre Sezioni CAI, per esempio il Comune di Fuggi con la nostra Sezione di Alatri, il Comune di Chiusi della Verna con la Sezione di Arezzo, il Comune di Vaglia con la Sezione di Firenze, il Comune di Domegge nel Cadore con la Sezione di Domegge, ecc.

Sono queste tutte esperienze che stanno creando lavoro, che stanno aprendo alle nostre Sezioni CAI nuove attività e un nuovo modo di farsi conoscere. In questi anni di sviluppo del progetto sono stati acquisiti qualche centinaia di nuovi soci tra i partecipanti alle sessioni sperimentali.

Alcune Sezioni CAI hanno trovato una nuova modalità per ampliare l'offerta di servizio del proprio rifugio oppure hanno trovato il modo di fare squadra con altre organizzazioni molte volte sottovalutate o addirittura vissute come concorrenti.

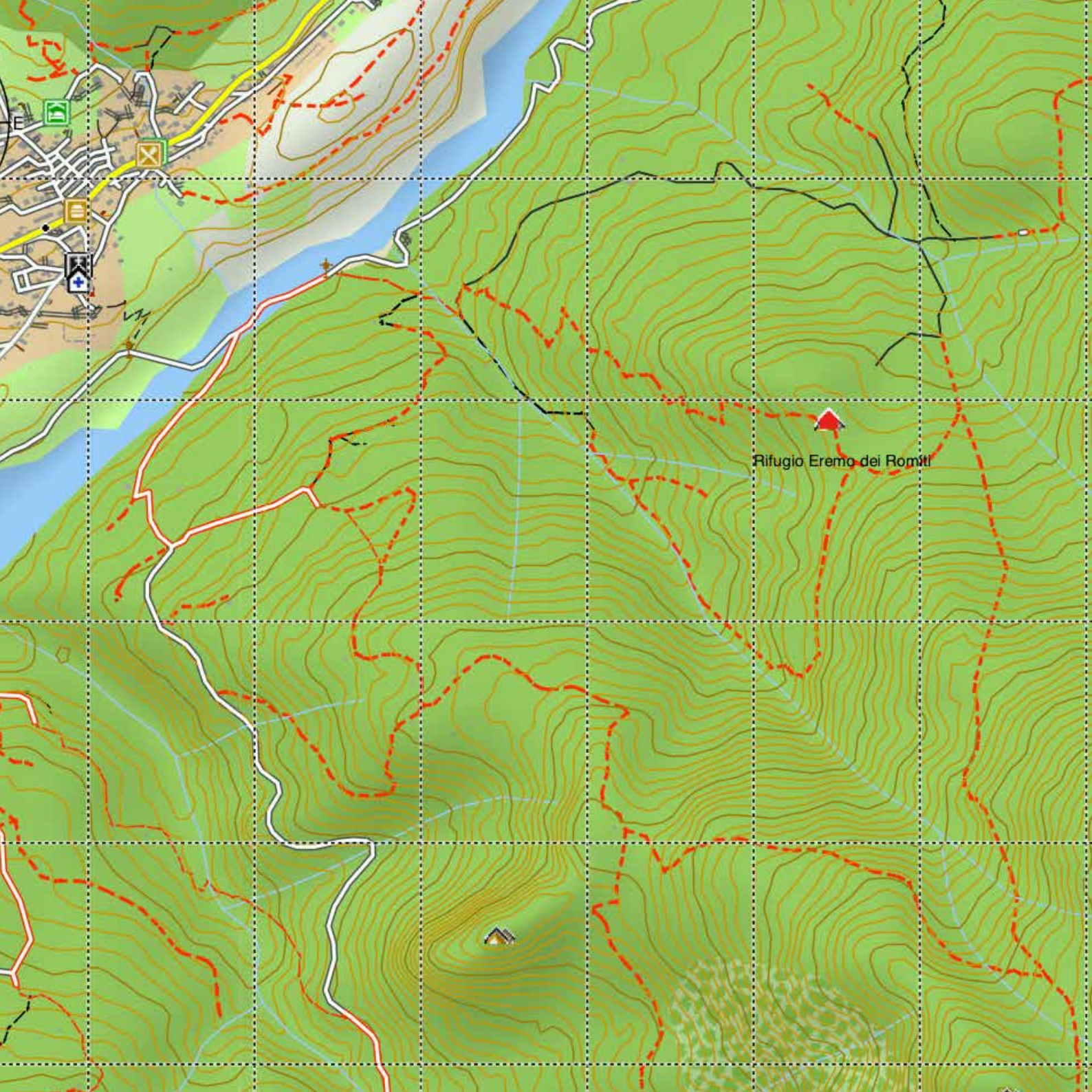
Insieme a portare avanti il progetto, il Comitato Scientifico Centrale e la Commissione Centrale Medica, stanno organizzando l'assistenza necessaria alle Sezioni e per gli eventuali partner: formazione, assistenza sul campo, materiale informativo. Si sta preparando anche la pubblicazione (copertina qui a lato) che conterrà tutte le schede delle varie Stazioni Qualificate di cui, qui di seguito ne pubblichiamo una a titolo di esempio. Come si può vedere la scheda stessa, oltre che fornire le informazioni utili alla qualifica, fornisce una serie di indicazioni che caratterizzano il paesaggio intorno alla stazione rendendo così più evidente la sua complessa configurazione e dando la possibilità di approfondire gli elementi di interesse personale.

Vediamo qui di seguito questo esempio di scheda e cerchiamo di renderci conto della vastità degli elementi di paesaggio che si possono scoprire in questi luoghi forestali.





RIFUGIO EREMO DEI ROMITI
Monte Froppa - Domegge di Cadore
STAZIONE DI FORESTA TERAPEUTICA



Rifugio Eremo dei Romiti

RIFUGIO EREMO DEI ROMITI

Scheda della Stazione di Foresta Terapeutica

a cura di Giovanni Margheritini, Flora Fedon, Enzo Valmassoi, Francesco Meneguzzo

Siamo in Cadore dove la locale Sezione CAI di Domegge ha individuato il Rifugio Eremo dei Romiti come sito da proporre per la locale Stazione di Foresta Terapeutica.

Il sito è ampiamente conosciuto e frequentato per le attività dai soci CAI. La locale Sezione ha tracciato diversi sentieri di cui gestisce la manutenzione su incarico specifico dell'Amministrazione Comunale.

Il rifugio ha una nuova gestione, tutta femminile dal 2020, che offre un servizio di ristorazione improntato sulla cucina naturale e tradizionale. La possibilità di pernottamento è limitata a 15 persone con gli attuali livelli di sicurezza (vie di fuga).

Il rifugio è molto frequentato nei periodi estivi e nei fine settimana durante l'inverno, sia per la frequente attività della Sezione locale del CAI sia per la presenza turistica nei centri più prossimi: Domegge, Lozzo, Vigo, Lorenzago e Calalzo. Questo aspetto turistico potrà garantire un buon afflusso al rifugio anche in occasione di attività legate alla salute in foresta sempreché comunicate, piuttosto frequentemente e con costanza, nei circuiti turistici anche con l'aiuto dell'Amministrazione Comunale.

Gli elementi per la qualificazione sono stati raccolti:

- 13 giugno 2021 – visita per inquadramento ambientale e prima raccolta dati sulle emissioni tramite fotoionizzatore;
- 06 luglio 2021 – ulteriore raccolta dati sulle emissioni tramite fotoionizzatore e definizione tracciato di Terapia Forestale;
- 03 settembre 2021 – sessione sperimentale di Terapia Forestale e raccolta dati sulle emissioni con pompe a terra e con fotoionizzatore.

Relazione di qualificazione

1. Anagrafe del sito

Vengono riportate le informazioni necessarie al fine di individuare le potenzialità:

- Proprietà: Comune di Domegge di Cadore (BL)
- Gestione: Barbara Castagnera – +39 349 1526160 – info@eremodeiromiti.it
- Segnalato da: Club Alpino Italiano – Sezione CAI di Domegge di Cadore

- Ubicazione: Località Monte Froppa – 32040 Domegge di Cadore (BL) - a quota 1.164 m
- Particella catastale: Foglio 27 - Particella 21 - Sub 1
- Coordinate geografiche: 46° 27' 18'' N – 12° 26' 29'' E
- Accesso al sito:
 1. tramite strada silvo-pastorale (dal parcheggio di Navarre km 3,25 – dislivello 464 m – tempo ore 1,15 – difficoltà T). Strada fruibile con mezzi idonei se muniti del permesso comunale.
 2. tramite sentiero CAI n° 347 (dal parcheggio di Navarre km 2,23 – dislivello 464 m – tempo ore 1,15 – difficoltà E)
- Esposizione prevalente: Ovest – Sud/Ovest
- Rifugio: costruzione in muratura di tre piani, su rudere del 1720, completamente ricostruita agli inizi degli anni 2000 con fondi europei e inaugurata nel 2009.
- Può ospitare fino a 15 persone in camere multiple
- Quattro bagni con doccia, due nelle camere e due di servizio
- Riscaldamento con caldaia e stube a legna
- Ristorante: interno 15 posti – esterno (estivo) 32 posti
- Energia elettrica da rete pubblica
- Rifornimento idrico da sorgente naturale
- Acque reflue in due vasche di depurazione con scarico al suolo (vasche Imhoff)

2. Assetto forestale

Il sito è caratterizzato, in prevalenza, dalla presenza dell'abete rosso, del faggio e dell'abete bianco. Nelle parti più alte del gruppo del Cridola si sviluppa la presenza del larice mentre in quelle inferiori (700/800 m) si trovano anche noccioli e salici.

La fisionomia del sito: è determinata da Abete rosso (*Picea abies*), da Faggio (*Fagus sylvatica*) e da Abete bianco (*Abies alba*).

Area sottoposta a vincolo: il sito è afferente a Rete Natura 2000 con il SIC IT3230080 (Val Talagona – Gruppo Monte Cridola – Monte Duranno) e ZPS IT3230089 (Dolomiti del Cadore e del Comelico)

Principali habitat presenti in ordine d'importanza:

9410 – Foreste acidofile montane e alpine (Vaccinio-Piceetea)





8210 – Pareti rocciose calcaree con vegetazione casmofitica

4070 – Boscaglie di *Pinus mugo* e di *Rhododendron hirsutum*

8120 – Ghiaioni calcarei e scisto-calcarei montani e alpini

6170 – Formazioni erbose calcicole alpine e subalpine

Allergenicità potenziale: più intensa nei periodi di “pasciona” (ogni 3-8 anni) dove grandi quantità di pollini si alzano come nuvole gialle dai boschi grazie all’azione del vento. Le specie arboree presenti di possibile disturbo sono:

- Nocciolo (genere *Corylus*) con un grado di allergia alto, impollinazione anemofila, pollinazione precoce da dicembre-gennaio fino a aprile-maggio, grandi quantità di polline e con reattività \square incrociata con le betulle (*Betula*), ontano (*Alnus glutinosa*) e carpino (*Ostrya carpinifolia*);
- Faggio (*Fagus sylvatica*) con grado di allergia medio, impollinazione anemofila, pollinazione da marzo-aprile fino a maggio-giugno, quantità di polline scarsa e con reattività incrociata con le betulle (*Betula*);
- Pinaceae (*Picea abies*, *Abies alba*, *Larix decidua*, *Pinus sylvestris*, *Pinus mugo*) con un grado di allergia molto basso, impollinazione anemofila, pollinazione da aprile a luglio, grandi quantità di polline solo nei periodi di “pasciona”;
- Salicaceae (*Populus tremula*, *Salix caprea*, *Salix alba*): le specie entomofile (*Salix caprea*, *Salix alba*) con scarsa quantità di polline nell’aria sono scarsamente allergizzanti mentre le specie anemofile (*Populus tremula*) con grandi quantità di polline possono indurre allergia. Per tutto il periodo di pollinazione va da marzo a maggio.

Vincoli ambientali: sito ricadente in aree Rete Natura 2000 per cui sono previsti specifici piani d’azione e di tutela.

3. Fauna presente e di passaggio

La presenza faunistica stanziale o di passaggio è quella caratteristica degli habitat individuati con qualche eccezione:

- Mammiferi: Cervo (*Cervus elaphus*), Capriolo (*Capreolus capreolus*), Volpe rossa (*Vulpes vulpes*) Martora (*Martes martes*), Faina (*Martes foina*), Tasso (*Meles meles*), Scoiattolo comune (*Sciurus vulgaris*), Ghiro (*Glis glis*). In val di Toro è presente anche il Driomio (*Dryomys nitedula*) rara specie di ghiro che è probabilmente presente anche nei pressi del rifugio il cui areale confina con la

suddetta valle. Toporagno (genere *Sorex*), Topo selvatico (genere *Apodemus*) Arvicola (genere *Arvicola* e *Myodes*), Talpa (*Talpa europaea*). Tracce di passaggio di Orso grigio (*Ursus arctos*) e Lupo (*Canis lupus*);

- Rettili: Orbettino (*Anguis fragilis*), Lucertola vivipara (*Zootoca vivipara*), Lucertola muraiola (*Podarcis muralis*), Marasso (*Vipera berus*);
- Anfibi: Rana montana (*Rana temporaria*), Rospo comune (*Bufo bufo*), Salamandra alpina (*Salamandra atra*), Salamandra pezzata (*Salamandra salamandra*);
- Uccelli: Scricciolo (*Troglodytes troglodytes*), Capinera (*Sylvia atricapilla*), Ciuffolotto (*Pyrrhula pyrrhula*), Cincia bigia alpestre (*Parus montanus*), Cincia mora (*Parus ater*), Cincia dal ciuffo (*Parus cristatus*), Regolo (*Regulus regulus*), Codiroso spazzacamino (*Phoenicurus ochrusos*), Cardellino (*Carduelis carduelis*), Ballerina bianca (*Motacilla alba*), Tordo bottaccio (*Turdus philomelos*) Picchio nero (*Dryocopus martius*), Picchio tridattilo (*Picoides tridactylus*), Nocciolaia (*Nucifraga caryocatactes*), Francolino di monte (*Bonasa bonasia*), Gallo cedrone (*Tetrao urogallus*), Civetta nana (*Glaucidium passerinum*), Civetta capogrosso (*Aegolius funereus*), Gufo reale (*Bubo bubo*), Allocco (*Strix aluco*);
- Insetti: i principali e più evidenti sono:
 - ordine Hymenoptera:
 - famiglia Formicidae (*Formica rufa*, *Myrmica rubra*);
 - famiglia Vespidae (*Vespula vulgaris*, *Vespula germanica*, *Vespa calabro*);
 - famiglia Apidae (genere *Bombus*, genere *Apis*);
 - ordine Coleoptera:
 - famiglia Crysomelidae (*Oreina cacaliae*)
 - famiglia Lampyridae (*Lampyris noctiluca*) - Lucciola

I vari ambienti che si incontrano salendo dalla località Navarre all'Eremo dei Romiti, posto sul Monte Froppa, permettono la presenza di parecchie specie di farfalle diurne. Troviamo infatti delle zone a prato site a fondovalle e nei pressi della Casera Malouce, un ambiente ripariale nei pressi del Rio del Peron, zone boscate con vegetazione arborea rada e anche con copertura fitta. È poi presente una zona umida nei pressi del bivio





per la località Ciasavado evidenziata da un buon numero di piccole sorgenti anche presenti a bordo strada. I ropaloceri (farfalle diurne) hanno colonizzato tutti gli ambienti naturali sfruttando le piante che vivono in ognuna di queste nicchie ecologiche per nutrirsi durante la fase della loro vita come bruco.

- ordine Lepidopteri:
 - famiglia Nymphalidae:
 - *Aglais urticae* (Vanessa dell'ortica colore arancione il nome è dovuto al bruco che si nutre di ortiche)
 - *Vanessa atalanta* (colore nero e arancione, di grandi dimensioni)
 - *Boloria thore* (colore arancione con macchie scure, poco diffusa)
 - *Lopinga achine* (colore beige con ocelli neri, specie protetta a livello europeo)
 - *Erebia aethiops* (colore marrone presente solo in ambiente montano)
 - *Erebia ligea* (colore marrone presente solo in ambiente montano)
 - *Erebia euryale* (colore marrone presente solo in ambiente montano)
 - *Inachis io* (Vanessa occhio di pavone colore marrone con grandi ocelli azzurri)
 - *Nymphalis antiopa* (poco diffusa vive nei pressi dei corsi d'acqua, è di grandi dimensioni)
 - *Apatura iris* (poco diffusa vive sulle chiome degli alberi, il bruco si nutre di pioppo tremolo – ha una iridescenza viola sulle ali)
 - *Pararge aegeria* (colore marrone a ocelli gialli, vive negli spot di luce presenti nei boschi abbastanza fitti)
 - famiglia Hesperiiinae
 - *Ochlodes sylvanus* (colore beige, dimensioni molto piccole)
 - *Pirgus malvae* (colore scuro con piccole macchie bianche, dimensioni molto piccole)
 - famiglia Lycaenidae

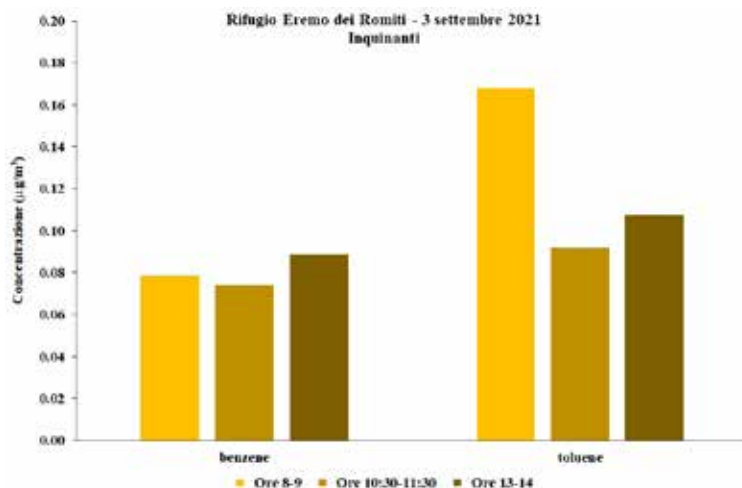
- *Polyommatus icarus* (molto diffusa ali colore azzurro)
- *Polyommatus coridon* (diffusa in ambiente montano ali colore azzurro)

Recentemente si è osservata la presenza di una falena (farfalla con abitudini notturne) importata dall'oriente nel XIX secolo per tentare un allevamento alternativo al baco da seta che in quegli anni stava subendo forti morie per infezioni micotiche e batteriche. Forse individui di dispersione:

- famiglia Saturniidae
 - *Antheraea yamamay*
- Aracnidi: i principali e più evidenti sono:
 - Ordine Acarina
 - Famiglia Ixodidae
 - *Ixodes ricinus* (zecca dei boschi)

4. Emissioni in aria di composti volatili (BVOC)

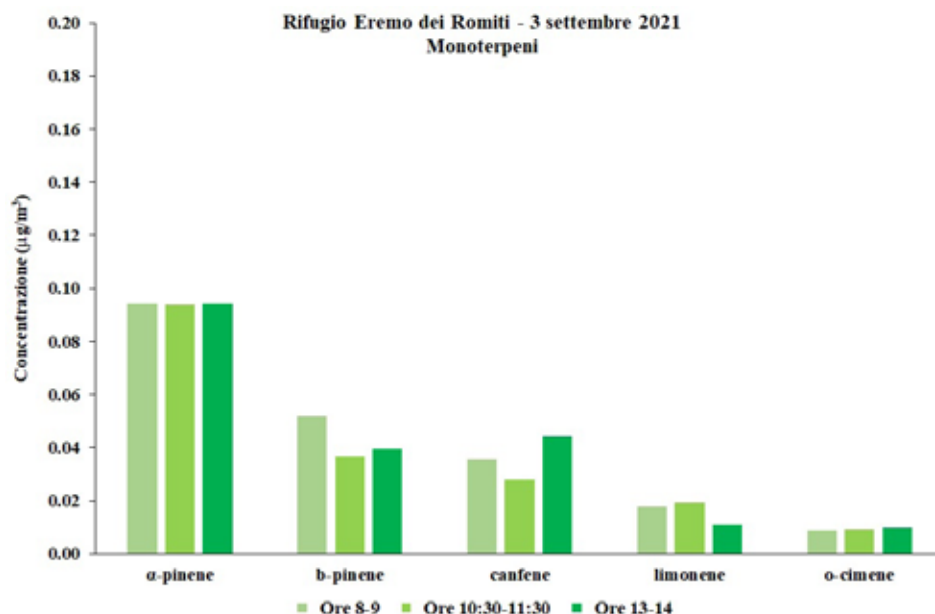
La figura sotto (1) mostra l'evoluzione della concentrazione degli inquinanti benzene (da traffico) e toluene (da industrie), tra le ore 8 solari e le ore 14 solari. L'inquinamento industriale è leggermente superiore a quello da traffico, soprattutto all'inizio della mattina. Parte del toluene potrebbe comunque essere stato emesso dalla vegetazione.





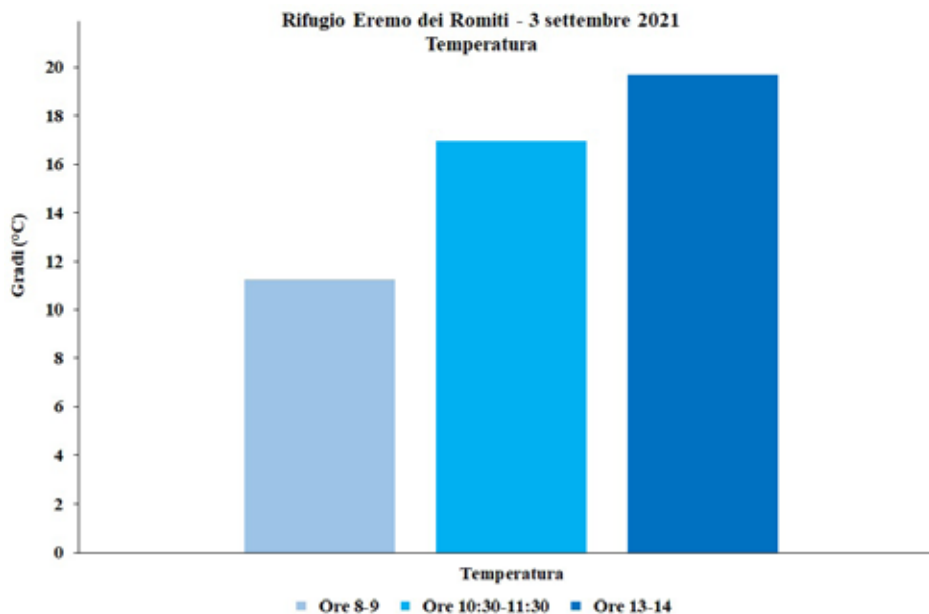
La figura sotto (2) mostra l'evoluzione della concentrazione di alcuni monoterpeni, costituenti oltre il 90% di tutti i monoterpeni misurati, tra le ore 8 solari e le ore 14 solari.

La concentrazione è molto stabile nel tempo, con prevalenza di α -pinene e concentrazioni importanti anche di β -pinene e canfene. La concentrazione totale di monoterpeni è praticamente identica, in qualsiasi orario, alla somma di benzene e toluene, rappresentando un buon risultato in termini di qualità e proprietà bioattive dell'aria.



La figura che segue (3) mostra l'evoluzione della temperatura tra le ore 8 solari e le ore 14 solari, che saliva dai circa 11°C della prima mattina a quasi 20°C del primo pomeriggio.

Unitamente al fatto che la radiazione solare assumeva valori inferiori rispetto ai livelli attesi con cielo sereno, soprattutto nella prima parte della mattina, e al fatto che l'emissione di monoterpeni cresce con la temperatura e la radiazione solare, è verosimile che i livelli di concentrazione dei monoterpeni possa essere sostanzialmente superiore in caso di cielo sereno e temperature superiori.



Nella tabella seguente (1) sono presentate le evidenze sperimentali precliniche delle attività biologiche prevalenti dei monoterpeni misurati, in ordine di concentrazione [1-24].

Molecole	Effetti biologici
α - pinene	Antinfiammatorio, analgesico, antiossidante, ansiolitico, antidepressivo e sedativo (sonno), antiproliferativo
β - pinene	Antinfiammatorio, analgesico, antiossidante, ansiolitico, antidepressivo, antiproliferativo
Canfene	Ipolipemizzante con stimolazione del metabolismo, antiossidante, analgesico, antiproliferativo
Limonene	Antinfiammatorio, analgesico, antiossidante, ansiolitico, antidepressivo, antiproliferativo
o-cimene	Antimicrobico, antinfiammatorio, anti-ipiremia, antiemorragico

Tabella 1. Effetti biologici principali dei monoterpeni misurati nell'atmosfera forestale presso il Rifugio Eremo dei Romiti





In conclusione, a fronte di un livello moderato di inquinamento dell'aria, il sito appare particolarmente vocato, rispetto alle concentrazioni disponibili di monoterpeni nell'aria forestale, per gli effetti **antinfiammatori, analgesici, antiossidanti, ansiolitici, antidepressivi, sedativi e antiproliferativi**.

Ai fini della migliore fruizione degli effetti dei monoterpeni, si consigliano permanenze per periodi ripetuti non inferiori alle 6 ore, oppure occasionali per due giorni consecutivi.

5. Valutazione complessiva

Di seguito, in considerazione degli elementi finora esposti, si traccia una valutazione complessiva del sito:

- **Composizione forestale** è particolarmente idonea, in particolare:
 - per la prevalenza di aghifoglie e di faggi, che garantiscono una buona presenza di un mix di BVOC;
 - per la non eccessiva altezza del sito (mediamente sui 1.000 m);
 - per l'esposizione prevalente e per la distribuzione arborea che garantisce assetti forestali sufficientemente aperti e luminosi.
- **Pollini e allergenicità:** il sito può essere considerato di impatto medio-basso con particolare attenzione agli anni di "pasciona" dove si possono generare profili medio-alti anche se limitati nel tempo.
- **Specie aliene, tossiche:** non vi è presenza (evidente) di *Alianthus altissima* e di *Robinia pseudoacacia* o di altre specie tossiche.
- **Fitopatie presenti:** non si registrano alterazioni fisiologiche delle piante di natura non infettiva e non parassitaria.
- **Pericoli faunistici:** non vi sono particolari pericoli se non quello della presenza delle vespe (fenomeni allergici) e zecche dei boschi (malattie trasmissibili: Lyme, TBE).
- **Fonti inquinanti:** le fonti prossime e relativamente importanti di inquinanti antropogenici, in particolare ossidi di azoto, ozono e particolato atmosferico sono situati presso l'abitato di Domegge e lungo la strada nazionale del Cadore nel tratto Domegge - Lozzo situati circa 500 m più in basso e distanti, in linea d'aria, circa 4 km. L'interposizione di una compatta fascia forestale tra le suddette sorgenti di inquinanti e il sito in considerazione suggerisce un sostanziale abbattimento degli stessi inquinanti.
- **Percezione sensoriale:** l'assetto forestale con spazi aperti permette di avere ampi spazi panoramici sia sulle cime dolomitiche che lungo le

vallate. Solo in un punto si ha la visuale dell'abitato di Domegge e nello stesso punto vi è anche la maggiore intensità del rumore proveniente dalla statale del Cadore soprattutto nei mesi di massima frequentazione turistica. Lungo il percorso oggetto della sperimentazione di Terapia Forestale è possibile individuare siti presso i quali, grazie all'interposizione di aree di rilievo rispetto alla direttrice valliva urbanizzata, si ha sostanziale assenza di suoni diversi da quelli naturali. In linea generale molto buona la possibilità di fare funzionare tutti i sensi: (la vista con ampi panorami sulle cime dolomitiche e sulle valli; l'udito per la presenza di una vasta popolazione di uccelli e faunistica in generale, ruscelli anche se non vicinissimi al sito; gli odori della foresta ricca di molti muschi, fiori e resine degli abeti; il tatto da esercitare sulle differenti cortecce degli alberi e degli arbusti così come sulla morbidezza dei muschi; il gusto attraverso l'assaggio degli aghi di abete bianco, oppure i lamponi lungo i sentieri così come le nocciole;

- Funzionalità del sito: l'accessibilità al sito per la maggioranza dei fruitori è garantita da due percorsi (uno più lungo ma meno faticoso, l'altro più breve ma più faticoso) entrambi fattibili in circa 1 ora di cammino (max ore 1,30 per famiglie con bambini). È possibile percorrere la strada silvo-pastorale anche con un mezzo navetta (se e quando predisposto dal Comune di Domegge). Il rifugio è molto confortevole con tutti i servizi attivi, supporta un buon numero di presenze con servizio di ristorazione e pernottamento. Utilizzando il servizio navetta (quando previsto e autorizzato dal Comune di Domegge) possono accedere al rifugio anche persone con scarsa mobilità. Il sito è ammantato da una interessante vegetazione forestale che lascia trasparire molta luce senza perdere le caratteristiche di freschezza, che isola quasi totalmente dai rumori antropici con gli elementi propri della foresta intervallati dai suoni della fauna. L'area è percorsa da un buon numero di sentieri percorribili da tutti senza pericoli oggettivi e alcuni altri percorribili solo da persone ben allenate per gli importanti dislivelli. Anche la presenza di un'abbondante fauna contribuisce alla costruzione di elementi di biodiversità particolari.
- Il tracciato di Terapia Forestale: è percorribile da persone con mobilità normale senza nessuna difficoltà. Ha uno sviluppo lineare di circa 3 km con dislivello inferiore a 100 m; per le attività di "Immer-





sione forestale" sono disponibili più percorsi naturalistici di facile percorribilità(E) come, per esempio:

- Il sentiero dell'Orso (Trois de l'Orse)
- Al Rifugio Cercenà
- Vocazione del sito: sulla base dei dati scientifici raccolti sulle emissioni di BVOC e dai risultati della sessione sperimentale di Terapia Forestale, il sito risulta idoneo in particolare modo per la prevenzione di effetti infiammatori, ossidanti, di ansia, di depressione, di insonnia e proliferativi [1-24]

6. Gestione dell'attività di Foresta Terapeutica

Il sito ha molte delle caratteristiche per renderlo un luogo ideale per lo sviluppo di attività di Foresta Terapeutica, che, ricordiamolo sempre, hanno lo scopo di migliorare la salute delle persone frequentando la foresta. L'obiettivo è quindi lo stare in foresta, utilizzando tutti i sensi per godere di ciò che la foresta può offrire.

Ci sono tutti gli elementi:

- È abbastanza comodo e piacevole arrivarci (ricordare l'eventuale navetta);
- La foresta è formata da specie che emettono terpeni molto utili;
- Il rifugio è accogliente e ottimamente gestito;
- Il sito è collocato in un ambiente di elevata frequentazione turistica stagionale.

Ci sono tutti gli elementi per mettere insieme intensi programmi stagionali di Foresta Terapeutica che invitino i turisti a frequentare, con poca fatica, la foresta e scoprire il piacere di cose nuove. Possono essere molte le attività da proporre, l'importante è avere sempre ben presenti gli obiettivi:

- c'è l'attività di Terapia Forestale, con il terapeuta, che offre il massimo di concentrazione sugli obiettivi di miglioramento della salute (alcune ora per settimana significano ricordo tangibile in salute per mesi);
- c'è l'attività di "immersione forestale", senza il terapeuta ma con la presenza di un buon operatore formato, dove l'obiettivo è stare in foresta con piacere, senza stancarsi e con poca fatica per godere dei benefici che offre. Ecco allora che raccontare la natura, leggere il paesaggio, appostarsi per vedere gli animali, concen-

trarsi sul canto degli uccelli per riconoscerli, osservare una miriade di farfalle (qui è possibile) diventa un piacevole intrattenimento all'interno della foresta stessa, che da protagonista ci può colmare di sorprese. Oppure fermarsi in qualche radura e abbandonarsi alle letture, oppure concentrarsi sulla fotografia naturalistica e macro, perché non provare a disegnare ciò che si sta vedendo (anche pitturare), oppure in gruppo raccontarsi storie (il rifugio in questione è stato costruito su dei ruderi del 1720: chissà quante storie ci sono da scoprire.

La Sezione CAI di Domegge di Cadore in accordo con il gestore del rifugio e con il Comune di Domegge ha la responsabilità dell'organizzazione, della promozione e della conduzione delle attività. Per l'attività di promozione deve avere anche il supporto dell'Amministrazione comunale per raggiungere con efficacia tutti gli stakeholder del turismo della valle. Con l'Amministrazione comunale va raggiunto anche l'accordo per creare una navetta (andata e ritorno) il giorno dedicato alla Foresta Terapeutica al rifugio.

La Sezione può ricercare anche accordi con altri portatori di interesse locali (tipo Pro Loco) e altre associazioni che si occupano della salute delle persone e della tutela della natura.

Il fatto di avere una Stazione qualificata di Foresta Terapeutica deve diventare un evento.

Inoltre la Sezione ha la responsabilità della cura e manutenzione della sentieristica utilizzata nelle attività di Foresta Terapeutica e in particolare dello sfalcio stagionale del percorso di Terapia Forestale.

Sarebbe interessante se la Sezione riuscisse ad allestire, in modo del tutto naturale, alcuni luoghi con panchine e tavoli (fatte da tronchi) per creare i luoghi del disegno o della lettura ai gruppi che stanno facendo immersione forestale.

L'attività terapeutica ha un responsabile:

dott. Pasquale Costigliola – Psicologo e Psicoterapeuta

Oltre a essere socio CAI presso la Sezione di Domegge, è anche componente del Gruppo Psicologi CAI per Terapia Forestale all'interno della Commissione Centrale Medica del CAI, per cui è costantemente aggiornato su tutta l'attività.

Gli Operatori di FT presso la Sezione CAI di Domegge sono:

Luisella Deppi e Flora Fedon





Ci sarà bisogno di altre persone e la Sezione cercherà di individuare tra i propri soci figure adeguate a tali compiti che saranno prontamente formati da CAI e CNR.

La Sezione di Domegge in Cadore ha già ricevuto la targa da collocare al rifugio quale riconoscimento della qualifica in atto di:

Stazione Qualificata

Hanno partecipato ai lavori di qualificazione della Stazione di Foresta Terapeutica: *Luisella Deppi, Flora Fedon, Barbara Castagnera, Gianfranco Valagussa, Giovanni Marengon, Ugo Scortegagna, Pasquale Costigliola, Renzo Rebeschini, Francesco Meneguzzo e Giovanni Margheritini.*

Questo documento è stato redatto da:

- *Francesco Meneguzzo – Ricercatore CNR*
- *Flora Fedon – Operatore Naturalistico e Culturale Nazionale del CAI*
- *Enzo Valmassoi – Naturalista Socio CAI*
- *Giovanni Margheritini – Operatore Naturalistico e Culturale Nazionale del CAI*

Note sugli autori

Giovanni Margheritini - Comitato Scientifico Centrale - Club Alpino Italiano - giomarghe@yahoo.com

Bibliografia

1. Karl, M., Guenther, A., Köble, R., Leip, A., & Seufert, G. (2009). A new European plant-specific emission inventory of biogenic volatile organic compounds for use in atmospheric transport models. *Biogeosciences*, 6(6), 1059–1087. <https://doi.org/10.5194/bg-6-1059-2009>
2. Šimpraga, M., Ghimire, R. P., Van Der Straeten, D., Blande, J. D., Kasurinen, A., Sorvari, J., Holopainen, T., Adriaenssens, S., Holopainen, J. K., & Kivimäenpää, M. (2019). Unravelling the functions of biogenic volatiles in boreal and temperate forest ecosystems. *European Journal of Forest Research*, 138(5), 763–787. <https://doi.org/10.1007/s10342-019-01213-2>
3. Meneguzzo, F., & Zabini, F. (2020). *Terapia Forestale* (A. Demonte (ed.)). Cnr Edizioni. <https://doi.org/10.26388/IBE201217>
4. Antonelli, M., Donelli, D., Barbieri, G., Valussi, M., Maggini, V., & Firenzuoli, F. (2020). Forest Volatile Organic Compounds and Their Effects on Human Health: A State-of-the-Art Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(18), 6506. <https://doi.org/10.3390/ijerph17186506>
5. Karapandzova, M.; Stefkov, G.; Karanfilova, I. C.; Panovska, T. K.; Stanoeva, J. P.; Stefova, M.; Kulevanova, S. Chemical characterization and antioxidant activity of mountain pine (*Pinus mugo* Turra, Pinaceae) from Republic of Macedonia. *Rec. Nat. Prod.* 2019, 13, 50–63, doi:10.25135/rnp.73.18.02.233
6. Holzke, C.; Hoffmann, T.; Jaeger, L.; Koppmann, R.; Zimmer, W. Diurnal and seasonal variation of monoterpene and sesquiterpene emissions from Scots pine (*Pinus sylvestris* L.). *Atmos. Environ.* 2006, 40, 3174–3185, doi:10.1016/j.atmosenv.2006.01.039
7. Kopaczuk, J. M.; Warguša, J.; Jelonek, T. The variability of terpenes in conifers under developmental and environmental stimuli. *Environ. Exp. Bot.* 2020, 180, 104197
8. Karalija, E.; Dahija, S.; Pariš, A.; Šavar Zeljkovič, S. Phytotoxic potential of selected essential oils against *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle, an invasive tree. *Sustain. Chem. Pharm.* 2020, 15, doi:10.1016/j.scp.2020.100219
9. Isidorov, V. A.; Smolewska, M.; Purzyńska-Pugacewicz, A.; Tyszkiewicz, Z. Chemical composition of volatile and extractive compounds of pine and spruce leaf litter in the initial stages of decomposition. *Biogeosciences* 2010, 7, 2785–2794, doi:10.5194/bg-7-2785-2010
10. Yang, S.-A.; Jeon, S.-K.; Lee, E.-J.; Im, N.-K.; Jhee, K.-H.; Lee, S.-P.; Lee, I.-S. Radical Scavenging Activity of the Essential Oil of Silver Fir (*Abies alba*). *J. Clin. Biochem. Nutr.* 2009, 44, 253–259, doi:10.3164/jcfn.08-240
11. Pokorska, O.; Dewulf, J.; Amelynck, C.; Schoon, N.; Šimpraga, M.; Steppe, K.; Van Langenhove, H. Isoprene and terpenoid emissions from *Abies alba*: Identification and emission rates under ambient conditions. *Atmos. Environ.* 2012, 59, 501–508, doi:10.1016/j.atmosenv.2012.04.061
12. Wang, M.; Schurgers, G.; Arneth, A.; Ekberg, A.; Holst, T. Seasonal variation in biogenic volatile organic compound (BVOC) emissions from Norway spruce in a Swedish boreal forest. *Boreal Environ. Res.* 2017, 22, 353–367
13. Kahl, J.; Hoffmann, T.; Klockow, D. Differentiation between de novo synthesized and constitutively released terpenoids from *Fagus sylvatica*. *Phytochemistry* 1999, 51, 383–388, doi:10.1016/S0031-9422(98)00765-1
14. Baraldi, R.; Rapparini, F.; Facini, O.; Kemper Pacheco, C. J.; Matteucci, G.; Brancaleoni, E.; Ciccioli, P. Biogenic volatile organic compound emissions. In *Environmental Science and Engineering*; Springer, Berlin, Heidelberg, 2014; Vol. 131, pp. 47–57

15. Yenisoy-Karakaş, S.; Dörter, M.; Odabasi, M. Intraday and interday variations of 69 volatile organic compounds (BVOCs and AVOCs) and their source profiles at a semi-urban site. *Sci. Total Environ.* 2020, 723, 138028, doi:10.1016/j.scitotenv.2020.138028
16. Bach, A.; Maneja, R.; Zaldo-Aubanell, Q.; Romanillos, T.; Llusà, J.; Eustaquio, A.; Palacios, O.; Penuelas, J. Human absorption of monoterpenes after a 2-hs forest exposure: a field experiment in a Mediterranean holm oak forest. *J. Pharm. Biomed. Anal.* 2021, 114080, doi:10.1016/j.jpba.2021.114080
17. Meneguzzo, F.; Zabini, F. *Terapia Forestale*; Demonte, A., Ed.; Cnr Edizioni: Rome, Italy, 2020; ISBN 978 88 8080 430 7
18. Antonelli, M.; Donelli, D.; Barbieri, G.; Valussi, M.; Maggini, V.; Firenzuoli, F. Forest Volatile Organic Compounds and Their Effects on Human Health: A State-of-the-Art Review. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2020, 17, 6506, doi:10.3390/ijerph17186506
19. Wojtunik-Kulesza, K. A.; Kasprzak, K.; Oniszczyk, T.; Oniszczyk, A. Natural Monoterpenes: Much More than Only a Scent. *Chem. Biodivers.* 2019, 16, e1900434, doi:10.1002/cbdv.201900434
20. Woo, J.; Lee, C. J. Sleep-enhancing Effects of Phytoncide Via Behavioral, Electrophysiological, and Molecular Modeling Approaches. *Exp. Neurobiol.* 2020, 29, 120–129, doi:10.5607/en20013
21. Cho, K. S.; Lim, Y.-R.; Lee, K.; Lee, J.; Lee, J. H.; Lee, I.-S. Terpenes from Forests and Human Health. *Toxicol. Res.* 2017, 33, 97–106, doi:10.5487/TR.2017.33.2.097
22. de Lavor, É. M.; Cavalcante Fernandes, A. W.; de Andrade Teles, R. B.; Pereira Leal, A. E. B.; de Oliveira, R. G.; Gama e Silva, M.; de Oliveira, A. P.; Silva, J. C.; de Moura Fontes Araújo, M. T.; Melo Coutinho, H. D.; de Menezes, I. R. A.; Picot, L.; da Silva Almeida, J. R. G. Essential oils and their major compounds in the treatment of chronic inflammation: A review of antioxidant potential in preclinical studies and molecular mechanisms. *Oxid. Med. Cell. Longev.* 2018, 2018, 1–23, doi:10.1155/2018/6468593
23. Loizzo, M. R.; Saab, A. M.; Tundis, R.; Statti, G. A.; Menichimi, F.; Lampronti, D.; Gambari, R.; Cinatl, J.; Doerr, H. W. Phytochemical analysis and in vitro antiviral activities of the essential oils of seven Lebanon species. *Chem. Biodivers.* 2008, 5, 461–470, doi:10.1002/cbdv.200890045
24. Roviello, V.; Roviello, G. N. Lower COVID-19 mortality in Italian forested areas suggests immunoprotection by Mediterranean plants. *Environ. Chem. Lett.* 2020, doi:10.1007/s10311-020-01063-0



Parrotia persica all'Orto Botanico di Roma - ph Flavio Tarquini

3/3.2 - La Stazione sperimentale urbana: Orto Botanico di Roma

di Claudio Scintu, Fabio Attorre, Elio Carlo

L'Orto Botanico della Sapienza Università di Roma, fondato nel 1883 e ubicato nel centro storico della città, si estende per circa 12 ettari e contiene al suo interno un esteso arboreto costituito da specie provenienti da ogni luogo del mondo. L'Orto Botanico, che rimane relativamente lontano da inquinanti antropogenici, è strutturato per aree dedicate a specifiche collezioni: palme, bambù, conifere, piante tropicali, succulente, medicinali, etc...

Per ubicazione, quantità e qualità di alberature, rappresenta una delle aree verdi urbane più idonee per praticare la Terapia Forestale. Tra le specie arboree che sono conservate al suo interno, molti sono gli individui ultracentenari ed alcuni sono inclusi nella lista rossa della IUCN (*International Union for the Conservation of Nature*) a rischio estinzione. Una parte della consistenza boschiva dell'Orto Botanico è riconducibile alla vegetazione naturale antecedente alla sua istituzione, un'altra più consistente è stata realizzata dal 1883 in poi. Per la sua ricchezza di specie arboree, l'Orto Botanico è caratterizzato per lunghi periodi dell'anno da intensi e variegati profumi, legati ad essenze e resine, che invadono l'aria circostante, dove si percepiscono le sostanze bioattive e gli agenti chemioterapici.

L'Orto Botanico di Roma ha stipulato, assieme al CNR, al CAI, all'Istituto Superiore di Sanità, alla Scuola di Psicoterapia Cognitiva di Roma, alle Università di Firenze e di Padova, al CREA e al Sito sperimentale di Pian dei Termini in Toscana, un accordo di collaborazione sulla Terapia Forestale, allo scopo di creare un modello clinico, ecologico e gestionale dell'interazione uomo-bosco, che sia in grado di descrivere e classificare i meccanismi fisici, biochimici, psicologici e cognitivi coinvolti nell'interazione uomo-ambiente/verde naturale e/o uomo-ambiente/verde urbano e, conseguentemente, di individuare, su concrete basi scientifiche, le cause del benessere che ne viene ricavato.

È stato necessario individuare dei percorsi di Terapia Forestale all'interno dell'Orto Botanico seguendo sostanzialmente tre criteri: il primo in funzione delle specie presenti nell'arboreto, il secondo relazionandolo alla fruibilità, il terzo connesso alle stagioni e al momento della giornata. Tutti gli itinerari devono essere facilmente percorribili a piedi, non devono essere eccessivamente lunghi e devono essere accessibili anche per le persone con difficoltà motorie e/o sensitive. In ogni caso il grado di difficoltà, deve rimanere sempre basso, vanno evitati sforzi fisici significativi.

Alcuni degli spazi identificati sono comuni per tutti, coloro che faranno l'esperienza di praticare la Terapia Forestale all'Orto Botanico di Roma seguiranno itinerari in cui vi sarà la contemporanea presenza di cedri, torreje, pioppi, tigli, platani, abeti, frassini, liquidambar, etc.; i partecipanti incontreranno inoltre numerosi esemplari ultracentenari di *Ginkgo biloba*, *Cephalotaxus* sp. e *Podocarpus* sp., *Cryptomeria japonica*, *Cunninghamia*, *Sequoiadendron giganteum*, *Sequoia sempervirens* e *Taxodium distichum*. In questo modo i partecipanti alla terapia verranno a contatto con un ambiente naturale unico, straordinariamente ricco e variegato, con un misto di alberature provenienti da Europa, America latina e centrale, Cina e Giappone.

Tra queste, anche il cipresso conosciuto come l'Albero Medico, sotto le cui fronde gli Indiani d'America sostavano, già ben consci delle sue proprietà curative. Tra i percorsi è stato incluso il bosco di bambù (circa 55 entità) unico nel suo genere in Europa.

La singolare combinazione di elementi presenti all'interno di quest'area, offre la possibilità di praticare lo *Shinrin yoku*, "bagno nella foresta" immersi in un bosco straordinariamente ricco per numero e qualità di alberature, a contatto con una quantità pressoché infinita di composti biochimici salutari, che le piante naturalmente producono per comunicare tra loro e con gli insetti impollinatori. Si può entrare in contatto con il "sugi", il cedro giapponese (*Criptomeria japonica*) che è uno degli alberi più famosi del Giappone. Proprio all'interno di boschi con una forte presenza di alberature di "sugi", la Terapia Forestale ha mosso i primi passi circa trenta anni fa. In questi ambienti, densi e strutturati, si ha accesso alla materia viva che muta, ai colori e ai suoni che variano continuamente durante il giorno e le stagioni, ricavandone una intensa influenza positiva. In Giappone, da oltre trent'anni,



Taxodium distichum all'Orto Botanico di Roma - ph Flavio Tarquini



Viali all'interno dell'Orto Botanico di Roma - ph Francesco Meneguzzo

il governo finanzia progetti di ricerca che studiano il benessere e la salute, relazionati ad un intenso contatto con gli ambienti naturali.

L'Orto Botanico ha partecipato di recente al "Progetto CNR-CAI-CERFIT per la qualificazione sperimentale e funzionale di siti e percorsi per la terapia forestale" promosso dall'Istituto per la Bioeconomia del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR IBE), Club Alpino Italiano (CAI), in collaborazione con il Centro di Riferimento Regionale in Fitoterapia (CERFIT), presso AOU Careggi Firenze. Nel mese di ottobre 2021 è stata organizzata una giornata dedicata alla ricerca e sperimentazione sulla terapia forestale. Durante la giornata esperti del CNR hanno rilevato, con misura continua e distribuita, la concentrazione totale di composti organici volatili nell'aria (BVOC) per mezzo di un fotoionizzatore (PID). Le misure ambientali sono state fatte dalla mattina presto fino al tardo pomeriggio lungo il percorso della terapia forestale preliminarmente individuato. Sono stati costituiti quattro

gruppi sperimentali per un totale di 40 persone, maschi e femmine, senza limiti di età, reclutati su base volontaria attraverso il sito dell'Orto Botanico. Tutti i partecipanti prima di iniziare la sessione terapeutica hanno compilato dei questionari in forma anonima. Sono state richieste informazioni socio-demografiche e di carattere personale, poi sono stati somministrati questionari psicometrici in entrata e in uscita per misurare stato o tratto di depressione, stress, ansia, qualità della vita *Profile of Mood States (POMS)* e *State Trail Anxiety Inventory (STAI)*. I gruppi sperimentali sono stati seguiti da psicologi e psicoterapeuti ed hanno seguito un percorso prestabilito della durata di circa due ore. Alla maggior parte dei partecipanti (in questo caso non è stato possibile rilevarlo a tutti per questioni organizzative) è stata misurata sia in entrata che in uscita la "*Hearth Rate Variability (HRV)* con un apparecchio non invasivo da dito. Il test HRV è un metodo per misurare la reazione del sistema nervoso autonomo.

Questo protocollo, comune per tutti i siti urbani ed extra-urbani e gruppi sperimentali, è stato applicato per raccogliere i dati necessari e valutare scientificamente alcuni degli effetti immediati della terapia forestale. Attualmente i dati della ricerca sono in corso di elaborazione.

Una ricerca pionieristica che risale agli anni '80, condotta negli Stati Uniti, ha mostrato come tra i pazienti che subivano la stessa operazione chirurgica, si riprendevano più velocemente e con un uso più limitato di antidolorifici, coloro che trascorrevano la convalescenza in una camera con vista su un ambiente naturale (Ulrich RS 1984).

Gli studi più recenti sull'argomento hanno oramai assunto connotazioni trans-disciplinari, mitigando i confini rigidi tra le diverse discipline per indagare sulla totalità del sistema. Neuroscienziati, medici, biologi, psicologi, naturalisti etc. insieme, collaborano per approfondire i meccanismi alla base della relazione tra l'ambiente naturale e la salute. Salute, definita come "uno stato di totale benessere fisico, mentale e sociale" (OMS) e non semplicemente "assenza di malattia o infermità".

Ricerche di questo tipo, oramai vengono svolte in ogni parte del mondo, Stati Uniti, Germania, Regno Unito, Cina, Canada, Giappone, Australia, Italia, Spagna, Brasile ecc.. Tra le ricerche fatte sulla relazione ambiente naturale e salute, una di queste è stata condotta durante il disastro ecologico avvenuto negli Stati Uniti che si è concluso con la perdita di 100 milioni di alberi a causa di un parassita (D.Mc Cullough 2012). La raccolta dati, effettuata in 15 stati, è stata condotta dal 1990 al 2007. I dati elaborati dal 2011 al 2012 hanno evidenziato che, in coincidenza della perdita degli alberi, si è verificato un aumento significativo della mortalità per malattie cardiovascolari e delle basse vie respiratorie (Donovan et al 2013). Gli effetti sono stati maggiori nelle contee più ricche. Questo conferma i risultati delle ricerche precedenti che mostravano una correlazione positiva tra presenza arborea e reddito nelle aree urbane. Si è visto che il maggior aumento della mortalità è avvenuta nelle contee con reddito familiare superiore alla media. (*The Relationship between trees and human health*).

Ricerche sullo stesso tema confermano l'importanza dell'ambiente: persone che vivono costantemente in ambienti privi di verde e di alberature rischiano una maggiore mortalità rispetto a gruppi di persone che vivono in ambienti dove c'è una marcata presenza di verde e alberature, questo si



Viali all'interno dell'Orto Botanico di Roma - ph Francesco Meneguzzo

verifica indipendentemente dal livello di istruzione e dello stato socioeconomico (Kuo 2015). Le malattie correlate sono i disturbi d'ansia (Salim et al., 2012), depressione (Calabrese et al., 2014).

Altri studi dimostrano quanto è importante vivere a contatto con la natura e quanto sia benefica l'immersione negli ambienti boschivi. Avere uno spazio verde, accessibile, di buona qualità, riduce i livelli di depressione e ansia, aiuta a colmare le disuguaglianze sociali e culturali (*The British Journal of Psychiatry* Vol.213), favorisce il buon funzionamento del sistema immunitario, fattore importante anche per avere un idoneo peso neonatale (Moffett et al., 2014).

Altre ricerche sull'argomento hanno mostrato interesse per alcuni parametri fisiologici dell'essere umano ritenuti oggettivamente significativi: gruppi di persone che hanno sostato due notti e tre giorni in un ambiente naturale hanno avuto significativi cambiamenti: diminuzione della frequenza cardiaca, regolarizzazione della pressione sanguigna, riduzione dei livelli di cortisolo e adrenalina nelle urine e una maggiore efficienza del sistema immunitario con maggiore produzione di linfociti NK-*natural killer* (Q. Li et al. 2008).

Una ricerca interessante è stata condotta in Corea dove sono stati coinvolti 50 ragazzi/e adolescenti in libertà vigilata. Il programma è stato svolto da agosto a settembre 2018. La terapia forestale condotta in un bosco di *Pinus densiflora* - Siebold & Zucc., *Larix kaempferi* (Lamb) - Carrière, *Fraxinus rhynchophylla* - Hance J. Bot ha avuto uno spazio temporale di due giorni ed una notte su un gruppo sperimentale di 33 giovani e altri 17 adolescenti facenti parte del gruppo di controllo. Sono stati somministrati un pre e post test anche al gruppo di controllo. È stata utilizzata la scala del benessere sviluppata da Masse e alt. Il sottofattore di questa scala è la Likert. Si è visto dai risultati pre e post test che i programmi hanno avuto un effetto significativo positivo sul punteggio autostima, equilibrio mentale, coinvolgimento sociale, felicità, socialità. (Jin Young Jeon et al. 2021). L'esperienza nella foresta ha influito positivamente sullo sviluppo delle emozioni sociali, l'accettazione e il miglioramento del controllo emotivo degli adolescenti, l'indice di stress è diminuito significativamente fornendo anche una stabilità fisiologica.

Una ricerca su soggetti con ADHD (*Attention-Deficit Hyperactivity Disorder*) diagnosticato ha coinvolto 17 bambini tra i 7 e i 12 anni, trattati con passeggiate in tre ambienti diversi un parco cittadino e due siti urbani ben tenuti. Dopo ogni camminata è stata misurata la concentrazione utilizzando il Digit Span Backwards. Si è visto che la concentrazione migliorava significativamente nei soggetti che avevano camminato nel parco. Gli ambienti naturali possono essere utilizzati come uno strumento utile per aumentare l'attenzione della popolazione generale e delle popolazioni con ADHD (Taylor et al. 2009).

Considerando gli indubbi benefici legati alla Terapia Forestale, l'Orto Botanico e il sito naturale di Pian dei Termini in Toscana possono essere utilizzati come laboratori di ricerca e di terapia, l'uno come sito urbano e l'altro come extra-urbano per trattare depressione, ansia, Alzheimer e demenze, l'ADHD e l'IAD (internet addiction disorder). Questi disturbi e/o malattie possono risultare fortemente invalidanti producono inevitabilmente un incremento di costi per il nostro sistema assistenziale, ed è qui che la TF può diventare uno strumento importante di prevenzione primaria, secondaria e terziaria a costi contenuti.

La Terapia Forestale può essere utilizzata da sola e/o contemporaneamente con altre terapie mediche e/o psicoterapie con setting tradizionali. È altresì necessario continuare ad indagare sulla terapia forestale al fine di costruire un modello scientificamente attendibile che sia sempre più efficace nell'ambito del benessere, della salute individuale e dei benefici a livello sociale, ambientale e umano, a cui si può e si deve contribuire, sempre più attivamente.

Note sugli autori

Claudio Scintu - Sapienza Università degli Studi - Roma - claudio.scintu@uniroma1.it

Fabio Attorre - Sapienza Università degli Studi - Roma - fabio.attorre@uniroma1.it

Elio Carlo - Scuola di Specializzazione in Psicologia Cognitiva - Roma - carloeliocarlo@gmail.com

Bibliografia

1. Andrea Faber Taylor, Frances E. Kuo 2009 Children With Attention Deficits Concentrate Better After Walk in the Park
2. AS Chung, SW Choi, JM Woo, JY Mok... - Journal of Korean ..., 2015 - koreascience.or.kr
3. The effect of short-term forest therapy camp on youths with internet addiction risk group: focused on the biological, neurocognitive and psychosocial aspects
4. Calabrese, F., Rossetti, A. C., Racagni, G., Gass, P., Riva, M. A., and Molteni, R.(2014).Brain-derived neurotrophic factor: a bridge between inflammation and neuroplasticity. *Front. Cell. Neurosci.* 8:430. doi: 10.3389/fncel.2014.00430
5. Donovan GH, Michael YL, Butry DT, Sullivan AD, Chase JM. Urban trees and the risk of poor birth outcomes. *Health Place* 2011;17:390–3
6. Geoffrey H. Donovan, PhD, David T. Butry, PhD, Yvonne L. Michael, ScD, Jeffrey P. Prestemon, PhD, Andrew M. Liebhold, PhD, Demetrios Gatzolis, PhD, Megan Y. Mao The Relationship Between Trees and Human Health Evidence from the Spread of the Emerald Ash Borer
7. Jin Young Jeon 1 , In Ok Kim 1 , Pong-sik Yeon 2 and Won Sop Shin 2,* The Physio-Psychological Effect of Forest Therapy Programs on Juvenile Probationers 2021
8. Ming Kuo 2015 How might contact with nature promote human health? Promising mechanisms and possible central pathway.*Frontiers in Psychology/www.frontiersin.org* August 2015 /volume 6/Article 1093
9. Li, Q. (2010). Effect of forest bathing trips on human immune function. *Environ. Health Prev. Med.* 15, 9–17. doi: 10.1007/s12199-008-0068-3
10. Li, Q., Kobayashi, M., Inagaki, H., Hirata, Y., Hirata, K., Li, Y. J., et al. (2010). A day trip to a forest park increases human natural killer activity and the expression of anti-cancer proteins in male subjects. *J. Biol. Regul. Homeost. Agents* 24, 157–165
11. Li, Q., Kobayashi, M., Wakayama, Y., Inagaki, H., Katsumata, M., Hirata, Y., et al. (2009). Effect of phytoncides from trees on human natural killer cell function. *Int. J. Immunopathol. Pharmacol.* 22, 951–959.
12. Li, Q., Nakadai, A., Matsushima, H., Miyazaki, Y., Krensky, A. M., Kawada, T., et al. (2006). Phytoncides (wood essential oils) induce human natural killer cell activity. *Immunopharmacol. Immunotoxicol.* 28, 319–333. doi: 10.1080/08923970600809439
13. Li, Q., Otsuka, T., Kobayashi, M., Wakayama, Y., Inagaki, H., Katsumata, M., et al. (2011). Acute effects of walking in forest environments on cardiovascular and metabolic parameters. *Eur. J. Appl. Physiol.* 111, 2845–2853. doi: 10.1007/s00421-011-1918-z
14. Moffett, A., Hiby, S. E., and Sharkey, A. (2014). The role of the maternal immune system in the regulation of human birth weight. *Philos. Trans. R. Soc. B Biol. Sci.* 370, 20140071. doi: 10.1098/rstb.2014.0071
15. Salim, S., Chugh, G., and Asghar, M. (2012). Inflammation in anxiety. *Adv. Protein Chem. Struct. Biol.* 88, 1–25. doi: 10.1016/B978-0-12-398314-5.00001-5
16. Ulrich, R. S. (1984). View through a window may influence recovery from surgery. *Science* 224, 420–421. doi: 10.1126/science.6143402



Parte del percorso di Terapia Forestale a Pian dei Termini (PT) - ph Francesco Becheri

3/3.3 - La Stazione sperimentale montana: Pian dei Termini (PT)

di Francesco Benesperi, Giovanni Margheritini

Pian dei Termini si trova nel Comune di San Marcello Piteglio (PT) all'interno del Patrimonio Agricolo Forestale della Regione Toscana. Il Podere Pian dei Termini, di proprietà del Demanio Regionale, è stato affidato in concessione con lo scopo di valorizzare le potenzialità degli immobili e dei terreni (15 ha). Nel progetto di utilizzazione e valorizzazione del Podere Pian dei Termini con il quale è stato aggiudicato il bando si fa espressamente riferimento alla creazione della Stazione di Terapia Forestale. Le aree boscate oggetto di studio sono collocate sul versante meridionale dell'Alto Appennino Tosco-Emiliano, a quote comprese tra 900 e circa 1050 m s.l.m. Il territorio di pertinenza, attraversato da Via Pratorsi, lambisce la Foresta del Teso, e include camminamenti – sentieri e strade forestali – che si sviluppano, con pendenze generalmente moderate, quasi interamente tra impianti forestali misti di castagni (*Castanea sativa*) anche monumentali, faggi (*Fagus sylvatica*) e abeti di varie specie, in particolare abete di Douglas (*Pseudotsuga menziesii*) e abete bianco (*Abies alba*). Tali sentieri raggiungono facilmente anche i Rifugi CAI “del Montanaro” e “Porta Franca”. Nelle immediate prossimità degli immobili ha sede l'Osservatorio Astronomico gestito dal Gruppo Astrofili Montagna Pistoiese, visitato ogni anno da migliaia di persone.

Assetto geografico e forestale

La Foresta di Maresca si estende su una superficie di 2.224,56 ettari interamente in provincia di Pistoia, dei quali 416,03 in Comune di Pistoia e 1.808,53 in Comune di San Marcello Piteglio.

È la seconda in ordine di estensione tra le quattro Foreste (Abetone, Melo – Lizzano –Spignana, Maresca e Acquerino–Collina) costituenti il Complesso “Foreste Pistoiesi” esteso per oltre 8.000 ettari e facente parte del Patrimonio Agricolo Forestale Indisponibile della Regione Toscana gestito dall'Unione di Comuni Montani Appennino Pistoiese. La foresta è situata interamente sul versante meridionale dell'Appennino Tosco Emiliano, tra le quote estreme di 633 e 1.732 m, proprio laddove (procedendo da est verso ovest) il crinale principale si erge attestandosi mediamente su quote superiori ai 1.800 m e sino agli oltre 2.000 m del Monte Cimone, del Monte Prado e del Monte Cusna.

La Foresta di Maresca è suddivisa in cinque comprensori: Orsigna, Teso, Pian di Serra, Monticelli e Verdiana. La diversità delle caratteristiche ecologiche, morfologiche e forestali, giustificano tale divisione, peraltro appoggiata su limiti naturali ben evidenti.

La Strada Forestale lungo la quale è stata svolta l'indagine scientifica volta a qualificarne le positive caratteristiche in termini salutistici si snoda all'interno del Comprensorio di Monticelli, partendo dal punto panoramico di Pian dei Termini (1022 m.) e dirigendosi verso est fino a raggiungere lo spartiacque tirreno-adriatico in prossimità del Monte Peciano (1.210 m). Da qui si può proseguire su sentiero CAI fino a raggiungere il Comprensorio del Teso e successivamente quello di Orsigna incontrando i Rifugi CAI del Montanaro (1.567 m.) e Porta Franca (1.580 m) attraverso il Passo della Maceglia (1.430 m).

Il soprassuolo, costituito da fustaie adulte di pino nero ed abete bianco, caratterizza fortemente il paesaggio con la sua omogeneità cromatica e continuità di copertura. L'area forestale deriva da una importante opera di sistemazione forestale e di rimboschimento risalente agli anni '20 del secolo scorso e, conseguentemente, i suoli risultano essere molto variabili nella loro struttura e fertilità, e comunque in fase di progressivo miglioramento grazie alla permanenza della coltura forestale.

Molto diversa si presenta invece l'altra parte del comprensorio di Monticelli, esposto prevalentemente ad est sulla valle del Torrente Maresca, ed appartenente quindi al bacino principale del Reno. Le pendenze sono maggiormente accentuate, in special modo nei versanti sottostanti il monte Peciano e il crine di Rovaggio, dove sono presenti anche frequenti salti rocciosi ed aree nude con suolo assente o molto superficiale. Il triangolo settentrionale, tra Poggio Monticelli, il passo della Maceglia ed il fosso delle Mandriacce è costituito da buone fustaie da invecchiamento di cedui a prevalenza di faggio, mentre la porzione tra monte Peciano ed il crine del Rovaggio, appare invece composto da fustaie di pino ed abete, in diretta prosecuzione di quelle di Monticelli.



Sede della Stazione sperimentale Pian dei Termini (PT) - ph Francesco Becheri

Complessivamente l'assetto forestale non presenta livelli di allergenicità potenziale elevati. Le specie arboree presenti di possibile disturbo sono:

- Nocciolo (genere *Corylus*) con un grado di allergia alto, impollinazione anemofila, pollinazione precoce da dicembre-gennaio fino a aprile-maggio, grandi quantità di polline e con reattività incrociata con le betulle (*Betula*), ontano (*Alnus glutinosa*) e carpino (*Ostrya carpinifolia*);
- Faggio (*Fagus sylvatica*) con grado di allergia medio, impollinazione anemofila, pollinazione da marzo fino a maggio-giugno, quantità di polline scarsa e con reattività incrociata con le betulle (*Betula*);
- Pinaceae (*Picea abies*, *Abies alba*, *Pinus nigra*, *Pseudotsuga menziesii*) con un grado di allergia molto basso, impollinazione anemofila, pollinazione da marzo a giugno;
- Salicaceae (*Populus tremula*, *Salix caprea*, *Salix alba*): le specie entomofile (*Salix caprea*, *Salix alba*) con scarsa quantità di polline nell'aria sono scarsamente allergizzanti mentre le specie anemofile (*Populus tremula*) con grandi quantità di polline possono indurre allergia. Per tutte il periodo di pollinazione va da marzo a maggio.

Nella parte medio alta non vi è presenza evidente di specie aliene e tossiche, mentre nella parte inferiore (sotto a quote di 700 m) si nota la presenza di *Robinia pseudoacacia*, di *Alianthus altissima* e di altre specie tossiche.

Per la presenza faunistica caratteristica del sito non si ravvedono particolari pericoli se non quelli della presenza delle zecche (*Ixodes ricinus*) e delle vespe (*Vespua vulgaris*).

Vincoli ambientali: il sito è parte del Patrimonio Agricolo Forestale Indisponibile della Regione Toscana gestito dall'Unione di Comuni Montani Appennino Pistoiese che attua costantemente piani di mantenimento dell'assetto forestale, per la tenuta dei sentieri e per la regolamentazione della frequentazione turistica negli ambiti forestali.

Idoneità del sito come sede sperimentale

Dalle analisi effettuate fino dal 2019 il sito risulta particolarmente adeguato alle sperimentazioni per Terapia Forestale. I risultati oggettivi hanno dimostrato l'elevata concentrazione di BVOC lungo la strada forestale, in particolare lungo il tratto più vicino al punto panoramico. Emerge inoltre una notevole regolarità delle concentrazioni, che ne favorisce la previsione. Sono concrete le evidenze sia della consistente presenza di precursori biochimici, sia della concreta funzionalità del percorso studiato rispetto alla pratica della Terapia Forestale, del resto sostenuta da basi scientifiche solide e in continuo perfezionamento. Inoltre l'assetto forestale e la funzionalità del sito con la sua facile accessibilità consentono una facile frequentazione per tutti.

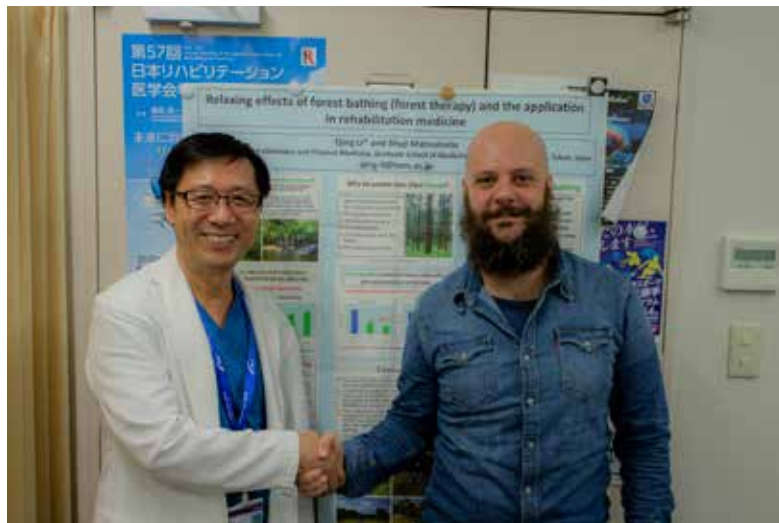
Gestione del sito sperimentale

La gestione del sito sperimentale di Pian dei Termini è iniziata con l'ideatore Francesco Becheri, psicologo e psicoterapeuta, dopo il suo viaggio di studio in Giappone incontrando e praticando la Terapia Forestale direttamente con il professore Qing Li, immunologo della Nippon Medical School e Presidente della Società Giapponese di Medicina Forestale.

Da oltre trent'anni il governo giapponese finanzia progetti di ricerca che studiano come fronteggiare queste criticità. Lo *Shinrin-yoku* (letteralmente "bagno nella foresta") prevede una profonda immersione nella natura attraverso una metodologia esperienziale che stimoli l'attenzione consapevole della mente, dei cinque sensi e delle sensazioni corporee in relazione al contesto naturale della foresta. La pratica guidata include l'ascolto dei suoni di un bosco, il respirarne i profumi e gli oli essenziali rilasciati dagli alberi (fitoncidi), l'osservare la luce e le sfumature dei colori, lo stabilire un contatto con le piante e con la terra. Numerose evidenze scientifiche hanno dimostrato come l'applicazione di questo protocollo sia correlato con la diminuzione della frequenza cardiaca, della pressione sanguigna, e dei livelli di cortisolo (ormone dello stress). Allo stesso tempo è stato appurato come la *Forest Therapy* permetta di riequilibrare il sistema nervoso autonomo, di migliorare l'umore e di rinforzare il sistema immunitario favorendo la produzione dei linfociti NK (*natural killer*).

A fianco della Terapia Forestale esiste poi una pratica orientata maggiormente alla promozione del benessere e alla ricreatività all'interno delle foreste. Questa pratica viene definita "Immersione forestale" e non richiede lo stesso rigore nel collaudo dei sentieri e nella verifica di miglioramenti fisiologici e psicologici nei partecipanti.

Sulla base di queste esperienze, Francesco Becheri ha avviato la sperimentazione sul sito Pian dei Termini coinvolgendo il CAI e il CNR per la qualificazione dell'atmosfera forestale, degli assetti vegetazionali e dei percorsi di Terapia Forestale e per le Immersioni Forestali con i risultati precedentemente descritti. Nei primi mesi del 2022 per i considerevoli risultati sperimentali conseguiti durante le



precedenti campagne sperimentali (2020 e 2021), Francesco Becheri è stato portavoce del nostro progetto presso la Nippon Medical School di Tokio sul tema *"The role of forest medicine in post-COVID-19 health management and disease prevention in Italy"* e inoltre, invitato dalla FAO ci ha rappresentato al XV World Forestry Congress a Seoul in Corea sul tema *"Integrating forest therapy in public health"*.

Note sugli autori

Francesco Benesperi - Unione di Comuni Montani Appennino Pistoiese - forestazione@ucap.it

Giovanni Margheritini - Comitato Scientifico Centrale del CAI - gjomarghe@yahoo.com

Bibliografia

1. Kotte D.; Li Q.; Shin W.S.; Michalsen A. (2019). International Handbook of Forest Therapy. Cambridge Scholars Publishing
2. Li Q. Forest Medicine / dp1621000001
3. Gallis C. Forest Public Health / dp 152755029X
4. Jin Young Jeon 1, In Ok Kim 1, Pong-sik Yeon 2 and Won Sop Shin 2,* The Physio-Psychological Effect of Forest Therapy Programs on Juvenile Probationers 2021



Qui sopra "un castagno amico pluricentenario" alla Stazione sperimentale Pian dei Termini (PT) - ph Francesco Becheri
Nella pagina precedente: in alto Becheri con il Professor Qing Li; in basso Becheri al tavolo dei relatori al XV WFC a Seoul



Aspettando la notte in Appennino, foto scattata presso il passo di Lama Lite - ph Alessandro Carrozi

3/3.4 - Il cielo naturale notturno

di Luciano Massetti, Francesco Meneguzzo

Se la Terapia Forestale vera e propria può essere praticata durante le ore di luce, in cui possono essere esercitati in pieno almeno i sensi della vista e dell'olfatto, quest'ultimo in virtù del rilascio in aria degli oli essenziali, la notte può rappresentare un importante complemento alle classiche attività di Terapia Forestale. Alcune stazioni tra le più remote rispetto alle aree urbanizzate e quindi illuminate, infatti, possono offrire esperienze irripetibili di immersione nel vero buio notturno che, non meno delle esperienze diurne, contribuiscono al rilassamento psico-fisico, motivano ulteriormente la permanenza prolungata presso queste stazioni e ne incrementano i benefici per la salute umana.

Le notti illuminate dalle luci artificiali che ci consentono di svolgere le nostre attività notturne, ci nascondono il cielo stellato e la sua bellezza. Secondo l'atlante mondiale dell'inquinamento luminoso più del 70% della popolazione mondiale non è in grado di vedere la Via Lattea [1] e in generale molti di noi si sono dimenticati che vale la pena di volgere il nostro sguardo verso l'alto.

Questo non è un problema solo di chi vive in città. Infatti l'eccesso di illuminazione o l'inadeguata progettazione degli impianti che comporta la proiezione di luce inutile verso l'alto che si propaga a decine di chilometri di distanza dalle sorgenti creando quel bagliore che rende la notte meno scura e le stelle meno visibili anche lontano dalle città [2,3]. Prima di tutto, le immagini notturne di una terra illuminata e il bagliore diffuso nell'atmosfera corrispondono a luce emessa inutilmente verso l'alto. Questa è luce inutile e corrisponde ad uno spreco di energia che corrisponde a più costi e più emissioni se l'energia utilizzata non è rinnovabile. Inoltre, le luci delle città, delle strade e delle zone costiere alterano l'ambiente notturno e come conseguenza causano tutta una serie di impatti sugli ecosistemi che li popolano e sull'uomo, documentati da un'ampia letteratura scientifica.

L'intensità della luce notturna e il suo spettro o colore alterano diversi meccanismi biologici che condizionano il comportamento e la sopravvivenza delle specie viventi. Innanzitutto, altera il ritmo circadiano, regolato dall'alternarsi del giorno e della notte, di quasi tutte le specie viventi che vengono sottoposte a luce artificiale diretta o diffusa durante la notte, siano esse terrestri o marine [4].

L'inquinamento luminoso influenza anche l'orientamento, la percezione visiva, la riproduzione, i movimenti notturni, la migrazione e le strategie di nutrimento e di conseguenza influenza i rapporti ecologici tra specie e la biodiversità degli ecosistemi [5-19]. Oltre agli effetti sullo sviluppo di alcune specie vegetali, dalla fioritura alla caduta delle foglie [20-23], l'inquinamento altera il ritmo circadiano degli esseri umani, inibisce la produzione di melatonina aumentando, direttamente ed indirettamente, il rischio di effetti negativi per la salute umana, quali ad esempio disturbi del sonno, depressione e aumento del rischio di obesità [24-26]. Poiché non possiamo fare a meno di illuminare artificialmente la notte, è necessario che lo facciamo riducendo al minimo l'inquinamento luminoso e questo si può

fare progettando l'illuminazione seguendo i principi del quanto serve, dove serve, quando serve e come serve, che implicano dosare la quantità di luce in funzione dell'utilizzo degli spazi e degli orari della notte, direzionarla verso il basso e solo nei luoghi necessari e scegliere spettri di luce meno impattanti (contenuto ridotto della componente blu).

Molti di questi criteri sono già considerati dalle legislazioni europee per quel che riguarda i nuovi impianti di illuminazione, tuttavia alcuni aspetti della legislazione corrente dovrebbero essere integrati e migliorati per massimizzare la riduzione del loro impatto [27,28].

Dobbiamo anche considerare il cielo notturno anche da un altro punto di vista, poiché esso non costituisce soltanto un ambiente da salvaguardare ma è anche una risorsa economica, culturale, sociale e personale. Quando quel bagliore, confinato all'orizzonte dei cieli di luoghi remoti e quasi incontaminati, si estende a tutto il cielo sopra di noi, la notte stellata viene sbiadita e celata ai nostri occhi creando una disconnessione con una parte del paesaggio che da sempre ha ispirato l'uomo in tutte le sue espressioni artistiche, dalle pitture rupestri dell'uomo primitivo a Van Gogh, da Dante a Shakespeare. Il cielo notturno è stato anche da sempre un punto di riferimento per i naviganti e un laboratorio per gli scienziati che studiano le dinamiche che regolano l'universo e l'ambiente in cui viviamo. Infine è un elemento che può condizionare il nostro stato d'animo anche in modo positivo. Infatti in questa società dominata dall'attività e dalla luce, il buio viene percepito principalmente come fonte di pericolo e come tale genera prevalentemente paura.

Ma riscoprire il cielo notturno nella sua bellezza e immensità può darci un senso di benessere e di connessione alla natura che può mitigare lo stress che accumuliamo durante la nostra vita quotidiana. A nostra conoscenza, su questo fronte mancano ancora studi quantitativi sui benefici apportati dall'immersione in un cielo notturno il più possibile naturale e questo potrebbe essere un gap interessante da colmare.

A livello internazionale esistono delle iniziative a livello di comunità regionale per salvaguardare la qualità del cielo notturno che attuano azioni di progettazione e gestione dell'illuminazione pubblica effettuando una valutazione d'impatto su tutto il territorio e non solo su quello interessato dagli interventi. Questo tipo di azioni è promosso da associazioni internazionali, come l'*International Dark Sky Association (IDA, <http://darsky.org>)*, che hanno definito linee guida per la promozione e conservazione della qualità del cielo notturno. Seguendole i territori sono certificati come *international dark sky places* a seconda della qualità del loro e promossi a livello mondiale attraverso i canali mediatici dell'associazione. Attualmente ci sono 195 luoghi certificati nel mondo, più di trenta in Europa e zero in Italia.

Per quantificare gli impatti dell'inquinamento luminoso e la qualità del cielo notturno è necessario misurarlo sul campo. La luminosità di un cielo notturno naturale è data dalla risultante delle radiazioni luminose emesse dalle sorgenti di luce naturale (illuminazione di fondo dovuta a stelle, luna e luce zodiacale), mentre l'inquinamento luminoso è la componente della luce artificiale diffusa in atmosfera che schiarisce la notte ed indicata con il termine inglese *sky glow*. Le quantità di luce in gioco sono molto piccole, tanto che la quantità di luce diffusa presente nel cielo di una città molto inquinata è difficilmente rilevabile dagli strumenti, anche professionali, che vengono normalmente

utilizzati per testare gli impianti di illuminazione. L'inquinamento luminoso può essere misurato dal cielo utilizzando i satelliti [29-31] e, più recentemente anche i droni [32-39], utilizzando modelli per stimare l'intensità e la composizione spettrale regionale e mondiale di ALAN [1,40] e da terra con dispositivi di costo relativamente basso adattati o sviluppati per misurare l'intensità e/o lo spettro del bagliore del cielo. Due strumenti comunemente usati dalla comunità scientifica sono le fotocamere digitali reflex [35-39] che forniscono una mappatura della calotta celeste in RGB [41-45] e i sensori pancromatici che forniscono la brillantezza cumulata del cielo notturno [46-51]. Nello studio effettuato sull'Appennino Tosco-Emiliano abbiamo utilizzato un sensore di quest'ultimo tipo, denominato *sky quality meter* o buiometro (figura 1).



Figura 1. Sensore pancromatico denominato *Sky quality* o buiometro installato presso il rifugio Battisti di del CAI di Reggio Emilia

Questo tipo di sensore, pur essendo a basso costo, è largamente utilizzato a livello internazionale per questo tipo di studi perché è in grado di fornire misure quantitative precise di quantità così piccole come quelle corrispondenti alla luminosità del cielo notturno naturale. È idoneo a effettuare misure continue all'aperto, anche in zone remote, per le sue caratteristiche che gli consentono di operare in qualsiasi condizione meteorologica e un'autonomia di alcuni mesi anche in assenza di

reti di alimentazione fissa. Il buiometro, puntato verso lo zenith, misura la brillantezza del cielo notturno all'interno del suo campo di vista di circa 20°. La misura è espressa in magnitudo/arcsec² (mpsas). In questa scala, più i valori sono elevati e più il cielo è buio. Un cielo notturno senza inquinamento luminoso, in assenza di luna e in condizioni di cielo sereno, corrisponde alla misura di 22 mpsas. A parità di condizioni ambientali, tanto più il valore è inferiore a 22 mpsas tanto più il cielo è luminoso e quindi inquinato. È il cosiddetto bagliore (*sky glow* in inglese) che ci fa vedere il cielo notturno giallastro invece che completamente scuro.

Questi sensori sono già stati utilizzati per monitorare l'inquinamento luminoso in alcuni siti della Toscana [51, 52]. Uno di questi è stato utilizzato nel 2021 e nel 2022 per effettuare il monitoraggio dell'inquinamento luminoso in una cima (figura 1) vicino al rifugio Battisti del CAI di Reggio Emilia (1761 m.) tra il Monte Prado (2054 m.) e il Monte Cusna (2121 m.). Il sito è stato scelto perché ha una serie di caratteristiche che lo rendono molto interessante per il monitoraggio della qualità del cielo notturno. Innanzitutto è collocato in un'area di particolare interesse dal punto di vista naturalistico e non solo (citazione di Meneguzzo o altri). Ha le caratteristiche per possedere un cielo notturno di qualità poiché è lontano dai principali centri urbani circostanti, fonte di inquinamento luminoso, e allo stesso tempo è abbastanza vicino ad essi da risentirne in qualche misura. Il sito si trova nell'Appennino Tosco-Emiliano, in un'area buia caratterizzata dall'assenza di qualsiasi centro abitato nelle vicinanze e vaste aree urbanizzate della Pianura Padana e della Toscana che si trovano a decine di chilometri di distanza (Battisti in figura 2a). Infatti, i centri abitati più vicini sono piccoli borghi con meno di 1000 residenti come Civago a circa 5 Km e Ligonchio a 8 Km. I capoluoghi dell'Emilia si trovano tutti a più di 50 Km di distanza in linea d'aria, mentre quelli toscani della costa Nord si trovano a circa 30 Km e quelli dell'interno a più di 50 Km.

L'immagine satellitare porterebbe a pensare che il cielo di quella zona sia esente da inquinamento luminoso. Tuttavia, le luci della città si fanno sentire anche a grandi distanze e sono in grado di influenzare la qualità del cielo notturno di un luogo così isolato e lontano. Il monitoraggio è stato effettuato inizialmente durante l'estate 2021, attraverso campagne brevi (due notti ciascuna) volte ad individuare il sito ideale per una misurazione che fosse rappresentativa della zona. Poi dalla fine di dicembre 2021 a febbraio 2022 è stata effettuata una campagna di misura continua su questo sito (figure 1 e 2a).

Nella figura 2 sono riportati oltre al rifugio Battisti, altri tre siti toscani in cui sono state effettuate misure di qualità del cielo notturno utilizzando lo stesso strumento. I sensori si trovano in siti che sono soggetti a diversi livelli d'inquinamento luminoso come si può vedere dall'immagine satellitare notturna che fa da sfondo. Nella figura è evidenziata un'area di 15 Km di raggio attorno al sensore poiché, è a queste distanze che le sorgenti di luce possono influire di più. Tuttavia l'estensione e l'intensità di sorgenti anche più lontane può avere un effetto importante. Durante il monitoraggio che ha coperto un ciclo lunare completo, la brillantezza del cielo notturno è variata da alti valori dovuti alla luna piena (14 mpsas) fino a valori molto bassi (23 mpsas), addirittura più bassi del cielo notturno naturale probabilmente dovuti a condizioni di mal tempo e nuvolosità che hanno offuscato la luminosità delle stelle. Per evitare queste fluttuazioni le misure devono essere svolte in condizioni di cielo sereno e

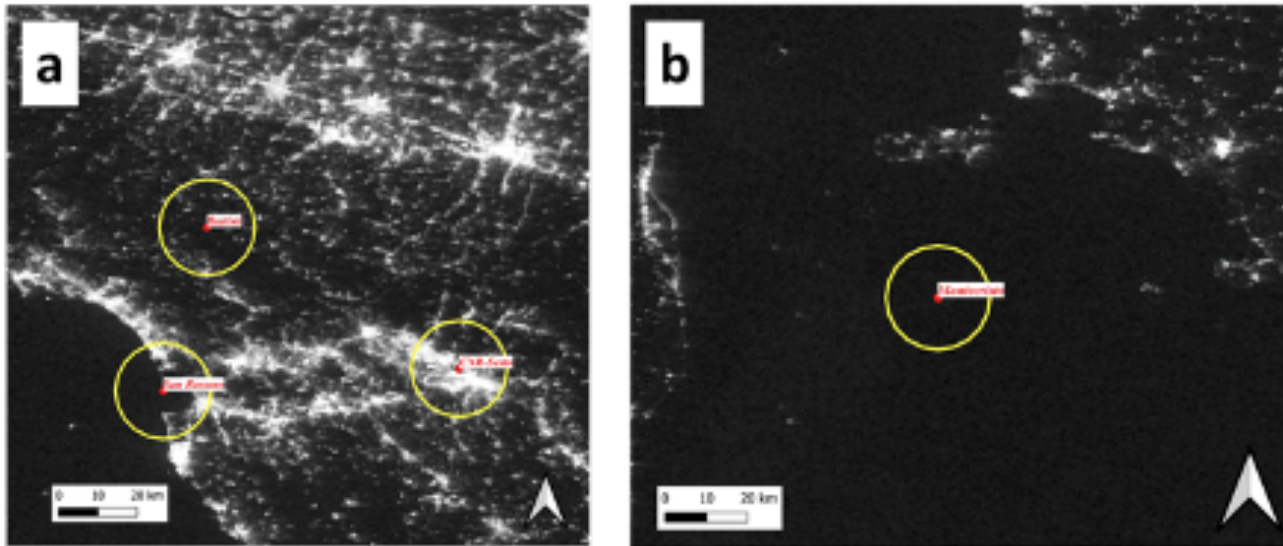


Figura 2. Siti di monitoraggio delle qualità del cielo notturno: (a) Rifugio Battisti, Parco di San Rossore e CNR di Sesto Fiorentino; (b) Isola di Montecristo. Le immagini notturne sono state ottenute dal satellite Suomi NPP/VIIIRS [53] e si riferiscono alla notte del 31-12-2021. I cerchi gialli delimitano l'area che si trova a meno di 15 km di distanza dal sensore

assenza di luna. Nel nostro caso queste condizioni si sono verificate contemporaneamente solo due notti sulle 28 monitorate e questo dà una misura della difficoltà che si possono incontrare in questo tipo di monitoraggio. In queste notti e nelle ore più buie della notte il valore medio di brillantezza al rifugio Battisti è stato di 21.3 mpsas. Questo valore è al di sopra della soglia che consente di vedere ad occhio nudo la Via Lattea, quindi consente di vedere un cielo di alta qualità come da poche parti in Italia. Tuttavia questo valore apparentemente poco differente da quello del cielo notturno naturale, corrisponde ad un certo grado di inquinamento poiché l'unità di misura considerata è in scala logaritmica inversa. Questo significa che al rifugio Battisti la brillantezza del cielo è quasi doppia rispetto a quella naturale, e quel 90% in più di luce nell'atmosfera è dovuta in piccola parte ai borghi che si trovano vicino al sito di misura (all'interno del cerchio giallo in figura 2) e per la maggior parte ai grandi centri abitati che si trovano a grande distanza da esso (figura 2).

Facciamo un paragone con due casi estremi e vicini geograficamente. Nel mezzo di un'area urbanizzata come quella che circonda Firenze, questo valore può scendere fino a 18 mpsas (CNR-Sesto figura 2a) che corrisponde ad una luminosità del cielo 40 volte superiore a quello naturale. In queste condizioni si riescono a vedere pochissime stelle. All'opposto, l'Isola di Montecristo, il luogo più buio della Toscana (figura 2b), ha un cielo che nelle notti serene invernali ha soltanto un 10% di luce in più dovuta all'inquinamento luminoso. Però per avere un cielo quasi Naturale è necessario che le prime

luci artificiali si trovino a quasi 50 km di distanza sulle coste della Corsica, dell'Isola d'Elba o della Maremma. Un caso intermedio è il Parco di Migliarino San Rossore Massacciuccoli (figura 2a). In questo caso la distanza da aree urbanizzate di media grandezza (Pisa e Livorno) è al di sotto dei 15 Km e questo comporta un inquinamento doppio rispetto al Rifugio Battisti.



Figura 3. Foto del cielo notturno estivo scattata dal Rifugio Battisti

La zona dell'appennino tra Il Monte Prado e il Monte Cusna può essere una mèta adatta ad osservare e godere di un bel cielo notturno. Sicuramente sì, la qualità del cielo notturno consente di ammirare facilmente la Via Lattea e di immergersi in un'immensa profondità scura punteggiata di stelle (figura 3). Questa bellezza, come precedentemente detto, è parzialmente inquinata dal bagliore di luci che si trovano molto distanti come testimoniano i bagliori nella foto sferica (figura 3) e in particolare quello nella parte superiore dovuto alle città della Pianura Padana e quello nella parte inferiore dovute alle città toscane della costa settentrionale e le altre città dell'interno, da Lucca fino a Firenze.

Note sugli autori

Luciano Masetti - Istituto per la Bioeconomia del CNR - luciano.masetti@ibe.cnr.it

Francesco Meneguzzo - Istituto per la Bioeconomia del CNR - francesco.meneguzzo@ibe.cnr.it

Bibliografia

1. Falchi, F.; Cinzano, P.; Duriscoe, D.; Kyba, C.C.M.; Elvidge, C.D.; Baugh, K. ; Portno, B. ; Rybnikova, N.A.; Furgoni, R. The new world atlas of artificial night sky brightness. *Sci Adv*, 2016, 2, e1600377
2. Kyba, C.C.M.; Hölker, F. Do artificially illuminated skies affect biodiversity in nocturnal landscapes? *Landscape Ecol.* 2013, 28, 1637–1640
3. Duriscoe, D.; Luginbuhl, C.; Elvidge, C. The relation of outdoor lighting characteristics to skyglow from distant cities. *Light Res Technol* 2014, 46, 35–49
4. Grubisic, M.; Haim, A.; Bhusal, P.; Dominoni, D.M.; Gabriel, K.M.A.; Jechow, A.; Kupprat, F.; Lerner, A.; Marchant, P.; Riley, W.; et al. Light pollution, circadian photoreception, and melatonin in vertebrates. *Sustainability* , 2019, 11, 6400
5. Longcore, T.; Rich, C. Ecological light pollution. *Front. Ecol. Environ.* 2004, 2, 191–198
6. Gaston, K.J.; Bennie, J.; Davies, T.W.; Hopkins, J. The ecological impacts of nighttime light pollution: a mechanistic appraisal. *Biol. Rev.* 2013, 88, 912–927. <http://dx.doi.org/10.1111/brv.12036>
7. Davies, T.W.; Duffy, J.P.; Bennie, J. and Gaston, K.J. The nature, extent, and ecological implications of marine light pollution. *Front Ecol Environ*, 2014, 12, 347-355. doi:10.1890/130281
8. Gaston, K.J.; Duffy, J.P.; Bennie, J. Quantifying the erosion of natural darkness in the global protected area system: Decline of darkness within protected areas. *Conserv. Biol.* 2015, 29, 1132–1141
9. Bennie, J.; Davies, T.W.; Cruse, D.; Gaston, K.J. Ecological effects of artificial light at night on wild plants. *J. Ecol.* 2016, 104, 611–620
10. Dimitriadis, C.; Fournari-Konstantinidou, I.; Sourbès, L.; Koutsoubas, D.; Mazaris, A.D. Reduction of sea turtle population recruitment caused by nightlight: evidence from the Mediterranean region. *Ocean Coast Manage*, 2018, 153, 108–115
11. Grubisic, M.; van Grunsven, R.H.A.; Kyba, C.C.M.; Manfrin, A.; Hölker, F. Insect declines and agroecosystems: Does light pollution matter?: Insect declines and agroecosystems. *Ann. Appl. Biol.* 2018, 173, 180–189
12. Dominoni, D. M.; Smit, J. A. H.; Visser, M. E. & Halfwerk, W. Multisensory pollution: artificial light at night and anthropogenic noise have interactive effects on activity patterns of great tits (*Parus major*). *Environ. Pollut.* 2020, 256, 113314

13. Maggi, E.; Bongiorno, L.; Fontanini, D.; Capocchi A.; Dal Bello M.; Giacomelli A.; Benedetti-Cecchi L. Artificial light at night erases positive interactions across trophic levels. *Funct Ecol.* 2020, 34, 694–706. <https://doi.org/10.1111/1365-2435.13485>
14. Yang, Y.; Liu, Q.; Wang, T.; Pan, J. Light pollution disrupts molecular clock in avian species: A power-calibrated meta-analysis. *Environmental Pollution*, 2020, <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.114206>
15. Bennie, J.; Davies, T.W.; Cruse, D.; Inger, R.; Gaston, K.J. Artificial light at night causes top-down and bottom-up trophic effects on invertebrate populations. *J. Appl. Ecol.* 2018, 55, 2698–2706
16. McLaren, J.D.; Buler, J.J.; Schreckengost, T.; Smolinsky, J.A.; Boone, M.; van Loon, E.E.; Dawson, D.K.; Walters, E.L. (2018). Artificial light at night confounds broad-scale habitat use by migrating birds. *Ecol. Lett.* 21, 356–364
17. McLay L.K., Nagarajan-Radha V., Green M.P., Jones T.M. (2018). Dim artificial light at night affects mating, reproductive output, and reactive oxygen species in *Drosophila melanogaster*. *Journal of Experimental Zoology A.* <https://doi.org/10.1002/jez.2164>
18. Minnaar, C.; Boyles, J.G.; Minnaar, I.A.; Sole, C.L.; McKechnie, (A.E. 2015). Stacking the odds: Light pollution may shift the balance in an ancient predator-prey arms race. *J. Appl. Ecol.* 52, 522–531
19. Van Langevelde, F.; van Grunsven, R.H.A.; Veenendaal, E.M.; Fijen, T.P.M. (2017). Artificial night lighting inhibits feeding in moths. *Biol. Lett.* 13, 20160874
20. Cathey, A.R.; Campbell, L.E. Effectiveness of five vision-lighting sources on photoregulation of 22 species of ornamental plants. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 1975, 100, 65–71
21. French-Constant, R.H.; Somers-Yeates, R.; Bennie, J.; Economou, T.; Hodgson, D.; Spalding, A.; McGregor, P.K. Light pollution is associated with earlier tree budburst across the United Kingdom. *Proc. R. Soc. B* 2016, 283 <http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2016.0813>. 2016 0813
22. Škvareninová J.; Tuhárska M.; Škvarenina J.; Babálová D.; Slobodníková L.; Slobodník B.; Strědová H.; Mindš J. Effects of light pollution on tree phenology in the urban environment. *Morav. Geogr. Rep.* 2017, 25, 282–290
23. Massetti, L. Assessing the impact of street lighting on *Platanus x acerifolia* phenology. *Urban For Urban Green* 2018, 34, 71–77
24. Haim, A.; Zubidat Abed, E. Artificial light at night: melatonin as a mediator between the environment and epigenome. *Phil. Trans. R. Soc. B.* 2015, 370, 20140121. <http://doi.org/10.1098/rstb.2014.0121>
25. Touitou, Y.; Reinberg, A.; Touitou, D. Association between light at night, melatonin secretion, sleep deprivation, and the internal clock: Health impacts and mechanisms of circadian disruption. *Life Sci.* 2017, 173, 94–106. doi:10.1016/j.lfs.2017.02.008
26. Svechikina, A.; Portnov, B.A. & Trop, T. The impact of artificial light at night on human and ecosystem health: a systematic literature review. *Landscape Ecol.* 2020, <https://doi.org/10.1007/s10980-020-01053-1>
27. Guette A, Godet L, Juigner M, Robin M (2018) Worldwide increase in artificial light at night around protected areas and within biodiversity hotspots. *Biol Cons* 223:97–103
28. Schroer, S.; Huggins, B.J.; Azam, C.; Hölker, F. (2020). Working with Inadequate Tools: Legislative Shortcomings in Protection against Ecological Effects of Artificial Light at Night. *Sustainability* 12, 2551
29. Katz, Y.; Levin, N. Quantifying urban light pollution—A comparison between field measurements and EROS-B imagery. *Remote Sens. Environ.* 2016, 177, 65–77
30. Levin, N.; Kyba, C. C. M.; Zhang, Q.; Sánchez de Miguel, A.; Román, M. O.; Li, X.; Portnov, B. A.; Molthan, A. L.; Jechow, A.; Miller, S. D.; Wang, Z.; Shrestha, R. M. & Elvidge, C. D. Remote sensing of night lights: a review and an outlook for the future. *Remote Sens Environ* 2020, 237, 111443. doi:10.1016/j.rse.2019.111443

31. Barentine, J.C.; Walczak, K.; Gyuk, G.; Tarr, C.; Longcore, T. A Case for a New Satellite Mission for Remote Sensing of Night Lights. *Remote Sens.* 2021, 13, 2294. <https://doi.org/10.3390/rs13122294>
32. Bouroussis, C.A.; Topalis, F.V. Assessment of outdoor lighting installations and their impact on light pollution using unmanned aircraft systems-The concept of the drone-gonio-photometer. *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transf.* 2020, 253, 107155
33. Reagan, J., 2018. Spanish Company Deploys Drones to Battle Light Pollution. <https://dronelife.com/2018/02/13/spanish-company-deploys-drones-battle-light-pollution/>
34. Fiorentin, P.; Bettanini, C.; Bogoni, D. Calibration of an Autonomous Instrument for Monitoring Light Pollution from Drones. *Sensors* 2019, 23, 5091. <https://doi.org/10.3390/s19235091>
35. Guk, E.; Levin, N. Analyzing spatial variability in nighttime lights using a high spatial resolution color Jilin-1 image – Jerusalem as a case study. *J. Photogramm. Remote Sens.* 2020. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2020.02.016>
36. Kong, W.; Cheng, J.; Liu, X.; Zhang, F.; Fei, T. Incorporating nocturnal UAV sideview images with VIIRS data for accurate population estimation: a test at the urban administrative district scale. *Int. J. Remote Sens.* 2019, 40 (22), 8528–8546. <https://doi.org/10.1080/01431161.2019.1615653>
37. Tabaka, P. Pilot Measurement of Illuminance in the Context of Light Pollution Performed with an Unmanned Aerial Vehicle. *Remote Sens.* 2020, 12, 2124. <https://doi.org/10.3390/rs12132124>
38. Xu, Y.; Knudby, A.; Côté-Lussier, C. Mapping ambient light at night using field observations and high-resolution remote sensing imagery for studies of urban environments. *Build. Environ.* 2018, 145, 104–114
39. Li X.; Levin, N.; Xie, J.; Li, D. Monitoring hourly night-time light by an unmanned aerial vehicle and its implications to satellite remote sensing. *Remote Sens. Environ.* 2020, 247, 111942, ISSN 0034-4257
40. Linares H., Masana E., Ribas S.J., Garcia-Gil M., Figueras F., Aubé M., (2018), Modelling the night sky brightness and light pollution sources of Montsec protected area, *Journal of Quantitative Spectroscopy & Radiative Transfer* 217, 178-188 <https://doi.org/10.1016/j.jqsrt.2018.05.037>
41. Solano, Lampar, H.A. & Kocifaj, M. Urban artificial light emission function determined experimentally using night sky images. *J Quant Spectrosc Radiat*, 2016, 181, 87-95
42. Jechow, A.; Kolláth, Z.; Ribas, S.J.; Spoelstra H.; Hölker F.; Kyba C.C.M. Imaging and mapping the impact of clouds on skyglow with all-sky photometry. *Sci. Rep.*, 2017, 7, 6741 <https://doi.org/10.1038/s41598-017-06998-z>
43. Kolláth, Z. and Dömény A. Night sky quality monitoring in existing and planned dark sky parks by digital cameras. *Int J Sustainable Light*, 2017, 19 (1), 61-68, 10.26607/ijsl.v19i1.70
44. Jechow, A; Ribas, S.J.; Domingo, R.C.; Hölker, F.; Kolláth, Z.; Kyba, C.C.M. Tracking the dynamics of skyglow with differential photometry using a digital camera with fisheye lens. *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transf.*, 2018, 209, 212-23
45. Hänel, A.; Posch, T.; Ribas, S.J.; Aubé, M.; Duriscoe, D.; Jechow, A.; Kollath, Z.; Lolkema, D.E.; Moore, C.; Schmidt, N.; et al. Measuring night sky brightness: Methods and challenges. *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transf.* 2018, 205, 278–290
46. Ribas, S. J., Figueras, F., Paricio, S., Canal-Domingo, R. & Torra, J. How clouds are amplifying (or not) the effects of ALAN. *Int. J. Sustain. Light* 2016, 35, 32–39
47. Posch, T; Binder, F; Puschnig, J. Systematic measurements of the night sky brightness at 26 locations in Eastern Austria. *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transf.* 2018, 211, 144–165. DOI:10.1016/j.jqsrt.2018.03.010
48. Bará, S.; Lima, R.C.; Zamorano, J. Monitoring Long-Term Trends in the Anthropogenic Night Sky Brightness. *Sustainability*, 2019, 11, 3070

49. Bertolo, A.; Binotto, R.; Ortolani, S.; Sapienza, S. Measurements of Night Sky Brightness in the Veneto Region of Italy: Sky Quality Meter Network Results and Differential Photometry by Digital Single Lens Reflex. *J. Imaging*, 2019, 5, 56
50. Zamorano, J.; Tapia, C.; Pascual, S.; García, C.; González, R.; González, E.; Corcho, O.; García, L.; Gallego, J.; Sánchez de Miguel, A.; Solano, E.; Alacid, J.M. Night sky brightness monitoring in Spain. In highlights on Spanish astrophysics X. In Proceedings of the XIII Scientific Meeting of the Spanish Astronomical Society Held on July 16-20, 2018, Montesinos, B., Asensio Ramos, A., Buitrago, F., Schödel, R., Villaver, E., Pérez-Hoyos, S., Ordóñez-Etxeberria, I. Eds; Publisher: Salamanca, Spain, 2019; 978-84-09-09331-1, pp. 599–604
51. Massetti, L. Drivers of artificial light at night variability in urban, rural and remote areas. *J Quant Spectro Radiat Trans* 2020, 255, 107250
52. Massetti L., Materassi A., Sabatini F. Monitoraggio della qualità del cielo notturno e dell'inquinamento luminoso nel Parco di Migliarino San Rossore e Masciacuccioli (2018-2020). Rapporto tecnico. 2021
53. Román, M. O., Z. Wang, Q. Sun, V. Kalb, S. D. Miller, A. Molthan, L. Schultz, J. Bell, E. C. Stokes, B. Pandey, K. C. Seto, D. Hall, T. Oda, R. E. Wolfe, G. Lin, N. Golpayegani, S. Devadiga, C. Davidson, S. Sarkar, C. Praderas, J. Schmaltz, R. Boller, J. Stevens, O. M. Ramos Gonzalez, E. Padilla, J. Alonso, Y. Detrés, R. Armstrong, I. Miranda, Y. Conte, N. Marrero, K. MacManus, T. Esch, and E. J. Masuoka. 2018. "NASA's Black Marble nighttime lights product suite." *Remote Sensing of Environment* 210 113-143 doi:10.1016/j.rse.2018.03.017

La Via Lattea si alza sopra la vetta del monte Prado, foto scattata presso il passo di Lama Lite - ph Alessandro Carrozzi







Nei dintorni del Rifugio Levi Molinari - Exilles (TO) - ph Francesco Meneguzzo

Verso uno standard nazionale di idoneità dei siti di Terapia Forestale

Abstract

Il capitolo propone la definizione di requisiti necessari a riconoscere lo status di “ambiente terapeutico” che un sito deve possedere per poter realizzare una iniziativa di *Forest therapy* o *Urban forest therapy*. L'idoneità del sito viene riconosciuta attraverso un percorso di validazione istituzionale che considera le caratteristiche geomorfologico-paesaggistiche, vegetazionali, di accessibilità, vincolistica e di gestione dell'area.

Tale proposta nasce dalla necessità di poter porre delle basi comuni chiare e univoche per valorizzare le attività di Terapia forestale, settore in fortissima espansione ed attualmente senza regolamentazione. L'obiettivo è quindi la costruzione di uno standard nazionale per il riconoscimento dell'idoneità dei siti di Terapia Forestale al fine di garantire qualità e sicurezza per i potenziali fruitori del servizio.

4/1 - Caratteristiche stazionali e gestionali: i criteri forestali

di Raoul Romano, Rosa Riviaccio, Antonio Pepe, Lorenzo Crecco

La consapevolezza che il tempo trascorso a contatto con la natura possa produrre effetti benefici per la salute umana e per migliorare il benessere mentale e fisico delle persone è presente da molto tempo in culture anche molto diverse tra loro. Come evidenziato nei capitoli precedenti, nell'ambito delle iniziative ricondotte alla categoria Forest-based Care [12] si possono individuare diverse attività che vanno dalla promozione della salute all'intervento sanitario, ossia dalle iniziative di “*green exercise*”, al “*forest bathing*”, alla “*forest therapy*”.

La *Forest therapy* nei paesi in cui è nata e cresciuta, come il Giappone e Corea, ha assunto nel corso degli ultimi 30 anni un ruolo così importante da essere prevista non come semplice attività di interesse sociale e culturale, ma come vera e propria pratica curativa/terapeutica con prescrizione da parte del sistema sanitario nazionale.

Per la società italiana la frequentazione di ambienti forestali a fini ludici, ricreativi e per la ricerca di un rilassamento psicofisico non è una novità. Dal 1863 il CAI riconosce “la bellezza e il piacere di immergersi per sentieri e percorsi delle aree montane e rurali” dove i boschi costituiscono la cornice predominante. Negli ultimi anni, anche in relazione a una nuova e diffusa sensibilità sociale dovuta alla crisi climatica e pandemica in corso, il concetto di “terapia forestale” ha acquisito anche in Italia un crescente

interesse da parte della società e una importante attenzione del settore scientifico da parte di diversi enti pubblici e privati di certificazione forestale [31].

Le iniziative di terapia forestale si stanno però sviluppando sul nostro territorio con attività e modalità molto differenti tra loro, non sempre supportate da basi scientifiche qualificate e in contesti anche non strettamente forestali. In generale, le attività promosse negli ultimi anni in ambito forestale e rivolte a "migliorare il benessere e la salute degli individui" (sia a scopo di lucro che senza) non sono altro che una evoluzione concettuale e strutturata di opportunità già informalmente presenti da tempo nel nostro paese. Rappresentano comunque iniziative emergenti che, con questa diversa modalità, hanno degli elementi di novità per il territorio e in particolare per il settore forestale italiano. Inoltre, sono l'occasione di sviluppo per nuovi servizi con risultati anche sanitari [18, 17, 11, 35], nonché nuove opportunità imprenditoriali e occupazionali legate alla gestione dell'ambiente e alla fornitura del servizio stesso.

Anche se la nuova Strategia Forestale Nazionale [43] ha riconosciuto le potenzialità delle iniziative di *Forest therapy* tra i servizi socio-culturali generati dalle foreste, a oggi queste non sono adeguatamente supportate da un quadro legislativo nazionale o regionale di riferimento. Ne consegue non solo una frammentazione e scarsa integrazione, ma anche una mancanza di regolamentazione e standardizzazione necessarie a riconoscerne la qualità e a garantirne l'efficacia per dare anche la giusta credibilità al settore.

Considerando la crescente domanda di servizi per la salute e il benessere fisico e psicologico da parte della società, le sfide della sanità pubblica e il trend principale di sviluppo del settore forestale, per chi avvia oggi un'iniziativa targata *Forest therapy* vi è l'urgente necessità di poter essere riconosciuto quale fornitore professionale di un servizio qualificato. Tale riconoscimento consentirebbe l'inserimento dell'iniziativa in un auspicato sistema di "prescrizioni verdi" (Buckley et al 2018, 2019) per pratiche terapeutiche preventive o curative, portando non solo a notevoli risparmi economici per il sistema sanitario nazionale, ma anche allo sviluppo di nuove e importanti opportunità per i territori e le comunità locali delle aree interne d'Italia. Peraltro, questo incoraggerebbe la diversificazione e la multifunzionalità aziendale [36] e consentirebbe inoltre lo sviluppo di un indotto specializzato di professionisti competenti nella gestione dei siti e delle strutture di accoglienza [5, 2].

Per raggiungere questo obiettivo vi è la necessità di poter disporre di un sistema di validazione delle aree scelte per realizzare una attività di *Forest therapy*, volto a garantire l'integrazione dell'idoneità delle caratteristiche stazionali, strutturali e di gestione del sito con il percorso terapeutico rivolto a target specifici e seguito da personale competente. In primo luogo, vi è perciò la necessità di realizzare per ogni iniziativa una rigorosa analisi preliminare di valutazione del sito, basata su criteri tecnico scientifici oggettivi, che dimostri il rispetto di standard di efficienza e sicurezza per qualificare l'offerta e l'efficacia per i benefici psicologici e fisiologici richiesti per definiti soggetti target.

Per questo motivo, si propone qui una prima definizione di "requisiti minimi di idoneità" al fine di porre le basi per la costruzione, nel prossimo futuro, di uno standard nazionale di certificazione delle

attività di Terapia forestale. L'identificazione di tali requisiti, con definizioni chiare e univoche, è oggi di estrema urgenza e utilità non solo per colmare le lacune conoscitive e per caratterizzare le iniziative, migliorarne lo sviluppo e garantire un elevato livello di sempre maggiore qualità, ma anche per fornire elementi condivisi per categorizzarle e classificarle.

La base metodologica elaborata, volta a definire un futuro protocollo nazionale di validazione dell'idoneità dei siti, è inoltre necessaria per ridurre e possibilmente azzerare la proliferazione di iniziative disomogenee, in luoghi improvvisati, non fondate su un approccio scientifico rigoroso, che potrebbero minare gli esiti attesi legati al corretto sviluppo della Terapia forestale in senso stretto.

La funzionalità e l'efficacia terapeutica delle iniziative e delle aree deputate alla *Forest therapy* non può prescindere da una stretta interrelazione tra le scienze mediche e selvicolturali. Infatti, è fondamentale poter analizzare e coordinare parallelamente sia le caratteristiche degli ambienti potenzialmente idonei, sia la relazione che questi hanno sulla salute umana.

Di seguito viene proposto un primo approccio di analisi per la definizione di requisiti di base minimi che potrebbero essere utilizzati come Linee guida per stabilire i criteri per l'identificazione delle aree deputate ad iniziative di Terapia forestale e le indicazioni per la loro gestione e tutela. Ovviamente questi dovranno essere affiancati da criteri di valutazione delle capacità terapeutiche del sito, distinti per obiettivi curativi e target specifici.

Quanto esposto nasce quindi, dallo studio delle esperienze in corso, internazionali e nazionali, cercando di contemplare tutti i fattori già osservati e studiati contestualizzandoli nella complessa e diversificata realtà forestale italiana.

4/1.1 - Stato dell'arte e metodo

Tutte le aree forestali possono offrire una vasta gamma di benefici, diretti e indiretti, per la salute umana e servizi di benessere a tutti, tranne che non si tratti della "*Selva oscura*" di dantesca memoria in cui "*la diritta via era smarrita*" e tanto "*selvaggia, aspra e forte*" appariva che "*nel pensiero rinvia la paura*".

Le caratteristiche intrinseche dell'ambiente forestale determinano e influenzano gli effetti terapeutici che un'area può essere in grado di fornire. Questi sono riconducibili a diversi parametri oggettivi, tra i quali l'ubicazione topografica, la morfologia, le caratteristiche ecologiche stazionali, la composizione specifica, l'età, la struttura, lo stadio di sviluppo del popolamento forestale e, non ultimi come importanza, il modello di gestione, la presenza e tipologia di accessibilità e fruizione dell'area stessa.

Le iniziative promosse in Italia si basano in tutti i casi sul ruolo ampiamente riconosciuto delle potenzialità rigenerativo-psicofisiche dell'ambiente forestale [29, 8], ma queste vengono talvolta attribuite indistintamente ad ambienti spesso profondamente diversi.

Nel panorama nazionale delle iniziative targate come *Forest therapy* abbiamo, infatti, stazioni e percorsi ubicati in boschi con funzione produttiva, in boschi ad alto valore naturalistico, in aree boscate di origine antropica (piantagioni e rimboschimenti), nelle aree forestali periurbane e urbane [13, 15],

in orti botanici o giardini pubblici, nelle aree verdi di ospedali e complessi sanitari o didattici. Ciascuna di queste aree ha una propria peculiarità, in relazione alle caratteristiche già citate, e può quindi fornire un servizio e svolgere una funzione specifica per quel determinato sito oppure anche generica, ed essere perciò più o meno adatta ad un certo target di persone e situazioni. Infatti, tali servizi e funzioni sono strettamente legati al contesto locale in cui si trova il sito stesso, che può presentare differenti caratteristiche a seconda della stagione e dell'ora del giorno [11].

Per questo motivo, si ritiene necessario differenziare le tipologie in diversi macrocontesti. Perché una iniziativa possa essere definita e riconosciuta come *Forest therapy* in senso stretto, in primo luogo, dovrebbe realizzarsi solamente in ambito realmente forestale, non all'interno o in prossimità di un ambito urbano. In secondo luogo, dovrebbe presupporre un vero e proprio "percorso terapeutico", riconosciuto da una prescrizione medica di prevenzione o cura che preveda un periodo di applicazione definito e in grado di generare riconosciuti effetti terapeutici nel prevenire, mitigare, ed eventualmente recuperare o riabilitare da specifiche patologie [33, 21, 40, 20, 35].

Con quest'ottica, partendo dalle macrocategorie di *Forest-based Care* proposte da Doimo nel 2021, abbiamo distinto le iniziative in tre grandi gruppi:

1. *Forest therapy*: attività e pratiche terapeutiche realizzate in un contesto forestale di origine naturale o artificiale (rimboschimenti forestali);
2. *Urban forest therapy*: attività e pratiche terapeutiche realizzate in un ambiente di origine antropica che presenta caratteristiche riconducibili a una foresta ma ubicato in contesti non forestali, periurbani o urbani (parchi, orti botanici e giardini pubblici, aree verdi di ospedali e complessi sanitari e didattici, ecc.);
3. *Forest bathing* e *forest health care*: attività e pratiche realizzate in un contesto forestale di origine naturale o in contesti non forestali di origine antropica con funzione di svago svolte con l'intenzione di fornire generici servizi e benefici ludico-ricreativi.

Il nostro studio prende in considerazione le prime due categorie, *Forest therapy* e *Urban forest Therapy*.

Nell'ambito dei siti in cui queste iniziative si sviluppano, considerando le differenti forme con cui le proposte terapeutiche vengono realizzate, si è operata una ulteriore distinzione:

1. Stazione di *Forest therapy* o *Urban Forest Therapy*: area forestale delimitata, circoscritta e perimetrata, attrezzata e gestita, con circuiti e sentieri definiti "tracciati", generalmente a circuito chiuso, che si può sviluppare in un ambiente naturale o antropico.
2. Percorso di *Forest Therapy*: itinerario che si sviluppa in un'area aperta, lungo un sentiero che attraversa un ambiente naturale boschivo o anche misto (da boschivo, a pascolivo, ecc.), che può essere attrezzato.

Stazione con tracciati interni



Percorso



Figura 1. Esempi di Stazione e Percorso di un sito di Forest therapy o Urban forest therapy

Partendo da questi presupposti, per la costruzione di un modello di validazione dell'idoneità del servizio offerto da una iniziativa di *Forest Therapy* o *Urban Forest therapy* sono stati presi in esame i percorsi amministrativi attualmente regolamentati a livello nazionale per riconoscere siti forestali di importanza ambientale, come i boschi monumentali (Legge 14 gennaio 2013, n. 10) e vetusti (DM n. 604983 del 18 novembre 2021) e per autorizzare a livello regionale attività ludico ricreative di *Forest care* (e.g. asili in bosco, parchi avventura, ecc.).

Il modello di validazione dell'idoneità del servizio offerto si applica ad un percorso istruttorio che inizia con le informazioni di base fornite dal richiedente attraverso la compilazione di Schede tecniche utili a realizzare una valutazione oggettiva dei siti candidabili.

Il possesso preventivo di parametri gestionali minimi diventa per questo motivo imprescindibile, non solo per poter riconoscere un idoneo "ambiente terapeutico" su cui realizzare stazioni rivolte esclusivamente al benessere degli individui, ma anche per poter definire, ed eventualmente modificare o adeguare, i tracciati e i percorsi terapeutici più idonei ed efficaci in relazione alle caratteristiche ambientali più strettamente connesse con la salute umana. Ciò è fattibile garantendo l'accesso e la sicurezza per le diverse tipologie di fruitori (ad esempio anche per disabilità motorie), prevedendo punti di sosta adeguati alle esigenze terapeutiche [9, 16] e dedicati ai target e agli obiettivi curativi specifici e unici di un "ambiente terapeutico" di *Forest* o *Urban forest therapy*.

4/1.2 - Percorso di istruttoria

Per la costruzione di un modello di validazione dell'idoneità del servizio offerto da una iniziativa di *Forest therapy* o *Urban forest therapy* sono stati presi in esame i percorsi amministrativi attualmente regolamentati a livello nazionale per riconoscere siti forestali di importanza ambientale come i boschi monumentali (Legge 14 gennaio 2013, n. 10) e vetusti (DM n. 604983 del 18 novembre 2021) e per autorizzare a livello regionale attività ludico ricreative di *Forest care* (e.g. asili in bosco, parchi avventura, ecc.).

Il percorso istruttorio inizia con le informazioni di base fornite dal richiedente attraverso la compilazione di Schede tecniche utili a realizzare una valutazione oggettiva dei siti candidabili.

L'Autorità istituzionale competente (nazionale o regionale) potrà istruire questa ipotesi di iter per il preliminare riconoscimento di idoneità di un sito che voglia il riconoscimento dello status di ambiente terapeutico (Figura 2).

Il promotore di una iniziativa di *Forest therapy* o *Urban forest therapy* per poter accreditare, e far riconoscere come idonea un'attività, deve presentare la propria candidatura all'ente competente (da designare).

L'iter si avvia con la presentazione di una semplice domanda di idoneità da parte del soggetto promotore all'autorità competente attraverso la compilazione di alcune Schede di valutazione. Grazie a queste, vengono fornite tutte le informazioni dettagliate necessarie per la dettagliata e completa analisi del sito e dell'ambiente su cui si vuole avviare una attività di *Forest therapy*.

L'ente accreditato potrà così avviare una istruttoria per step. La prima analisi e valutazione della proposta sulle reali potenzialità del sito o del percorso, di *Forest therapy* o *Urban forest therapy* è fatta solo attraverso queste le prime informazioni fornite dal dichiarante. L'ente può verificare da remoto l'attendibilità di alcuni dati grazie all'ausilio di cartografie tematiche digitali (dem, topografia, vincoli, ecc.).

In caso di esito positivo, ossia ritenuta idonea la richiesta, l'ente potrà far proseguire la richiesta al secondo step. Questo comporta le indagini specifiche in campo, attraverso una apposita Commissione tecnico-scientifica composta da soggetti di comprovata esperienza. In caso di esito negativo, se le motivazioni dell'esclusione sono "modificabili" (e.g. percorsi non idonei per lunghezza o larghezza, servizi mancanti, ecc.), con un adeguamento di queste sarà possibile chiedere una nuova valutazione.

Diversamente, se la non-idoneità è dovuta a condizioni strutturali della stazione o del percorso non modificabili (e.g. eccessiva rumorosità del sito, eccessiva pendenza, ecc.) il sito sarà bocciato e non sarà possibile ripresentare una nuova domanda.

Se dopo il secondo step della verifica in campo la valutazione dei dati darà esito positivo, il sito sarà dichiarato a tutti gli effetti idoneo. Diversamente, se la valutazione avrà parere negativo, a che le motivazioni dell'esclusione saranno modificabili o meno, sarà possibile chiedere una nuova valutazione a seguito di un adeguamento oppure la proposta sarà definitivamente bocciata/respinta.

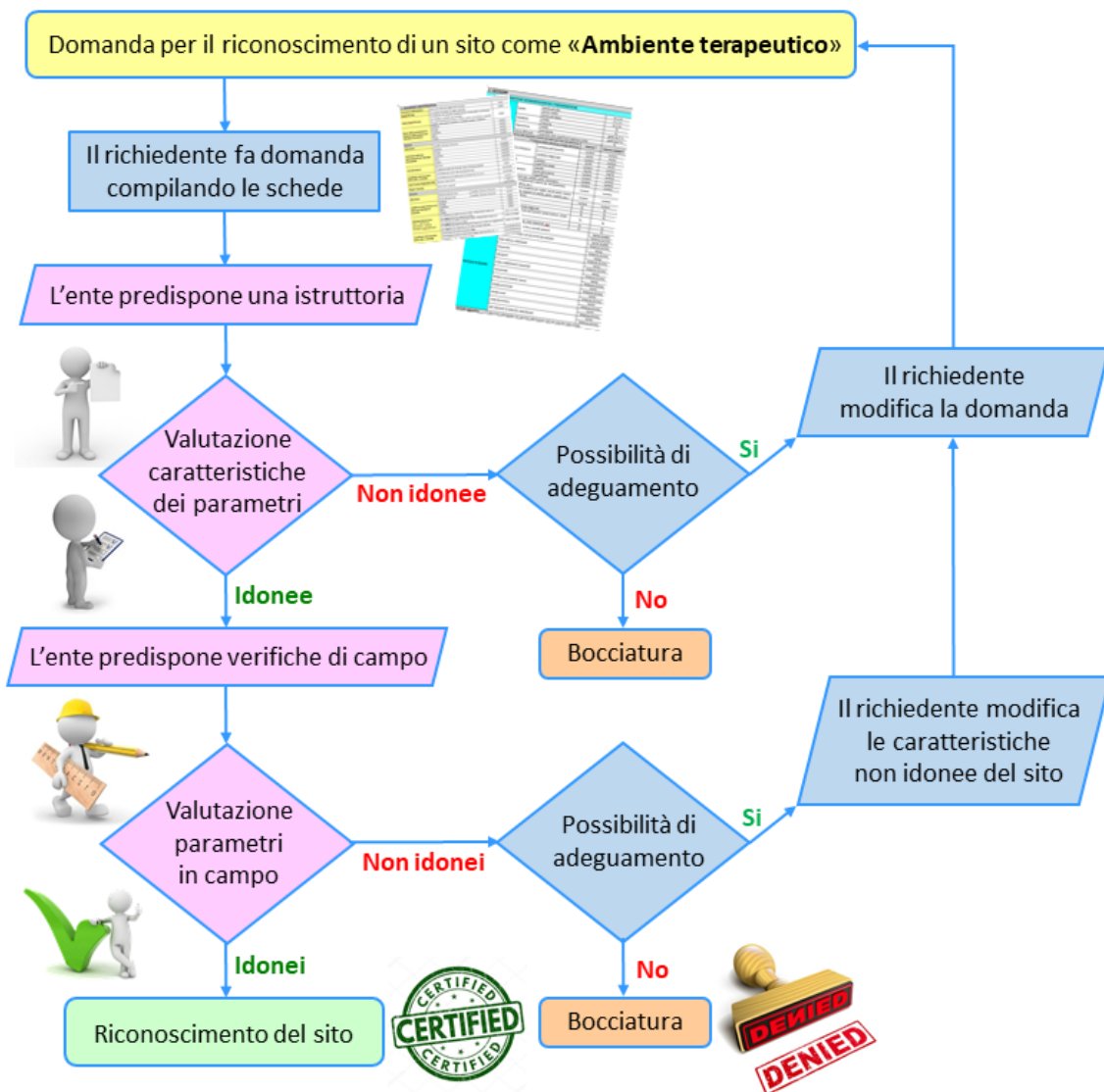


Figura 2. Mappa concettuale svolta come diagramma di flusso per il processo di riconoscimento di una iniziativa di Forest o Urban forest therapy tramite le schede informative

I siti idonei designati potranno essere inseriti in un geodatabase (che definisce la loro superficie georiferita insieme alle caratteristiche stazionali), che potrebbe far parte integrante di un registro nazionale dei siti/percorsi di *Forest therapy / Urban forest therapy* per fornire un servizio auspicabilmente riconosciuto di "prescrizioni verdi" dal Sistema sanitario nazionale.

Successivamente all'idoneità dei siti/percorsi di *Forest therapy / Urban forest therapy* sarà possibile passare alla fase di valutazione delle proposte terapeutiche attivabili in quel luogo, che dovranno essere anch'esse valutate e riconosciute.

Al termine di questo secondo percorso, l'iniziativa intera potrà essere riconosciuta ufficialmente complessivamente idonea.

4/1.3 - Anagrafe identificativa

Le Schede di valutazione dei siti adibiti alle iniziative sono state costruite partendo da una selezione dei parametri individuati per il caso studio in Bulgaria proposto da Dodev et al. (2021) e utilizzati nella valutazione e mappatura dell'idoneità delle aree in cui effettuare iniziative di *Forest therapy*.

I parametri sono stati selezionati e ulteriormente integrati in funzione del nostro studio sulle attività di *Forest therapy* e *Urban forest therapy*, delle caratteristiche territoriali e fito-ecologiche italiane, e delle normative nazionali e regionali vigenti in materia di gestione e tutela del bosco.

Le caratteristiche individuate come essenziali sono i requisiti minimi da considerare per la valutazione e il riconoscimento dell'idoneità dei siti e/o dei percorsi di *Forest therapy* e *Urban forest therapy*.

Tali Schede sono state predisposte per la raccolta dei dati sulle caratteristiche e gli aspetti stazionali ambientali e forestali, nonché gestionali, di un sito o percorso di cui si vuole richiedere l'idoneità per una attività di *Forest therapy* o *Urban forest therapy*. In queste schede sono stati riportati i requisiti minimi da considerare per la valutazione e il riconoscimento dell'idoneità dei siti e/o dei percorsi di *Forest therapy* e *Urban forest therapy*.

Le caratteristiche di un sito o percorso che possano essere oggettivamente verificate e validate attraverso lo studio e l'analisi dei dati forniti da un richiedente che vuole intraprendere un'attività di *Forest therapy* o *Urban forest therapy* attraverso il percorso di riconoscimento ufficiale descritto in precedenza.

Le schede consentono lo studio e l'analisi delle caratteristiche strutturali e paesaggistiche, ecologiche e stazionali. Queste dipendono dall'ubicazione geografica, dalla morfologia del sito, dalla composizione specifica del popolamento forestale, dalla sua età, struttura, stadio di sviluppo, tipo di gestione forestale, ivi inclusa la presenza e caratteristiche della viabilità per la fruizione dell'area.

Le Schede sono quattro: **Anagrafe identificativa, Gestione, Accessibilità e fruizione, e Vincolistica.**

La scheda Anagrafe identificativa riporta sinteticamente tutte le informazioni indispensabili all'individuazione della proprietà e alla classificazione dell'iniziativa terapeutica proposta (*Forest therapy* o *Urban forest therapy*), differenziata tra "Stazione" e "Percorso" (scheda a lato).

1. ANAGRAFE IDENTIFICATIVA

Promotore dell'iniziativa	Nome del referente legale dell'iniziativa		Nome	
Forest Therapy	In contesto forestale naturale		SI/NO	
Urban Forest Therapy	In ambiente che presenta caratteristiche riconducibili a una foresta ma ubicato in contesti non forestali (esempio: aree forestali periurbane e urbane, parchi, orti botanici e giardini pubblici, aree verdi di ospedali e complessi sanitari e didattici)		SI/NO	
Nome del/i proprietario/i o titolare/i della gestione per tipologia di proprietà	Pubblica		nome/i	
	Privata		nome/i	
	Collettiva		nome/i	
	Altro		nome/i	
	Totale		nome/i	
STAZIONE	Ubicazione	Località, Comune, Provincia		nome/i
	Estensione dell'area (sito/stazione) per tipologia di proprietà	Pubblica		mq/ettari
		Privata		mq/ettari
		Collettiva		mq/ettari
		Altro		mq/ettari
		Totale		mq/ettari
	Tracciati interni	Numero		Numero
		Lunghezza totale dei tracciati interni all'area proposta		m/Km
	Coordinate web Mercator (EPGS 3857 o 102100)	Coordinate del centro del sito/stazione (Sc)		coordinate
		Coordinate dei principali punti di accesso (S1, S2, ecc.)		coordinate
Carta Tecnica Regionale	Numero riferimento		numero	
Mappa Catastale	Riferimenti catastali		n. Foglio/i e n. particella/e	
PERCORSO	Ubicazione	Partenza del percorso	Località, Comune, Provincia	nome/i
		Arrivo del percorso	Località, Comune, Provincia	nome/i
	Lunghezza totale del percorso divisa per tipologia di proprietà	Pubblica		m/Km
		Privata		m/Km
		Collettiva		m/Km
		Altro		m/Km
		Totale		m/Km
	Tipologia del percorso D.M. n. 563734 del 28/10/2021 "Viabilità forestale e silvo pastorale"	a) viabilità principale di primo livello: infrastrutture varie con carreggiata da 3,5 a massimo 6 metri		m/Km sul totale
		b) viabilità principale di secondo livello: infrastrutture varie con carreggiata da 2,5 a 3,5 metri		m/Km sul totale
		c) viabilità secondaria permanente di percorsi e piste con larghezza di carreggiata non superiore ai 2,5 metri a fondo naturale		m/Km sul totale
Coordinate web Mercator (EPGS 3857 o 102100)	Coordinate del punto di accesso (Pac)		coordinate	
	Coordinate di punti di riferimento lungo il percorso (P1, P2, ...)		coordinate	
	Coordinate del punto di arrivo (Par)		coordinate	

4/1.4 - Gestione

La scheda Gestione, che raccoglie molti dati, è stata suddivisa in due diversi ambiti di indagine:

- Caratteristiche geomorfologiche e paesaggistiche;
- Caratteristiche ecologiche e vegetazionali.

Questa riporta le informazioni specifiche alle caratteristiche dell'area oggetto del progetto e dell'intorno che può influire sulla sua fruibilità visivamente, acusticamente, per la qualità dell'aria e/o dell'acqua. Le caratteristiche proposte come criteri tecnico scientifici per i due ambiti di indagine forniscono le informazioni più importanti da valutare, indispensabili a garantire una seria valutazione delle potenzialità dell'iniziativa. La compilazione di questa sezione implica conoscenze tecniche che potranno essere unicamente ottenute da un professionista competente (Dott. Agronomo forestale) attraverso analisi in campo, dallo studio del Piano di gestione forestale o degli strumenti equivalenti.

Per il primo ambito di indagine Caratteristiche geomorfologiche e paesaggistiche vengono individuate cinque tematiche specifiche: caratteristiche morfologiche, naturalistiche, antropiche, del contesto territoriale e degli elementi antropici di disturbo. I parametri individuati in tale ambito permettono una valutazione dell'area in cui si sviluppa la potenziale iniziativa terapeutica rilevando non solo le caratteristiche morfologiche (altimetria, pendenze, esposizione) ma anche gli elementi paesaggistici e antropici che si trovano nell'area e nelle sue vicinanze. Ogni parametro è riferito agli elementi visibili sia esternamente che internamente al perimetro della Stazione o del Percorso proposto dall'iniziativa.

In particolare, assume rilevanza conoscere la fonte e la distanza (in metri) da importanti strutture inquinanti antropogeniche (centri abitati, autostrade, strade a scorrimento veloce di particolare frequentazione, infrastrutture lineari fuori terra e sotterranee, industriali e di officine artigianali, depuratori, ecc.). Questi elementi potrebbero influenzare la qualità dei servizi proposti e la loro distanza dalla Stazione o del Percorso dovrà essere considerata in relazione ai regimi di vento prevalente (vento regnante), che possono escludere per la maggior parte del tempo il trasporto di inquinanti verso il sito. Inoltre, la presenza di fasce e barriere boschive con presenza fogliare, interposte per una profondità adeguata (almeno alcuni km) tra il sito d'interesse e le sorgenti di inquinanti, può rappresentare un efficace elemento di rimozione degli inquinanti stessi prima che questi raggiungano il sito.

Per il secondo ambito di indagine "Caratteristiche ecologiche e vegetazionali" vengono individuate tredici tematiche specifiche: Specie vegetazionali presenti, Indice di boscosità, Alberi vivi di grandi dimensioni, Legno in fase di senescenza/ decomposizione, Fitopatie, Cartografia vegetazionale, Piano di gestione/manutenzione o strumento equivalente, Notizie storiche aggiuntive, Distribuzione della componente arborea, Categoria forestale principale, Tipo/tipologia forestale principale, Forma di governo, Fauna.

Le caratteristiche ecologiche e vegetazionali della Stazione o del Percorso sono il principale parametro di valutazione dell'iniziativa in relazione alla tipologia di attività (*Forest therapy* o *Urban forest therapy*) e ai servizi terapeutici che potranno potenzialmente essere forniti. L'analisi della componente vegetazionale (tipologia di specie arboree, arbustive ed erbacee presenti, composizione

specifica, età delle specie arboree presenti, struttura e stadio di sviluppo) è fondamentale per riconoscere l'idoneità del sito. In questo ambito, particolare utilità assume la possibilità di poter disporre per l'area candidata di un censimento georiferito degli alberi. Tale strumento è parte integrante dei moderni Piani di Gestione forestale e può essere realizzato tramite tecnica di telerilevamento Lidar o cavallettamento a terra delle piante con diametro superiore a 50 cm e di un rilievo ipsometrico, nonché della proiezione delle loro chiome al suolo. Tutto ciò consente di valutare il grado di copertura che potrebbe rappresentare un elemento discriminante in base alle finalità dell'attività. Indipendentemente dalle specie presenti, per le Stazioni di *Forest therapy* e *Urban forest therapy*, sono consigliabili comunque assetti forestali sufficientemente aperti e luminosi.

Importante è anche la presenza di eventuali "specie aliene" (anche queste possibilmente georiferite), estranee al contesto ecologico dell'area. Per le specie aliene potrà essere considerato il database della Società Botanica Italiana, del gruppo di lavoro delle specie invasive, e le sue pubblicazioni, considerando anche il recente Regolamento comunitario sulla gestione delle specie di nuova invasione (Reg. n.1143/2014/CE). Inoltre, dovrà essere considerata la presenza di specie tossiche al tatto o con parti velenose, e tale fine sarà necessario poter conoscere, in funzione dei periodi stagionali, non solo l'evoluzione vegetazionale delle specie presenti (specie arboree e arbustive) ma anche l'emissione in aria di composti volatili e di pollini

La tutela della salute della persona non può prescindere da considerazioni in merito al benessere respiratorio, e quindi al controllo dei periodi di fruizione del bosco in relazione alle sensibilità individuali a pollini allergenici. Il valutatore dovrà perciò considerare, l'indice di allergenicità potenziale [5, 6] delle specie maggiormente rappresentative a medio-alta allergenicità. Inoltre, in base alla presenza di dati di superficie e copertura forestale, sarà calcolato ove possibile, l'IUGZA (indice di potenziale allergenico) della fitocenosi forestale relativa, ipotizzando una copertura standard, al fine di stabilire un gradiente di allergenicità potenziale delle diverse fitocenosi. Ad esso dovrà essere associato un calendario pollinico stagionale, basato sui dati disponibili rilevati da Associazione Italiana di Aerobiologia e dalle Agenzie Regionali per l'Ambiente, per le principali famiglie allergeniche comprendenti specie arboree autoctone italiane (*Betulaceae*, *Corylaceae*, *Oleaceae*, *Cupressaceae*). Particolare rilevanza assume anche la presenza e il livello di diffusione di fitopatie che dovrà essere periodicamente accertata e monitorata, in quanto potrebbe compromettere la salute e creare potenziali pericoli per la sicurezza dei singoli individui. Infine, sono richieste informazioni sulle forme di governo, categorie e tipologie forestali presenti. Queste ultime informazioni sono da reperire in bibliografia o riportate nei Piani di gestione delle superfici forestali.

Aspetto non di poco conto è proprio la disponibilità del Piano di gestione forestale per le stazioni in bosco e il piano di gestione e manutenzione per le stazioni in aree come giardini, orti botanici ecc. Tali strumenti sono indispensabili per un sito in cui si vuole fare attività di *Forest therapy* o *Urban forest therapy*, al fine di poter avere una pianificazione degli interventi necessari a garantire uno stato di salute e fruibilità idoneo del sito nel tempo. Inoltre, la gestione forestale/manutenzione del sito rende gli ambienti capaci di aumentare la loro resilienza, ossia di superare eventuali fattori di disturbo, naturali e antropici che potrebbero alterarne gli equilibri e di conseguenza le funzioni e i servizi ecosistemici forniti.

2 - GESTIONE

A - CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE E PAESAGGISTICHE

Morfologia della Stazione o Percorso	Quota	punto più alto	m s.l.m.	
		punto medio	m s.l.m.	
		punto più basso	m s.l.m.	
	Pendenza	Media	%	
		Massima	%	
	Esposizione	Media	gradi da 0° N	
		Prevalente	gradi da 0° N	
Rocce affioranti	quantità sulla superficie/lunghezza totale	%		
* interno alla stazione o entro 50 metri per lato dal percorso ** esterno dalla stazione o lungo il percorso		Interno *	Esterno visibile**	
Elementi naturalistici	Corsi d'acqua a:	carattere permanente	numero	numero
			m/km	m/km
		carattere stagionale	numero	numero
			m/km	m/km
	Laghi	numero	numero	
		superficie totale	mq/ha	mq/ha
	Altri elementi	cascate	numero	numero
punti panoramici		numero	numero	
(specificare)		numero	numero	
Elementi antropici	Edifici storici (es: castelli, ponti, monasteri)		numero	numero
	Manufatti tradizionali e storici (es: terrazzamenti, muretti a secco, ecc.)		numero	numero
	Infrastrutture moderne (es: edifici, parchi eolici, tralicci alta tensione, impianti di risalita, ponti, viadotti, ecc.)		numero	numero
	Altro (specificare)		numero	numero
Contesto territoriale	Bosco		%	%
	Prati pascoli		%	%
	Coltivazioni agricole stagionali		%	%
	Coltivazioni agricole permanenti (arboricoltura, uliveti, vigne, ecc.)		%	%
	Area urbana		%	%
	Area periurbana (es: aree industriali, ecc.)		%	%

Elementi di disturbo	Agglomerato urbano fino a 40.000 abitanti	Nome località
		Distanza (m/km)
	Agglomerato urbano con più di 40.000 abitanti	Nome località
		Distanza (m/km)
	Cave (attive o dismesse)	Nome
		Distanza (m/km)
Discariche	Nome	
	Distanza (m/km)	
(continua) Elementi di disturbo	Aeroporti	Nome
		Distanza (m/km)
	Aree o stabilimenti industriali	Nome
		Distanza (m/km)
	Autostrade	Nome
		Distanza (m/km)
	Strade a scorrimento veloce	Nome
		Distanza (m/km)
	Strade provinciali	Nome
		Distanza (m/km)
	Strade locali	Nome
		Distanza (m/km)
	Linea ferroviaria	Nome
		Distanza (m/km)
Altri elementi di disturbo (specificare)	Nome	
	Distanza (m/km)	
Notizie aggiuntive	Descrizioni dettagliate che riportino informazioni utili non previste nella scheda	

B - CARATTERISTICHE ECOLOGICHE E VEGETAZIONALI			
* interno alla stazione o entro 50 metri per lato dal percorso ** esterno dalla stazione o lungo il percorso		Stazione*	Percorso**
Specie presenti	Elenco specie arboree	nome	nome
		% di presenza	% di presenza
	Elenco specie arbustive	nome	nome
		% di presenza	% di presenza
	Elenco specie erbacee	nome	nome
		% di presenza	% di presenza
Indice di boscosità	Rapporto tra la superficie a bosco e la superficie totale	%	%
Alberi vivi di grandi dimensioni	Piante con diametro a petto d'uomo (D) > 50 cm	numero	numero
	specie prevalente	specie prevalente	specie prevalente
	Età presunta dell'esemplare più vecchio	anni	anni
	Legno in fase di senescenza/ decomposizione	Presenza di alberi habitat vivi (D>50 cm, con cavità costituenti habitat per la fauna-uccelli, insetti, ecc.)	sporadica
diffusa			diffusa
abbondante			abbondante
Presenza di alberi habitat morti in piedi (D>50 cm)		sporadica	sporadica
		diffusa	diffusa
		abbondante	abbondante
Presenza di legno morto a terra (di dimensione simile a quella degli alberi in piedi)		sporadica	sporadica
		diffusa	diffusa
		abbondante	abbondante
Fitopatie	Tipologia	nome	nome
Disponibilità di cartografia tematico vegetazionale	In scala 1:10.000 o a diverso dettaglio	Si/NO e numero Scala	Si/NO e numero Scala
Piano di gestione/ manutenzione o strumento equivalente	Tipologia (es: Piano di Gestione Forestale - PGF o strumento equivalente; piano gestione e manutenzione del Verde, ecc.)	valido (data scadenza)	valido (data scadenza)
		scaduto (data)	scaduto (data)
		in redazione	in redazione
		assente	assente

Notizie storiche aggiuntive	Ultimo taglio di gestione e/o utilizzazione	anno	anno
		tipologia	tipologia
		superficie interessata	superficie interessata
	Ultimo disturbo di origine antropica o naturale di cui siano presenti tracce evidenti (incendi, pascolo, tagli abusivi, raccolta di lettiera, raccolta di piante secche, schianti estesi, valanghe, frane, ecc.)	anno	anno
		tipologia	tipologia
		superficie interessata	superficie interessata
Altre informazioni storiche su basi documentali			
Distribuzione della componente arborea	Area a copertura arborea superiore al 20% lungo il percorso	%	
	Aree aperte lungo il percorso	%	
	Altro	%	
Fauna	Presenza fauna selvatica (specie)	nome	nome
	Presenza animali allevamento brado	nome	nome
Categoria forestale principale (4)	Unità fisionomica sulla base della dominanza di una o più specie costruttrici. (es. castagneti, faggete, peccate, querceto carpineti, boscaglie pioniere di invasione, ecc.).	nome	nome
Tipo/tipologia forestale principale (5)	Caratterizza dall'omogeneità floristica, stazionale, delle tendenze dinamiche ed eventualmente selvicolturali e gestionali	nome	nome
Forma di governo	Fustaia	%	%
	Ceduo	%	%
	Misto	%	%
	Altro (es: arboricoltura, giardino, orto botanico, ecc.)	%	%

La Scheda "Accessibilità e fruizione" propone cinque tematiche specifiche: Raggiungibilità, Praticabilità, Fruibilità, Strutture esterne e Notizie aggiuntive volte ad analizzare l'area attraverso parametri, in primo luogo legati alla logistica al servizio della stazione o percorso proposto, in termini di tempo e modi per raggiungere l'area; in secondo luogo, le reali capacità nell'accogliere e facilitare la fruizione della stazione o del percorso proposto, nonché le opportunità di sviluppo di tracciati terapeutici per specifici target all'interno della stazione.

All'interno della Stazione o lungo i Percorsi si dovrebbe poter disporre di un adeguata cartellonistica con indicazioni e informazioni inerenti le caratteristiche tecnico-geografiche (pendenza, dislivello, grado di difficoltà, lunghezza e tempo di percorrenza medio) e terapeutiche del sentiero (specie presenti, loro caratteristiche mediche e cliniche, sostanze volatili presenti stagionalmente, periodi/stagioni e fasce orarie più opportune per la terapia in funzione del tipo di problema che i beneficiari devono trattare), le informazioni sul comportamento da tenere in bosco e sulle conoscenze dell'ambiente circostante dal punto di vista naturale (ecologia, fauna e vegetazione presente), oltre che di eventuali riferimenti storici e culturali.

Tutte queste informazioni potranno essere fornite prevedendo anche applicazioni o altri sistemi accessibili da smartphone (QR-code, audioguide, ecc.).

In generale i sentieri terapeutici all'interno di Stazioni e i Percorsi dovrebbero essere distinti in base alle esigenze di utenti target, oltre che in termini di modalità di sviluppo e realizzazione, gestione e strutture disponibili. I tracciati e i percorsi dovrebbero infatti prevedere uno sviluppo (che può essere anche ad anello) non superiore a 3-4 km, quindi con un tempo di percorribilità di circa 2 ore, con fondo meno accidentato possibile e in assenza di elementi di pericolo (per esposizioni significative, dirupi, caduta massi, rami, ecc.).

L'ingresso del tracciato di una Stazione o del Percorso dovrebbe essere facilmente raggiungibile, evitando: tempi e distanze superiori ai 500 metri e sentieri che presentano un grado di difficoltà elevato. Anche qui, infatti, pendenza, dislivello, lunghezza percorribile, accessibilità dalla viabilità principale ed esposizione possono influire sui percorsi che non devono comportare impegni fisici significativi. Nell'ambito dei tracciati all'interno di una Stazione o di Percorsi si possono anche prevedere esperienze ad hoc per persone con disabilità (motoria o visiva), che possono essere anche fruite da normo dotati, in un tempo complessivo non superiore a 1 ora.

Per i Percorsi si possono prevedere anche percorrenze più lunghe che prevedano almeno una notte di permanenza in rifugio o locali attrezzati in bosco.

Altro importante aspetto riguarda il carico di fruizione di persone che la Stazione o il Percorso possono accettare in un certo arco temporale, in funzione del livello di difficoltà che il tracciato prevede e degli obiettivi terapeutici che l'iniziativa si propone.

Ogni area deputata a terapia dovrebbe ospitare un numero di persone massimo tale da non compromettere gli effetti benefici che la Stazione o il Percorso presentano, proponendo esperienze di-

C - ACCESSIBILITÀ E FRUIZIONE

		Stazione	Percorso	
Raggiungibilità	Strada principale	nome	nome	
		distanza accesso (m/km)	distanza accesso (m/km)	
	Parcheggio	nome	nome	
		distanza accesso (m/km)	distanza accesso (m/km)	
	Autobus pubblico	nome linea	nome linea	
		distanza fermata utile (m/km)	distanza fermata utile (m/km)	
	Treno	nome linea	nome linea	
		distanza stazione (m/km)	distanza stazione (m/km)	
Trasporto dedicato	Punto di partenza	Punto di partenza		
	nome località	nome località		
Praticabilità	Sentiero/i		numero	numero
			lunghezza totale (m/km)	lunghezza totale (m/km)
	Fondo sentiero/i	naturale	m/km	
		rinforzato	m/km	
accessibile disabili		m/km		
Fruibilità	Strutture	Ristoro attrezzato	numero	numero
		Accoglienza/Biglietteria	SI/NO	SI/NO
		Bivacco	numero	numero
		Rifugio gestito	numero	numero
		Infermeria	SI/NO	SI/NO
		Altro	(specificare)	(specificare)
	Attrezzature	Panchine	numero	numero
		Tavoli	numero	numero
		Fontane potabili	numero	numero
		Cartellonistica informativa	numero	numero
		Cartellonistica Didattica	numero	numero
		Cassetta pronto soccorso	SI/NO	SI/NO
		Defibrillatore	SI/NO	SI/NO
		Rete WiFi	SI/NO	SI/NO
		Altro (specificare)	(specificare)	(specificare)
		Personale specializzato	Accompagnatore	numero
	Medico/infermieristico		numero	numero
	Altro (specificare)		(specificare)	(specificare)
	Strutture esterne	Ospedale o presidio medico		distanza (m/km)
Alloggi prossimi (specificare: B&B, Ostello, Albergo, ecc.)		distanza (m/km)	distanza (m/km)	
Ristoranti prossimi		distanza (m/km)	distanza (m/km)	
Notizie aggiuntive		Descrizioni dettagliate che riportino informazioni utili non previste nella scheda		

stinte per tipologia di persone (pazienti e non) e indicando le fasce orarie di accesso in relazione al target di fruitori.

Analogamente la struttura organizzativa dovrà regolamentare l'accesso (ad esempio per fasce orarie) di eventuali animali al seguito di padroni, domestici (cani) o cavalli, che potrebbero interferire con le attività e con le infrastrutture, nonché prevedere la possibilità di interazione con altre tipologie terapeutiche (ad es. *pet therapy*) e la gestione di eventuali animali al pascolo.

L'ultimo ambito di indagine è "D. Vincolistica" (Tabella 4), e prevede solo due tematiche specifiche:

D - VINCOLISTICA					
		* superficie inclusa ** lunghezza inclusa	Stazione*	Percorso**	
Aree protette	Parco Nazionale (nome)		mq/ettari	m/km	
	Parco Regionale (nome)		mq/ettari	m/km	
	Riserva naturale (nome)	Integrale	mq/ettari	m/km	
		Orientate	mq/ettari	m/km	
		Speciali	mq/ettari	m/km	
		Biogenetiche	mq/ettari	m/km	
	Zone umide	(nome)	mq/ettari	m/km	
	Altre aree protette (nome)	Aree Naturali Protette Regionali		mq/ettari	m/km
		Monumenti naturali		mq/ettari	m/km
		Parchi suburbani		mq/ettari	m/km
		Parchi provinciali		mq/ettari	m/km
		Oasi di associazioni ambientaliste		mq/ettari	m/km
	Rete Natura 2000 (nome)	Sito interesse comunitario (SIC)		mq/ettari	m/km
		Zona protezione speciale (ZPS)		mq/ettari	m/km
Zona speciale conservazione (ZSC)		mq/ettari	m/km		
Siti UNESCO			mq/ettari	mq/ettari	
Rischi e Vincoli	Rischio di frana (PAI)	Nome categoria	mq/ettari	m/km	
	Rischio idraulico (PAI)	Nome categoria	mq/ettari	m/km	
	Vincoli paesaggistici	Nome categoria	mq/ettari	m/km	
	Altri vincoli esistenti (descrizioni dettagliate che riportino informazioni utili non previste nella scheda)				

aree protette e rischi e vincoli. Si chiede di indicare l'eventuale presenza sulla superficie della Stazione e lungo il Percorso terapeutico proposto di aree sottoposte a specifici vincoli ambientali.

Questo rappresenta un importante punto di riferimento per poter comprendere i limiti di gestione e miglioramento che l'area dovrà rispettare, nonché i rischi che l'area vincolata potrebbe subire o che i fruitori dell'area potrebbero incontrare.

4/1.5 - Pianificazione e gestione forestale

I benefici medico sanitari individuati per uno specifico ambiente (*forest o urban forest*) su cui si avvia una iniziativa di *therapy* possono essere maggiormente efficaci e valorizzati nel tempo attraverso una attenta gestione che mantenga e migliori le intrinseche funzioni del soprassuolo arboreo e garantisca le caratteristiche strutturali della stazione o del percorso (più utili agli obiettivi), utilizzando se necessario, pratiche selvicolturali [38, 14, 7, 10].

Attraverso azioni di gestione forestale è infatti possibile rendere gli ambienti capaci di aumentare la loro resilienza, ossia il superamento di eventuali fattori di disturbo, naturali e antropici, che potrebbero alterarne gli equilibri e di conseguenza le funzioni e i servizi ecosistemici forniti.

Per questo motivo, sarà necessario prevedere obbligatoriamente uno strumento pianificatore di gestione che definisca, sulla base delle caratteristiche della Stazione o del Percorso e in relazione alle specificità terapeutiche e riabilitative previste, gli interventi di gestione e manutenzione necessari a garantire il mantenimento dell'efficienza nel tempo delle caratteristiche rilevate, dell'accesso, della fruizione, dell'incolumità delle persone, ecc.

Dovrà essere presentato, dal titolare dell'iniziativa e dal gestore della Stazione o del Percorso, un Piano di gestione che preveda e definisca la tipologia, le modalità e l'intensità degli interventi di gestione che è necessario realizzare, nel tempo e nello spazio, e dei lavori di manutenzione di messa in sicurezza dell'area sulla base della normativa vigente, in relazione ai rischi connessi alla realizzazione delle attività da svolgere.

Il Piano dovrà contenere le seguenti informazioni della Stazione o del Percorso su:

1. dati morfologici, vegetazionali e dendrometrici;
2. interventi di gestione e la loro periodicizzazione;
3. tutela e manutenzione;
4. messa in sicurezza ed eliminazione di elementi di rischio (tronchi, rami, ecc.);
5. prevenzione incendi boschivi e attrezzature per il primo intervento antincendio;
6. gestione dei tracciati per target di fruitori (tra cui disabili, ipovedenti, ecc.);
7. interventi di valorizzazione dei caratteri identitari della Stazione e dei Percorsi (naturalità, ricchezza delle specie, cascate, ruscelli, punti panoramici, ecc.).

Inoltre, il Piano dovrà prevedere e dettagliare le azioni da intraprendere nell'area per:

1. conciliare le attività terapeutiche con gli eventuali vincoli e prescrizioni di conservazione degli habitat e delle specie selvatiche per le aree ricadenti in zone a vincoli ambientali specifici (area parco, riserva o Natura 2000);
2. conciliare le attività di terapeutiche con la salvaguardia della fauna selvatica e di specie vegetali.

Note sugli autori

Raoul Romano - Primo ricercatore CREA - Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'Analisi dell'Economia Agraria, Centro di Ricerca Politiche e Bioeconomia, Osservatorio Foreste, Roma - raoul.romano@crea.gov.it

Rosa Riviuccio - Tecnologo CREA - Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'Analisi dell'Economia Agraria, Centro di Ricerca Politiche e Bioeconomia, Osservatorio Foreste, Roma - rosa.riviuccio@crea.gov.it

Antonio Pepe - ex Borsista CREA - Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'Analisi dell'Economia Agraria, Centro di Ricerca Politiche e Bioeconomia, Osservatorio Foreste, Roma - antonio.pepe@crea.gov.it

Lorenzo Crecco - ex Borsista CREA - Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'Analisi dell'Economia Agraria, Centro di Ricerca Foreste e Legno, Roma - lorenzo.crecco@crea.gov.it

Bibliografia

1. Berto, R. The Role of Nature in Coping with Psycho-Physiological Stress: A Literature Review on Restorative-ness. Behav. Sci. 2014, 4, pp. 394–409
2. Bratman, G.N.; Anderson, C.B.; Berman, M.G.; Cochran, B.; de Vries, S.; Flanders, J.; Folke, C.; Frumkin, H.; Gross, J. J.; Hartig, T. (Nature and Mental Health: An Ecosystem Service Perspective. Sci. Adv. 2019, 5, eaax0903
3. Buckley, R.C.; Brough, P.; Westaway, D. Portare le terapie all'aperto nella salute mentale tradizionale. Anteriore. Sanità pubblica. 2018, 6, pp. 119
4. Buckley, R.C. Therapeutic mental health effects perceived by outdoor tourists: A large-scale, multi-decade, qualitative analysis. Ann. Tour. Res. 2019, n. 77, pp. 164–167
5. Cariñanos, P.; Casares-Porcel, M.; Quesada-Rubio, J.M. Estimating the allergenic potential of urban green spaces: A case-study in Granada, Spain. Landscape and Urban Planning. 2014, 123: pp. 134-144.6
6. Cariñanos P.; Marinangeli F. Reviewing the Potential Allergenicity of 150 ornamental Trees and shrubs in the Mediterranean Cities: An updated proposal. Urban Forestry and Urban Greening., 2021, 63, doi: 10.1016/j.ufug.2021.127218
7. Cholakova, S.; Dogramadjieva, E. Climate change and the future of Pamporovo ski resort Bulgaria. The view of the local population. Eur. J. Geogr. 2019, n. 10, pp. 56–76
8. Chun, M.H.; Chang, M.C.; Lee, S.-J. Gli effetti della terapia forestale sulla depressione e l'ansia nei pazienti con ictus cronico. J. Neurosci. 2017, 127, pp. 199-203
9. Ciesielski, M.; Stere ´ nczak, K. What do we expect from forests? The European view of public demands. J.

Environ. Manag. 2018, 209, 139–151. [CrossRef]

10. Dodev, Y.; Zhiyanski, M. Forest Welfare Policy in South Korea. In Proceedings of the Papers 150 Years of Bulgarian Academy of Sciences, Sofia, Bulgaria, 24–26 October 2018; Forest Research Institute: Sofia, Bulgaria. 2019, pp. 289–296. (In Bulgarian)
11. Doimo, I.; Masiero, M.; Gatto, P. Foresta e benessere: collegare la ricerca medica e forestale per iniziative efficaci basate sulle foreste. *Foreste*. 2020, 11, pp. 791
12. Doimo, I.; Masiero, M.; Gatto, P. Disentangling the Diversity of Forest Care Initiatives: A Novel Research Framework Applied to the Italian Context. *Sustainability*. 2021, 13, pp. 492. <https://doi.org/10.3390/su13020492>
13. FAO - Global Forest Resources Assessment. In Progress Towards Sustainable Forest Management, Chapter Socio-Economic Functions; (2005, 2010, 2015, 2020) FAO: Italy, Rome
14. Forestry Culture and Recreation Act of Republic of Korea, FCRS Act No.14518, 27.12.2016. Enforcement date 28.06.2017. 2021. Available online (accessed on 22 July 2021): https://elaw.klri.re.kr/kor_mobile/viewer.do?hseq=54797&type=sogan&key=29
15. Frumkin, H. Beyond toxicity: Human health and the natural environment. *Am. J. Prev. Med.* 2001, 20, pp. 234–240
16. Goços, P. Selected aspects of the forest recreational function in view of its users. *For. Res. Pap.* 2013, 74, pp. 257–272
17. Hartig, T.; Mitchell, R.; de Vries, S.; Frumkin, H. Natura e salute. *Annu. Rev. Sanità Pubblica*. 2014
18. Haluza, D.; Schönbauer, R.; Cervinka, R. Green prospettive per la salute pubblica: una rassegna narrativa sugli effetti fisiologici dell'esperienza della natura all'aperto. *Int. J. Environ. Res. Sanità pubblica*. 2014, 11, pp. 5445–5461
19. Hansen, M.; Jones, R.; Tocchini, K. Shinrin-Yoku (Forest bathing) and nature therapy: A state-of-the-art review. *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 2017, 14, pp.851
20. Hu, Z.; Wu, J.; Yang, L.; Gu, Y.; Ren, H. Physiological and perceptual responses of exposure to different altitudes in extremely cold environment. *Energy Build.* 2021, n. 242, 110844
21. Juliao, P. Measuring accessibility using GIS. In Proceedings of the 4th International Conference on GeoComputation Mary Washington College, Fredericksburg, VA, USA, 25–28 July. 1999; Available online: http://www.geocomputation.org/1999/010/gc_010.htm (accessed on 22 July 2021)
22. Kamioka, H.; Tsutani, K.; Yoshiteru, M.; Honda, H.; Shiozawa, N.; Okada, S.; Park, S.J.; Kitayuguchi, J.; Kamada, M.; Okuizumi, H. A systematic review of randomized controlled trials on curative and health enhancement effects of forest therapy. *Psychol. Res. Behav. Manag.* 2012, 5, pp. 85–95
23. Keniger, L.; Gaston, K.; Irvine, K.; Fuller, R. What are the benefits of interacting with nature? *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 2013, 10, pp. 913–935
24. Kotera, Y.; Richardson, M.; Sheffield, D. Effects of Shinrin-Yoku (Forest Bathing) and Nature Therapy on Mental Health: A Systematic Review and Meta-analysis. *Int. J. Ment. Health Addict.* 2020, pp. 1–25
25. Laband, D.N. The neglected stepchildren of forest-based ecosystem services: Cultural, spiritual, and aesthetic values. *For. Policy Econ.* 2013, n. 35, pp. 39–44
26. Lee, J.; Park, B.-J.; Park Tsunetsugu, Y.; Ohira, T.; Kagawa, T.; Miyazaki, Y. Effect of forest bathing on physiological and psychological responses in young Japanese male subjects. *Public Health*, 2011a, 125, pp. 93–100
27. Lee, J.; Park, B.-J.; Tsunetsugu, Y.; Kagawa, T.; Miyazaki, Y. Restorative effects of viewing real forest landscapes, based on a comparison with urban landscapes. *Scand. J. For. Res.* 2011b, 24, pp. 227–234
28. Lee, J.; Tsunetsugu, Y.; Takayama, N.; Park, B.J.; Li, Q.; Song Ch Komatsu, M.; Ikei, H.; Tyrväinen, L.; Kagawa,

- T.; Miyazaki, Y. Influence of Forest therapy on Cardiovascular Relaxation in Young Adults. *Evid.-Based Complementary Altern. Med.* 2014, doi: 10.1155/2014/834360
29. Lee, I.; Choi, H.; Bang, K.S.; Kim, S.; Song, M.K.; Lee, B. Effects of Forest therapy on depressive symptoms among adults: A systematic review. *Int. J. Environ. Res. Public Health.* 2017, 14, pp. 321
 30. Lee, J.; Shin, W.S. Forest therapy in Korea. In *International Handbook of Forest Therapy*; Kotte, D., Li, Q., Shin, W.S., Michalsen, A., Eds.; Cambridge Scholar Publishing: Cambridge, UK. 2019, pp. 222–235
 31. Luchesa M. V., Gatto P. Forest bathyng o Shinrin-yoku. *Sherwood n.* 254, ottobre 2021
 32. MAES (Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services). An Analytical Framework for Ecosystem Assessments under Action 5 of the EU Biodiversity Strategy to 2020. Available online: http://ec.europa.eu/environment/nature/knowledge/ecosystem_assessment/pdf/MAESWorkingPaper2013.pdf (accessed on 20 February 2021)
 33. Maller, C.; Townsend, M.; Pryor, A.; Brown, P.; Leger, L. Healthy nature healthy people: 'contact with nature' as an upstream health promotion intervention for populations. *Health Promot. Int.* 2006, 21, pp. 45–54
 34. Meneguzzo, F.; Albanese, L.; Bartolini, G.; Zabini, F. Temporal and Spatial Variability of Volatile Organic Compounds in the Forest Atmosphere. *Int. J. Environ. Res. Public Health.* 2019, 16, 4915
 35. Meneguzzo, F.; Albanese, L.; Antonelli, M.; Baraldi, R.; Becheri, F. R.; Centritto, F.; Donelli, D.; Finelli, F.; Firenzuoili, F.; Margheritini, G.; Maggini, V.; Nardini, S.; Regina, M.; Zabini, F.; Neri, L. Short-Term Effects of Forest therapy on Mood States: A Pilot Study. *Int. J. Environ. Res. Public Health.* 2021, 18, 9509, doi: 10.3390/IJERPH18189509
 36. Morozov, M. Key Areas of Digitalization of Business Processes in Tourism, advances in Social Science, Education and Humanities Research, volume 416. In *Proceedings of the 4th International Conference on Culture, Education and Economic Development of Modern Society (ICCESE 2020)*, Moscow, Russia, 13–14 March 2020
 37. Oh, K.H.; Shin, W.S.; Khil, T.G.; Kim, D.J. Six-Step Model of Nature-Based Therapy Process. *Int. J. Environ. Res. Public Health.* 2020, 17, 685
 38. Ohe, Y.; Ikei, H.; Song, C.; Miyazaki, Y. Evaluating the relaxation effects of emerging forest-therapy tourism: A multidisciplinary approach. *Tour. Manag.* 2017, 62, pp.322–334
 39. Rajoo, K.S.; Karam, D.S.; Abdullah, M.Z. The physiological and psychosocial effects of forest therapy: A systematic review. *Urban For. Urban Green.* 2020, 54, 126744. [CrossRef]
 40. Schüttler, D.; Weckbach, L.T.; Hamm, W.; Maier, F.; Kassem, S.; Schier, J.; Lackermair, K.; Brunner, S. Effect of acute altitude exposure on ventilatory thresholds in recreational athletes. *Respir. Physiol. Neurobiol.* 2021, 293, 103723
 41. Shin, W.S.; Kim, S.-K. The influence of Forest experience on Alcoholics' depression levels. *J. Korean For. Soc.* 2007, 96, 203–207
 42. Shin, W.S.; Yeoun, P.S.; Yoo, R.W.; Shin, C.S. Forest experience and psychological health benefits: The state of the art and future prospect in Korea. *Environ. Health Prev. Med.* 2010, 15, pp. 38–47
 43. *Strategia Forestale Nazionale (SFN)*, Ministero delle politiche Agricole alimentari e forestali, 2022. (in fase di pubblicazione)
 44. Wunder, S. Coronavirus, Markets, Economy and Forests: What's Ahead? European Forest Institute: Joensuu, Finland. 2020a. Available online: <https://blog.ef.int/coronavirus-markets-economy-and-forests-whats-ahead/> (accessed on 22 July 2021)
 45. Wunder, S.; Kaimowitz, D.; Jensen, S.; Feder, S. Coronavirus, macroeconomy, and forests: What likely impacts? *For. Policy Econ.* 2021b, 131, 102536



Habitat forestale - ph Marco Meneguz



Rifugio Mariotti e Lago Santo parmense - ph Francesco Meneguzzo

Prospettive sanitarie per Terapia Forestale

Abstract

Si può assumere che la Terapia forestale possa essere riconosciuta dal Servizio Sanitario Nazionale come pratica preventiva e terapeutica per alcuni disturbi? Cosa manca perché venga pienamente riconosciuta come attività complementare per la promozione della salute? Quali sono le prospettive della "medicina forestale"?

Il capitolo presenta alcune riflessioni sul tema e include un primo passo concreto in questa direzione, compiuto dall'Università degli Studi di Firenze, che, in collaborazione con il CERFIT (Centro di ricerca e innovazione in Fitoterapia, Azienda Ospedaliero Universitaria Careggi - Centro di riferimento in Fitoterapia della Regione Toscana) ha inserito la 'Terapia Forestale' tra le materie di studio del Master biennale di 1° livello in Fitoterapia generale e clinica A.A. 2021-2022

5/1 - La Terapia Forestale entra all'Università: Master in Fitoterapia Generale e Clinica

di Eugenia Gallo

5/1.1 - Peculiarità e criticità sull'uso delle erbe medicinali

La Fitoterapia è definita come un "Metodo terapeutico basato sull'uso delle piante medicinali o di loro derivati ed estratti opportunamente trattati" (6). La fitoterapia comprende un mondo farmacologico terapeutico assai complesso ed articolato popolato da evidenze scientifiche così come di tradizioni popolari. Negli ultimi anni il ricorso a prodotti naturali è diventato sempre più frequente. Si stima infatti che circa un terzo degli adulti nei paesi occidentali faccia uso di preparati a base d'erbe nella speranza di migliorare il proprio stato di salute o di curare patologie differenti, da lievi, come un raffreddore, a gravi, come il diabete, disturbi cardiaci o neurologici. A livello individuale c'è una tendenza "culturale" associata a stili di vita e comportamenti salutari ed il bisogno umano di sentirsi confortato dal "contatto" con la natura. In tempi più recenti, a fronte di un approccio tecnologico alla medicina, si è sviluppato una cultura più "ecologica" del curare che considera il prodotto naturale come un rimedio meno "aggressivo", più dolce, rispettoso del rapporto fra il corpo del paziente e la natura che lo circonda. Questi prodotti vengono usati perché ritenuti meno tossici o come alternativa alla medicina convenzionale e a complemento di altre terapie. Il crescente ricorso a prodotti naturali ha posto in grande rilievo il problema della sicurezza di questi preparati. Nell'ambito della fitoterapia l'automedicazione è senza dubbio molto diffusa, per una serie di ragioni: la diffusa convinzione

che le cure vegetali siano più "naturali", e quindi innocue, alimenta il fenomeno dell'autoprescrizione, ossia la tendenza al "fai da te" terapeutico con gravi rischi per salute; la facile disponibilità sul mercato, particolarmente diffuso e incontrollato è il mercato delle erbe via internet, cui sempre più utenti si rivolgono, fiduciosi della bontà di tutto quello che, confezionato ed etichettato appare come sicuro; non ultimo il fascino della pubblicità. Infatti, molti integratori vengono pubblicizzati dalle aziende "quasi come farmaci", fornendo così ai malati uno strumento apparentemente utile a gestire i propri disturbi attraverso l'automedicazione. L'origine naturale non è però certamente garanzia di sicurezza: la "pianta" deve essere considerata come un contenitore di sostanze chimiche dotate di possibili attività farmacologiche, e per questo anche tossicologiche. Tali prodotti possono presentare una specifica attività farmaco-tossicologica o interagire con una terapia farmacologica in atto potenziando o riducendo gli effetti previsti. Possibili e più comuni di quanto ritenuto, possono essere: effetti avversi, interazioni farmacologiche, controindicazioni e reazioni allergiche. Inoltre, la possibilità che un prodotto a base di droghe vegetali causi reazioni avverse non è determinata soltanto dalla qualità del prodotto stesso, ma anche dall'individuo che lo assume. In particolare, l'insorgenza di tali reazioni può variare in base all'età, al sesso, alla costituzione, al peso, allo stato neuroendocrino, alle particolari condizioni fisiologiche e a fattori genetici. Controindicazioni precise possono derivare dalla presenza di malattie organiche, pregresse o in atto, o interventi chirurgici che, modificando la farmacocinetica delle molecole assunte, possono aumentare i rischi di effetti collaterali. Categorie ad elevato rischio sono inoltre le donne in gravidanza e in allattamento, i bambini, gli anziani (6). A questo si aggiunge anche il fatto che la scarsa regolamentazione del settore ha favorito la comparsa di persone poco qualificate e inadeguate, che pur non essendo in possesso di titolo accademico e a volte anche di alcuna conoscenza delle piante officinali, si improvvisano nella gestione di questo settore, togliendo di fatto dignità scientifica alla fitoterapia.

Data la larga percepibile diffusione della Fitoterapia, esiste, oltre ad un bisogno percepito da parte dell'utenza, un bisogno professionale quanto meno sui principi generali di Fitoterapia. Bisogna essere consapevoli del fatto che la medicina basata sull'uso di erbe medicinali (Fitoterapia) rappresenta una realtà alla quale bisognerà essere in grado di fornire una risposta al paziente. Conoscere i principi fondanti, ed essere dotati di informazioni fondamentali sulla sicurezza dei trattamenti, i rischi e le interazioni con altri farmaci per gestire con appropriatezza il paziente che usa prodotti naturali, per fornirgli una corretta informazione, rendere consapevole dei rischi potenziali e delle interazioni - talora rilevanti - con farmaci (5).

La fitoterapia dovrebbe essere praticata con un corretto metodo di approccio al paziente alla diagnosi e alla terapia, dando garanzia che trattamenti ed approcci efficaci e comprovati da evidenze scientifiche non siano sostituiti da trattamenti privi e poveri di evidenze scientifiche. La Fitoterapia non può sottrarsi in linea di principio, anche se la regolamentazione consente il commercio di prodotti che seguono percorsi facilitati rispetto ai farmaci, all'attività di ricerca preclinica e clinica che in questo settore è andata progressivamente aumentando negli ultimi anni.

Il fatto che molti farmacologi si stiano dedicando allo studio degli effetti e dei meccanismi delle

“herbal medicines” è di buon auspicio. Ai fini della valutazione dell'efficacia/sicurezza di un certo trattamento, comunque, le prove di efficacia si ottengono, analogamente a quanto avviene con i farmaci, mediante la conduzione di studi clinici con adeguati disegni sperimentali. Perciò sarebbe opportuno che sempre più indagini di questo genere venissero condotte anche nel settore della Fitoterapia. È infine fondamentale una migliore conoscenza e formazione della classe sanitaria e una continua sorveglianza sulla sicurezza di questi prodotti. In estrema sintesi auspichiamo normative chiare che possano consentire uno sviluppo armonico del settore con la collaborazione di tutti i portatori di interesse (industrie, produttori, ricercatori, legislatori, medici ecc) nell'interesse dei soggetti che intendono affidarsi a questi trattamenti per la loro salute.

5/1.2 - Master di Fitoterapia Generale e Clinica

La crescita del fenomeno, nelle sue forme molteplici, impone una riflessione attenta. Questa evoluzione comporta l'esigenza di figure professionali sempre più preparate e in grado di affrontare e valorizzare la conoscenza diretta maturata nel settore con conoscenze e competenze e serietà. La formazione deve basarsi sull'acquisizione di metodologie e contenuti che hanno solide basi scientifiche, con costante riferimento alla Medicina Basata sulle Evidenze.

L'Università degli Studi di Firenze, in collaborazione con il CERFIT (Centro di ricerca e innovazione in Fitoterapia, Azienda Ospedaleiro Universitaria Careggi - Centro di riferimento in Fitoterapia della Regione Toscana) diretto dal Prof. Fabio Firenzuoli ha attivato ormai da molti anni un Master biennale di I° livello in **Fitoterapia Generale e Clinica**, coordinato dal Prof. Francesco Sofi e dal Prof. Fabio Firenzuoli.

Il Master si propone di soddisfare l'esigenza formativa di figure professionali laureate in discipline sanitarie. Viene proposto un percorso formativo volto a creare un background culturale sulla fitoterapia classica occidentale. Il Master universitario in Fitoterapia è un percorso post-laurea che nasce dalle nuove esigenze professionali di medici, farmacisti, odontoiatri, veterinari, biologi, infermieri ed erboristi. Lo scopo del Master è di fornire una specifica conoscenza ed abilità nell'utilizzazione e nelle tecniche di preparazione dei farmaci fitoterapici nonché una approfondita cultura sulle piante medicinali, sulle loro caratteristiche farmaco-tossicologiche e terapeutiche e sugli ambiti in cui la fitoterapia può essere utilizzata razionalmente. Il Master si propone quindi di formare i partecipanti in modo che possano rispondere con professionalità alle richieste di pazienti, sempre più numerosi, che vogliono ricorrere a prodotti basati sulle piante medicinali o sulle loro preparazioni per curarsi e allo stesso tempo formare professionisti capaci di operare nell'industria dei prodotti vegetali. L'attività è caratterizzata da un mix equilibrato di didattica tradizionale, incontri con professionisti, esperienze “live”, tirocinio clinico ospedaliero, attività di ricerca e simulazioni di *team work* professionali. La frequenza degli stage e la stesura della tesi di fine corso consentono, inoltre, agli studenti di sviluppare gli aspetti operativi, relazionali e analitici del proprio lavoro.

Il piano didattico comprende alcuni insegnamenti di base (Farmacognosia, Farmacologia, Fitochimica, Chimica degli alimenti, Economia-Legislazione e diritto sanitario applicato al settore), ed alcuni altri che rendono il Master in Fitoterapia peculiare per gli aspetti clinici delle materie trattate.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

cerfit*
Centro di Ricerche e Innovazione in Fitoterapia | www.cerfit.it

Master di 1° livello in Fitoterapia Generale e Clinica

L'Università degli Studi di Firenze, in collaborazione con il CERFIT, Centro di riferimento per la Fitoterapia (Careggi, FI) attiva per l'AA 2020-21 il **Master di I livello in FITOTERAPIA GENERALE E CLINICA**

- Coordinatore: Francesco Soti (Professore associato Università di Firenze)
- Coordinatore scientifico: Fabio Firenzoli (Direttore CERFIT, Careggi, FI)
- Tutor: Dr.ssa Eugenia Gallo (Università di Firenze)

Unico per le sue peculiarità cliniche, il Master offre percorso formativo speciale in Fitoterapia applicata in ambito medico e salutistico

Obiettivi

- Diffondere **conoscenze** specifiche sulle piante medicinali e la fitoterapia clinica, alla luce delle più moderne acquisizioni
- Formare professionisti **competenti** nell'uso di fitoterapici a scopo preventivo, curativo o salutistico, in base al profilo professionale
- Favorire l'**innovazione e ricerca applicata**. Ampliare le opportunità professionali, nel mondo produttivo e della comunicazione

Destinatari

Laureati di 1° e 2° livello in discipline scientifiche: Medicina e Chirurgia, Farmacia, CTF, Veterinaria, Biologia, Professioni sanitarie, Tecniche erboristiche, SFA, Biotecnologie, Psicologia. Tutte le altre lauree descritte nel **Bando**

Bando e iscrizioni



SCAN ME

I Fitoterapici

Medicinali fitoterapici:
aspetti regolatori, I galenici
Controlli di qualità/sicurezza
Farmacopea, EMA, EFSA,
Prodotti erboristici, OE,
integratori, Medical devices
Economia sanitaria, HTA
La prescrizione

Le basi biologiche

Botanica, Biologia vegetale
Fitochimica, Fitogenomica
Biotecnologie applicate
Tecniche estrattive e
farmaceutiche
Farmacologia e tossicologia
Interazioni erbe-alimenti farmaci
Farmaco e fitovigilanza

Fitoterapia clinica

Scienza dell'Alimentazione
Etnomedicina. La tradizione erboristica
Fitoterapia: metodologia della ricerca clinica
DRI e bronco-pneumologia
Cardiologia e malattie del metabolismo
Neurologia-Psichiatria, Oncologia
Gastroenterologia, Epatologia, Reumatologia
Urologia, Ostetricia, Ginecologia, Andrologia
Gravidanza, Anestesia e cure palliative
Pediatria, Geriatria e gerontologia
Malattie infettive, Dermatologia
Fitogalenica clinica
La terapia forestale

Metodologia didattica. **MASTER BIENNALE** con lezioni online, in presenza, seminari tematici, con esercitazioni cliniche e di laboratorio, visite guidate, orti botanici, coltivazioni e siti di produzione. Studio individuale. Tesi finale. **Totale 41 CFU**.

TIROCIONIO CLINICO ospedaliero presso il CERFIT, Centro di Ricerca e Innovazione in Fitoterapia, AOI Careggi, Firenze.
Docenti: docenti dell'Università degli studi di Firenze ed altre università, italiane e straniere, di Istituzioni e di esperti del settore

Per bando e info: www.usfi.it www.cerfit.org



Nell'Anno Accademico 2021-2022, la 'terapia forestale' diventa materia di studio nell'ambito del Master in Fitoterapia Generale e Clinica.

Le piante della foresta emettono sostanze nell'atmosfera chiamate VOC (*volatile organic compounds*) ed il tasso di emissione dipende dalla specie arborea e dal loro stato vegetativo. L'immersione in ambienti forestali ha dimostrato di produrre benefici diretti sulla salute umana. Tali benefici riguardano principalmente la sfera psicologica (processi mentali, stress, ansia ed emozioni), i processi cognitivi e la vita sociale (abilità, comportamento e stile di vita). Dal punto di vista fisiologico, sono emersi effetti significativi per quanto riguarda il miglioramento delle funzioni cardiovascolari e degli indici emodinamici, neuroendocrini, metabolici, immunitari, infiammatori e ossidativi. L'inalazione di VOC forestali come il limonene e il pinene può provocare utili effetti antiossidanti e antinfiammatori sulle vie respiratorie e può essere anche benefica per promuovere le funzioni cerebrali diminuendo la fatica mentale, inducendo il rilassamento e migliorando le prestazioni cognitive e l'umore (1)(2). Per queste ragioni la "Terapia Forestale" ha le potenzialità per diventare una pratica di terapia e prevenzione a livello di Medicina complementare. Le foreste possono essere considerate come quasi centri di "aromaterapia" naturale. Del resto, è risaputo che l'aromaterapia come branca della fitoterapia offre benefici consolidati sulla salute fisica e mentale. La grande importanza delle sostanze aromatiche presenti negli oli essenziali (OE) è legata a molti fattori, le loro caratteristiche fisico-chimiche e le proprietà biologiche (battericide, virucide, fungicide e medicinali), associate alla loro fragranza, li rendono sostanze utili in alimentazione, agricoltura, farmacia, industria di integratori alimentari, medicinali, cosmetici, nonché profumi. L'utilizzo degli oli essenziali in aromaterapia trova fondamento nei risultati della ricerca scientifica: l'aroma, ad esempio, interferisce con le aree cerebrali coinvolte nel dolore e nelle emozioni. È noto che esiste un effetto su diverse aree cerebrali, quando gli oli vengono somministrati per via inalatoria con conseguenti cambiamenti comportamentali negli animali e negli esseri umani (7). L'inalazione dei componenti volatili, attraverso meccanismi comunque solo in parte chiariti, determinerebbe una stimolazione di alcune strutture del sistema limbico (tra cui ippocampo e corteccia piriforme) che controllano le nostre emozioni e i nostri ricordi (7). Infatti, diversi dati clinici e sperimentali indicano che l'aromaterapia può migliorare l'umore, la vigilanza e le capacità cognitive. Specifici cambiamenti EEG associati alla vigilanza e al rilassamento sono stati osservati in alcuni studi che utilizzano oli essenziali (3)(4). Manifestazioni quali ansia, irrequietezza e paura (sistema nervoso), tachicardia (sistema cardiovascolare), sindrome dell'intestino irritabile (apparato gastroenterico) sono possibile "bersaglio terapeutico" degli OE. (3)(4) L'attuale letteratura chimica, farmacologica e medica, suggerisce che gli OE potrebbero essere utilizzati con successo nell'assistenza sanitaria. Ed in questo contesto che la terapia forestale può avere utili implicazioni per il benessere individuale, per la medicina preventiva e per la salute pubblica. Visitare le foreste con una certa regolarità può essere una buona pratica di salute pubblica sostenibile per promuovere sia il benessere individuale che la salute della comunità, contribuendo così alla prevenzione di molte malattie legate allo stress e allo stile di vita. Recentemente, gli sforzi della ricerca sono confluiti nella definizione dei concetti di "terapia forestale" e "medicina forestale", che si riferiscono entrambi allo studio scientifico e alle applicazioni basate sull'evidenza della visita a una foresta a scopo terapeutico

o preventivo al fine di stabilire che la Terapia Forestale può essere un trattamento di salute pubblica efficace, basato sull'evidenza. Gli effetti preventivi e curativi forniti direttamente dagli ambienti forestali sono stati ampiamente documentati nella letteratura scientifica, portando al suo crescente riconoscimento come una forma di medicina integrativa (1)(2)(8). In Giappone e Corea del Sud, così come a Taiwan e in Cina, le prescrizioni verdi sono state inquadrare nella medicina preventiva, come un mezzo per migliorare la salute fisiologica e alleviare i livelli di stress. Inoltre, i benefici e il potenziale della terapia forestale sono stati ufficialmente riconosciuti dalle Nazioni Unite nel quadro del recupero verde dalla pandemia COVID-19. Una delle nostre principali sfide riguarderà l'informare, educare e persuadere i sistemi sanitari, i professionisti e i cittadini riguardo alle prescrizioni verdi, cioè la possibilità stessa di emettere prescrizioni di sessioni strutturate di terapia forestale, nel quadro dei protocolli di fitoterapia.

Note sugli autori

Eugenia Gallo - Centro di Ricerca e Innovazione in Fitoterapia e Medicina Integrata - (CERFIT), AOU Careggi, Firenze - eugenia.gallo@unifi.it

Bibliografia

1. Antonelli M, Donelli D, Barbieri G, Valussi M, Maggini V, Firenzuoli F. Forest Volatile Organic Compounds and Their Effects on Human Health: A State-of-the-Art Review. *Int J Environ Res Public Health*. 2020 Sep 7;17(18):6506. doi:10.3390/ijerph17186506. PMID: 32906736 Free PMC article. Review
2. Antonelli M, Donelli D, Carlone L, Maggini V, Firenzuoli F, Bedeschi E. Effects of forest bathing (shinrin-yoku) on individual well-being: an umbrella review. *Int J Environ Health Res*. 2021 Apr 28;1-26. doi: 10.1080/09603123.2021.1919293. Online ahead of print
3. Bagetta G. et al., *Aromatherapy: Basic Mechanisms and Evidence Based Clinical Use* Edited Giacinto Bagetta, Marco Cosentino, Tsukasa Sakurada 1st Edition Published November 24, 2015, CRC Press
4. Bakkali F, Averbeck S, Averbeck D, Idaomar M. Biological effects of essential oils-a review. *Food Chem Toxicol*. 2008 Feb;46(2):446-75. doi: 10.1016/j.fct.2007.09.106. Epub 2007 Sep 29
5. Calogero Caruso (Palermo), Claudia Rizzo (Palermo), Italo Vantini (Verona) Conferenza Permanente dei CLM in Medicina e Chirurgia. *Insegnare nelle Università la Fitoterapia e l'Agopuntura*
6. Firenzuoli F. *Fitoterapia*. ED. Masson Elsevier, 2009, Milano
7. Ikeda H, Takasu S, Murase K. Contribution of anterior cingulate cortex and descending pain inhibitory system to analgesic effect of lemon odor in mice. *Mol Pain*. 2014 Feb 20;10:14. doi: 10.1186/1744-8069-10-14. *Med. Chir.* 60. 2667, 2013
8. Meneguzzo F, Albanese L, Antonelli M, Baraldi R, Becheri FR, Centritto F, Donelli D, Finelli F, Firenzuoli F, Margheritini G, Maggini V, Nardini S, Regina M, Zabini F, Neri L. Short-Term Effects of Forest Therapy on Mood States: A Pilot Study. *Int J Environ Res Public Health*. 2021 Sep 9;18(18):9509. doi: 10.3390/ijerph18189509



Preparativi per la Terapia Forestale al Rifugio Mariotti - ph Francesco Meneguzzo



Una tappa della Terapia Forestale sul percorso di Chiusi della Verna (AR) - ph Francesco Meneguzzo

5/2 - Terapia Forestale: le motivazioni di una scelta terapeutica

di Fabio Firenzuoli

Le tematiche relative al benessere sono tutt'altro che banali, anzi talmente importanti da esser diventate da alcuni anni addirittura oggetto del BES, documento relativo al BENESSERE EQUO E SOSTENIBILE, inserito nel piano programmatico degli ultimi governi italiani, con l'inserimento di indicatori di salute, benessere e servizi sanitari. L'iniziativa garantisce un attento e qualificato monitoraggio delle condizioni di benessere dei cittadini, delle relative determinanti e delle tendenze, conquistando progressivamente, un posto al tavolo più alto delle scelte politiche. Peraltro l'improvviso cambiamento del contesto ha reso necessario un arricchimento delle indagini e degli indicatori ricercati, anche con misure più sensibili ai cambiamenti che stiamo vivendo. Nella nuova edizione del rapporto finale, sono stati ampliati temi con maggiore impatto sul benessere dei cittadini, quali la salute, i servizi sanitari ed il cambiamento climatico, in modo da offrire riferimenti oggettivi per orientare le successive azioni di policy.

Il benessere soggettivo rappresenta una delle dimensioni fondamentali su cui è basato il framework del BES, fornendo una valutazione sintetica del benessere, attraverso le valutazioni e le percezioni che gli individui esprimono sulla loro vita. Nel nostro Paese i livelli di soddisfazione per la vita, mediamente inferiori rispetto alla media europea, mostrano comunque un generale miglioramento negli ultimi anni: cresce la preoccupazione sulle prospettive future, ma in lieve aumento la percentuale di molto soddisfatti per la propria vita. Le maggiori criticità sono percepite tra le persone che vivono da sole e tra i lavoratori in proprio, con un andamento trasversale tra i gruppi di popolazione. L'isolamento a causa del lockdown ad esempio ha colpito maggiormente chi vive da solo. Una dimensione importante nell'analisi della qualità della vita è la soddisfazione per il tempo libero: di anno in anno infatti aumenta il dato sulla percentuale di individui che dichiarano di essere molto o abbastanza soddisfatti per il loro tempo libero, passato dal 65% del 2017 al 69,4% del 2020, con la soddisfazione massima per i giovani di età compresa tra i 14 e i 19 anni (85%), mentre è minima per gli individui di età compresa tra 55 e 59 anni (64,2%).

Ebbene, è proprio in questi cambiamenti di contesto, che ragionevolmente si possono inserire tutte le attività di terapie di gruppo, come quelle previste con le pratiche di medicina forestale (bagni nella foresta, terapia forestale di gruppo, in ambienti idonei, ben selezionati, con attività di meditazione, ecc.), finalizzate al miglioramento della qualità della vita, ma anche al ripristino di funzione decadute o ridotte come aspetti cognitivi, mantenimento o ripristino del normale tono dell'umore, contenimento del livello di ansia, ecc.

È vera terapia?

Tutti gli strumenti e le metodologie utili a risolvere, combattere o prevenire le malattie possono certo entrare in una generica definizione di terapia, dal perimetro tuttavia tanto più plastico quanto più evolve la ricerca scientifica. Stare dentro al perimetro delineato dal metodo scientifico può configurare di per sé una terapia, di varia natura, e con diversi obiettivi, stare fuori del perimetro può invece

significare di essere in attesa di prove di efficacia o più semplicemente non avere alcuna pretesa di entrarvi. Come succede alle cosiddette terapie alternative, che spesso in realtà consistono in "medicines" alternative, intese esattamente come sistemi alternativi alla medicina, sia in termini diagnostici che terapeutici.

Una terapia finalizzata a risolvere la causa di una malattia la chiamiamo eziologica, per comodità, quando sappiamo bene che la complessità di un processo morboso spesso richiede un intervento eziologico, quando possibile, associato ad una terapia patogenetica, che intervenga su alcuni processi che stanno alla base della malattia stessa, piuttosto che sintomatica, piuttosto che tutte queste insieme.

Ecco allora che, scolasticamente, la terapia di una bronchite acuta può richiedere ad esempio la prescrizione di un antibiotico se batterica, associata ad un mucolitico ed un antiinfiammatorio. Mentre invece la terapia di un paziente con la bronchite acuta, necessita di un inquadramento del paziente nella sua totalità e nella sua complessità (altre patologie, altri farmaci, esigenze nutrizionali, problematiche sociali, ecc.). Nella pratica clinica si cura un paziente, non certo una malattia. E se complesso è il soggetto malato, complesso può essere pure l'intervento necessario.

Possiamo parlare quindi di numerose terapie (di varia natura: fisica, chimica, psicologica, nutrizionale, comportamentale, farmacologica, e perché no forestale), ma di una sola medicina.

È prescrivibile?

Parte fondamentale della professione medica, e non solo, sono l'agire in scienza e coscienza, con indipendenza intellettuale e libertà scientifica. In scienza, perché in gioco c'è la tutela della salute e dello stato di benessere psico fisico dell'individuo, in coscienza, cioè con l'uso consapevole delle conoscenze acquisite mediante la ricerca. Il tutto nell'interesse del malato, nel rispetto della sua salute fisica e psichica, ma anche della libertà e della dignità della persona, sempre attenendosi strettamente alle conoscenze scientifiche. Questo aspetto è immutato nel tempo, anche se ha preso maggior vigore dopo che negli ultimi decenni si sono avute manifestazioni, richieste e pratiche di medicine alternative, in particolare per malati affetti da patologie gravi, anche oncologiche.

La libertà del professionista e la libertà di cura riconosciuta al paziente sono a garanzia del paziente stesso, ma sempre quando ancorate ad elementi scientificamente validati. E, sempre perseguendo il beneficio del paziente, il medico, in autonomia di scelta può proporre ed applicare vari metodi diagnostici e proporre, fino a prescrivere, i trattamenti più appropriati, sempre comunque ispirati ad aggiornate e sperimentate acquisizioni scientifiche.

Sembra facile... in realtà è più facile di quanto si pensi

Se è vero come è vero che il medico è tenuto a conoscere le caratteristiche e la natura dei mezzi diagnostici che utilizza, di cosa e quanto prescrive, per questo basta documentarsi, leggere, studiare, e semmai fare anche ricerca.

È vero che l'adozione da parte del medico di terapie nuove deve essere limitata all'ambito della sperimentazione clinica e non può quindi sussistere nel campo del rapporto di cura con il paziente,

al medico è tuttavia riconosciuta la "libertà di scelta terapeutica". Il che consente al professionista di utilizzare terapie anche non strettamente tradizionali e comunemente praticate, purchè si attenga sempre alle regole della prudenza e del rispetto delle conoscenze scientifiche. Il medico potrebbe invece incorrere in problemi di responsabilità o colpa professionale quando il trattamento terapeutico da lui utilizzato non trovasse alcun supporto o giustificazione scientifica. Eguale responsabilità qualora in presenza di trattamenti terapeutici di comprovata efficacia, scegliesse nuove terapie non ancora sufficientemente garantite e sperimentate.

Ma non è questo il caso della medicina forestale

Per un medico la possibilità di scegliere una pratica cosiddetta "non convenzionale", come questa potrebbe apparire, non è certo proibita, e si esprime nell'esclusivo ambito della sua diretta responsabilità professionale. E se questo è un diritto del medico, peraltro esiste per lui anche il dovere e l'obbligo dell'aggiornamento scientifico, facoltativo (o obbligatorio) al fine di adeguare le sue conoscenze e competenze al progresso clinico scientifico. Come nel caso in questione.

Ovviamente la scienza medica è in continuo e veloce progresso, diversificandosi anche in numerose specializzazioni, tale per cui è comprensibile che nessun medico, quantunque coscienzioso, sia essere capace di essere al corrente di tutte le acquisizioni scientifiche. L'obbligo morale di aggiornamento tuttavia rimane, sempre compatibile con il tempo dedicato alla professione, consapevole che il tempo dedicato allo studio serve a migliorare le proprie conoscenze per ottimizzare le proprie prestazioni professionali alle necessità dei pazienti.

E quando un argomento di studio, ricerca di base e tanto più ricerca clinica, può avere ricadute sulla salute e il benessere dell'individuo, e la letteratura sia disponibile come in questo caso, cogente diventa allora trovare il modo di approfondirle, valutarle e studiarle. E laddove se ne ravvisino potenzialità terapeutiche, inserirle tra l'opportunità della pratica clinica.

La serietà delle sperimentazioni

Il medico è libero di far ricorso ad una nuova misura diagnostica e terapeutica se a suo giudizio offre la speranza di ridare la salute o alleviare le sofferenze, anche se i potenziali vantaggi o rischi di un nuovo metodo andrebbero confrontati con i vantaggi dei migliori metodi diagnostici e terapeutici di uso corrente.

Ovviamente l'acquisizione di nuove conoscenze deve essere finalizzata al suo potenziale valore diagnostico e terapeutico nell'interesse del paziente stesso, da gestire in centri clinici per le fasi essenziali della sperimentazione, sia sul sano che sul malato. E fondamentale rimane il metodo, rigoroso, con un gruppo di confronto, somministrazione in cecità e valutazione biostatistica dei risultati. Garante e giudice di queste procedure è il Comitato Etico della struttura ove si realizza l'esperimento, così come fondamentale nelle regole di buona condotta clinica rimane sempre il consenso del soggetto. Tutti elementi da riportare nella pubblicazione relativa alla sperimentazione.

La scientificità della terapia forestale

La ricerca scientifica ha ormai confermato le ripercussioni positive sul livello di stress, tono dell'umore e livelli di ansia, e non solo. Ben dimostrati gli effetti positivi ritenuti di carattere "psicologici" come il semplice passeggiare in un bosco o una foresta, rilassandosi, meditando, osservando, ascoltando, respirando a pieni polmoni... Effetti psicologici sì, ma non solo, perché questi hanno comunque ricadute sui livelli di cortisolo, così come l'inalazione dei COV abbia una reale attività ansiolitica, balsamica ed immunomodulante.

E qui si inserisce tutta la ricerca specifica attività dal gruppo CAI/CNR con anche il contributo di altri ricercatori con competenze forestali, cliniche mediche e psicologiche, ben descritta e documentata anche in altra sede, attribuibile quanto meno alle sostanze di derivazione terpenica di origine vegetale.

Esistono numerosi dati di ordine biologico e farmacologico preclinico, ma in particolare sono ora disponibili dati di ordine clinico, peraltro raccolti anche in revisioni sistematiche della letteratura, che confermano gli effetti antistress di queste pratiche, testate in varie condizioni, fin ora etichettabili come non convenzionali, solo perché non studiate e non comuni. Effetti che poi si traducono in riduzione del livello di ansia, miglioramento del tono cognitivo, innalzamento del tono dell'umore e dell'energia fisica percepita, anche su pazienti affetti da patologie croniche.

Il fatto poi che tali interventi, preventivi o terapeutici che siano, possano esser definiti come terapia complementare o più semplicemente terapia, è solo una questione di relatività: potendo stare di diritto nella medicina preventiva ma anche nella terapia in quanto tale, in base alle necessità del singolo. Nei soggetti con lievi disturbi da stress o di ansia ad esempio, suscettibili di miglioramento stabile con la medicina forestale, è la terapia squisitamente farmacologica che potrebbe essere relegata a complementare, da riservare cioè solo in caso di bisogno... Quindi ogni cosa ha il suo ruolo, compresa la medicina forestale, che peraltro fa pendant di diritto con la fitoterapia.

Note sugli autori

Fabio Firenzuoli - Centro di Ricerca e Innovazione in Fitoterapia e Medicina Integrata - (CERFIT), AOU Careggi, Università degli Studi di Firenze - fabio.firenzuoli@unifi.it

Bibliografia

1. Antonelli, M.; Barbieri, G.; Donelli, D. Effects of Forest Bathing (shinrin-Yoku) on Levels of Cortisol as a Stress Biomarker: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Int. J. Biometeorol.* 2019, 63, 1117–1134, doi:10.1007/s00484-019-01717-x
2. Antonelli, M.; Donelli, D.; Barbieri, G.; Valussi, M.; Maggini, V.; Firenzuoli, F. Forest Volatile Organic Compounds and Their Effects on Human Health: A State-of-the-Art Review. *IJERPH* 2020, 17, 6506, doi:10.3390/ijerph17186506
3. Antonelli, M.; Donelli, D.; Carlone, L.; Maggini, V.; Firenzuoli, F.; Bedeschi, E. Effects of Forest Bathing (shinrin-Yoku) on Individual Well-Being: An Umbrella Review. *Int. J. Environ. Health Res.* 2021, 1–26, doi:10.1080/09603123.2021.1919293

4. Firenzuoli F. *Fitoterapia*. Ed Elsevier, Milano, 2009
5. FNOMC&O. *Codice di deontologia medica*. Roma
6. Hansen, M.M.; Jones, R.; Tocchini, K. Shinrin-Yoku (Forest Bathing) and Nature Therapy: A State-of-the-Art Review. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2017, 14, doi:10.3390/ijerph14080851
7. ISTAT. *BSE 2020*. Ed. 2021
8. Kotte, D.; Li, Q.; Shin, W.S. *International Handbook of Forest Therapy*; Cambridge Scholars Publishing, 2019; ISBN 9781527541740
9. Meneguzzo, F.; Albanese, L.; Bartolini, G.; Zabini, F. Temporal and Spatial Variability of Volatile Organic Compounds in the Forest Atmosphere. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2019, 16, doi:10.3390/ijerph16244915



Un tratto del percorso di Terapia Forestale nella Pineta Demaniale di Porto Corsini (RA) - ph Francesco Meneguzzo



Percorso di Terapia Forestale nei dintorni del Rifugio Alpe Corte (BG) - ph Francesco Meneguzzo

5/3 - Prospettive per l'adozione della Terapia Forestale quale pratica medica complementare

di Francesca Cirulli, Barbara Collacchi e Marta Borgi

In quest'ultimo decennio si è consolidata la consapevolezza del legame indissolubile tra la salute delle persone e quella dell'ecosistema. È dunque forte l'esigenza di approcci e sforzi globali nell'implementazione di programmi e politiche in cui diversi settori cooperino per la tutela della salute pubblica attraverso un più attento e consapevole utilizzo delle risorse naturali. La terapia forestale si inserisce all'interno di questo filone di pensiero rappresentando un'interessante attività complementare in grado di coniugare l'attenzione all'ambiente naturale in termini di gestione, cura e conservazione con approcci innovativi finalizzati alla salute umana attraverso la fruizione attiva delle risorse naturali.

Negli ultimi anni, le evidenze scientifiche relative all'interazione tra ambiente e salute mentale sono cresciute esponenzialmente. Studi trasversali e longitudinali riportano un'associazione tra accesso ad ambienti verdi e ridotti livelli di stress, disagio psicologico o sintomi depressivi. Camminare in ambienti naturali, ascoltare i suoni della natura, e persino osservare un ambiente naturale virtuale, risultano in una ridotta percezione e una maggiore capacità di fronteggiare stress di natura psicologica. In città, in particolare, l'esposizione a spazi verdi urbani si associa positivamente al benessere mentale. Al contrario, una ridotta esposizione può rappresentare un fattore di rischio per ansia e depressione, indipendentemente dall'età dei soggetti.

Tali associazioni sembrerebbero robuste poiché rilevate in numerosi studi che differiscono sostanzialmente nella composizione della popolazione in esame, nella tipologia di spazi verdi utilizzati, e nella modalità di interazione. Le ricerche più recenti sembrerebbero concludere che l'esposizione al verde si associa anche a un miglioramento nelle performance attentive e cognitive, con potenziali ricadute in termini di incidenza di patologie degenerative croniche.

L'esposizione all'ambiente naturale, inoltre, favorisce il benessere emotivo e comportamentale in fasce di popolazione particolarmente a rischio per lo sviluppo della patologia mentale, quali gli adolescenti, come riportato in una recente revisione sistematica che mostra una relazione inversa tra esposizione a spazi verdi e problematiche emozionali. Un maggiore utilizzo di spazi verdi, e la presenza di una maggiore vegetazione nel luogo di residenza, sono stati infatti associati a un più armonico sviluppo comportamentale (riduzione dell'emozionalità e di problemi relazionali tra pari), a una riduzione nei sintomi caratteristici del Disturbo da Deficit di Attenzione e Iperattività (ADHD) nei bambini e ad un aumento nei comportamenti prosociali in bambini e adolescenti. In particolare, frequentare ambienti naturali attraverso passeggiate o attività all'aperto porta ad un aumento dell'attenzione, elemento particolarmente importante durante le fasi di crescita.

In aggiunta agli studi epidemiologici, il lavoro sperimentale sul campo sta producendo sempre maggiori evidenze dei benefici del contatto con la natura per la promozione della salute, inclusa la salute mentale. Alla base degli effetti benefici che gli spazi verdi hanno sulla salute umana vi sono diverse ipotesi meccanicistiche.

Dal punto di vista della mente umana godere dell'immersione in un ambiente naturale può essere visto come un ritorno alle origini, un tentativo di recuperare un equilibrio tra la nostra specie e l'ambiente naturale che sembra essersi perduto nel corso della storia. L'uomo, infatti, vive nelle città da poco più di 2000 anni, un tempo brevissimo nel nostro cammino evolutivo, ma sufficiente a determinare uno stretto legame fra urbanizzazione e aumento di patologie mentali, quali ansia, depressione, o schizofrenia. In questi anni stiamo assistendo alla riscoperta dell'ambiente naturale anche come conseguenza di una efficacia non completa delle terapie farmacologiche e ad una ancora limitata conoscenza dei meccanismi alla base dei disturbi mentali. Dobbiamo considerare che la mente umana si è evoluta in un ambiente naturale, ed è tra il verde che trova appagamento. Una passeggiata in montagna è ben di più, quindi, che una breve fuga dalla città. Alcuni studi condotti presso l'Università di Stanford hanno evidenziato che nei soggetti che avevano appena terminato una passeggiata di 90 minuti fra gli alberi, rispetto ad altri che avevano trascorso lo stesso tempo fra i negozi della città, c'era una minor attivazione di aree cerebrali connesse alla ruminazione (o rimuginio), il presentarsi ripetuto e costante di immagini e pensieri negativi che si rinforzano l'un l'altro, sintomo comune negli stati depressivi. Questo non è il solo dato che va in questa direzione: è stato dimostrato, ad esempio, che il grado di urbanizzazione è associato ad un'attivazione differenziale di diverse aree cerebrali in situazioni stressanti. Queste aree, che fanno parte del sistema limbico, deputato all'elaborazione ed espressione delle emozioni, sono coinvolte in patologie mentali come la schizofrenia. È stato dimostrato che l'aver vissuto dalla nascita in aree rurali si associa, infatti, a una maggiore tolleranza allo stress. Altri effetti benefici riguardano la promozione delle funzioni cerebrali attraverso un ridotto affaticamento mentale e un migliore rilassamento. Tali effetti benefici potrebbero anche dipendere dall'alta concentrazione di composti organici volatili biogenici (BVOC) emessi da alberi e piante, come i fitoncidi (noti anche come terpeni). Tali composti sembrerebbero avere un'influenza sulla salute umana in termini di azione antinfiammatoria, antiossidante o neuroprotettiva. Studi futuri dovranno consolidare le evidenze in materia, ancora spesso limitate a studi in vitro.

I meccanismi alla base degli effetti benefici dell'esposizione al verde possono anche essere indiretti. Ad esempio, vivere vicino a un parco o un'area verde può incoraggiare le persone a dedicarsi più spesso all'attività fisica. Poiché gli stili di vita sedentari giocano un ruolo importante nello sviluppo delle malattie cardiovascolari, respiratorie croniche, e del sistema immunitario, un incremento nell'attività fisica indotto dalla frequentazione di aree verdi può esercitare un importante ruolo di prevenzione di tali patologie. Alberi e arbusti possono inoltre mitigare alcuni rischi ambientali, quali l'inquinamento atmosferico e le temperature elevate dell'aria, nonché l'inquinamento acustico, tutti noti fattori di rischio ambientale per la salute umana. Un altro importante effetto indiretto da prendere in considerazione è quanto il verde sia in grado di portare ad aggregazioni spontanee tra le persone, in un ambiente rilassante. Le relazioni sociali si associano a numerosi benefici per la salute fisica e psicologica. La presenza di spazi verdi può incoraggiare interazioni sociali positive che promuovono la coesione sociale portando a dei miglioramenti per la salute e il benessere. Comprendere la relazione tra coesione sociale e spazio verde può quindi essere estremamente importante per progettare interventi indirizzati verso un miglioramento della salute sia fisica che psicologica.

Terapia forestale

All'inizio degli anni '80 in Giappone è stato avviato un ampio programma di ricerca per dimostrare gli effetti medici e terapeutici del bagno nella foresta (in lingua giapponese "Shinrin-Yoku"). Successivamente è stato aperto il primo centro di "terapia forestale" e le università giapponesi ora offrono una specializzazione medica in "medicina forestale". Tali pratiche si sono poi estese anche al mondo occidentale a partire dai paesi scandinavi dove il bagno nella foresta è diventato una tendenza globale come reazione all'attuale flusso di stimoli e alla frenetica vita quotidiana nella nostra società.

A differenza dell'immersione spontanea nella natura, la terapia forestale si basa su sedute strutturate in cui viene stimolata la percezione dell'ambiente naturale con tutti e cinque i sensi (vista, olfatto, udito, tatto e gusto), a cui possono essere associate altre tecniche quali la meditazione, ma anche le passeggiate nella foresta, nonché varie attività ricreative e terapie cognitivo-comportamentali. Tali interventi possono essere rivolti alla popolazione generale allo scopo di promuoverne il benessere personale ma possono essere anche associati ad interventi terapeutici per malattie specifiche quali quelle respiratorie, cardiovascolari o i disturbi mentali.

L'utilizzo di un protocollo di conduzione strutturato applicato da personale con specifiche qualifiche professionali consente la definizione di protocolli standardizzati e riproducibili, la sua applicazione a diverse tipologie di utenti, e la valutazione dell'efficacia. Tali metodologie di lavoro si prestano allo studio scientifico dei meccanismi alla base degli effetti benefici menzionati nel presente capitolo e per la messa a punto di linee guida per la scelta dei siti, dei percorsi, degli assetti forestali e dei periodi più opportuni per ottenere i migliori benefici dalle sedute di terapia forestale.

Studi futuri dovranno prevedere l'impiego di protocolli standardizzati per quanto riguarda la tipologia di intervento, il gruppo di controllo, il tipo e la durata dell'intervento, la popolazione oggetto dello studio e la descrizione dell'ambiente forestale, tutti elementi necessari per raggiungere l'obiettivo ultimo e più ambizioso dell'impiego della terapia forestale da parte del Sistema Sanitario Nazionale quale attività complementare per la promozione della salute.

Le potenzialità future di queste pratiche sono enormi, soprattutto se saremo in grado di mettere a sistema il bagaglio di nozioni già accumulate in materia in diversi settori disciplinari, approfondendo la conoscenza sui meccanismi alla base, per una migliore e più consapevole fruizione del patrimonio boschivo e naturale del nostro paese al fine di migliorare la salute umana.

Note sugli autori

Francesca Cirulli - Centro di Riferimento per le Scienze comportamentali e la salute mentale - Istituto Superiore di Sanità - Roma - francesca.cirulli@iss.it

Marta Borgi - Centro di Riferimento per le Scienze comportamentali e la salute mentale - Istituto Superiore di Sanità - Roma - marta.borgi@iss.it

Barbara Collacchi - Centro di Riferimento per le Scienze comportamentali e la salute mentale - Istituto Superiore di Sanità - Roma - barbara.collacchi@iss.it

Bibliografia

1. Antonelli M., Barbieri G., Donelli D. (2019). Effects of forest bathing (shinrin-yoku) on levels of cortisol as a stress biomarker: A systematic review and meta-analysis. *Int. J. Biometeorol.* 63, 1117–1134
2. Bowler D.E., Buyung-Ali L.M., Knight T.M., et al. (2010). A systematic review of evidence for the added benefits to health of exposure to natural environments. *BMC Public Health* 10, 456
3. Bo-Yi Yang B.Y. et al. (2021) Greenspace and human health: An umbrella review. *The innovation.* 2(4):100164
4. Davis Z., Guhn M., Jarvis I., et al. (2021). The association between natural environments and childhood mental health and development: a systematic review and assessment of different exposure measurements. *Int. J. Hyg. Environ. Health* 235, 113767
5. de Keijzer C., Bauwelinck M., and Dadvand P. (2020). Long-term exposure to residential greenspace and healthy ageing: a systematic review. *Curr. Environ. Health Rep.* 7, 65–88
6. de Keijzer C., Gascon M., Nieuwenhuijsen M.J., et al. (2016). Long-term green space exposure and cognition across the life course: a systematic review. *Curr. Environ. Health Rep.* 3, 468–477
7. Farrow M.R., Washburn K.A. (2019). Review of Field Experiments on the Effect of Forest Bathing on Anxiety and Heart Rate Variability. *Glob. Adv. Health Med.* 8. from Phytoncide of Forest Bathing to Prevent the Development of Cancer. *Adv. Sci. Lett.* 24, 6653–6659
8. Houlden V., Weich S., Porto D.A.J., et al. (2018). The relationship between greenspace and the mental wellbeing of adults: a systematic review. *PLoS One* 13, e203000
9. Hunter R.F., Cleland C., Cleary A., et al. (2019). Environmental, health, wellbeing, social and equity effects of urban green space interventions: a meta-narrative evidence synthesis. *Environ. Int.* 130, 104923
10. Ideno Y., Hayashi K., Abe Y. Ueda, K. et al. (2017). Blood pressure-lowering effect of Shinrin-yoku (Forest bathing): A systematic review and meta-analysis. *BMC Complement. Altern. Med* 17, 409
11. Kondo M.C., Fluehr J.M., McKeon T., et al. (2018). Urban green space and its impact on human health. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 15, 445
12. Kotera Y., Richardson M., Sheffield D. (2020). Effects of Shinrin-Yoku (Forest Bathing) and Nature Therapy on Mental Health: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Int. J. Ment. Health Addict.* 20, 337–361
13. Lachowycz K. And Jones A.P. (2011). Greenspace and obesity: a systematic review of the evidence. *Obes. Rev.* 12, e183-e189
14. Lakhani A., Norwood M., Watling D.P., et al. (2019). Using the natural environment to address the psychosocial impact of neurological disability: a systematic review. *Health Place* 55, 188–201
15. Lee I., Choi H., Bang K.S. et al. (2017). Effects of forest therapy on depressive symptoms among adults: A systematic review. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 14, 321
16. Mygind L., Kjeldsted E., Hartmeyer R., et al. (2019). Effects of public green space on acute psychophysiological stress response: a systematic review and meta-analysis of the experimental and quasi-experimental evidence. *Environ. Behav.* 53, 184–226
17. Oh B., Lee K.J., Zaslowski, C. et al. (2017). Health and well-being benefits of spending time in forests: Systematic review. *Environ. Health Prev. Med.* 22
18. Putra I., Astell-Burt T. et al. (2020). The relationship between green space and prosocial behaviour among children and adolescents: a systematic review. *Front. Psychol.* 11, 859
19. Rautio N., Filatova S., Lehtiniemi H., et al. (2018). Living environment and its relationship to depressive mood: a systematic review. *Int. J. Soc. Psychiatry* 64, 92–103

20. Roberts H., van Lissa C., Hagedoorn P., et al. (2019). The effect of short-term exposure to the natural environment on depressive mood: a systematic review and metaanalysis. *Environ. Res.* 177, 108606
21. Shuda Q., Bougoulas M.E. and Kass R. (2020). Effect of nature exposure on perceived and physiologic stress: a systematic review. *Complement. Ther. Med.* 53,102514
22. Stier-Jarmer M., Throner V., Kirschneck M. et al. (2021). The Psychological and Physical Effects of Forests on Human Health: A Systematic Review of Systematic Reviews and Meta-Analyses. *Int J Environ Res Public Health* 18(4):1770
23. Vanaken G.J. and Danckaerts M. (2018). Impact of green space exposure on children's and adolescents' mental health: a systematic review. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 15, 2668
24. Viniece J. and Omoshalewa B. (2019). The Relationship between Social Cohesion and Urban Green Space: An Avenue for Health Promotion. *Int J Environ Res Public Health.* 16(3):452
25. Zhang, Y., Mavoa, S., Zhao, J., et al. (2020). The association between green space and adolescents' mental well-being: a systematic review. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 17, 6640



Fasi preliminari di Terapia Forestale presso il Rifugio Terz'Alpe con la Sezione CAI di Canzo (CO) - ph Francesco Meneguzzo



Percorso di Terapia Forestale nei dintorni del Rifugio Porta sulle Grigne meridionali - ph Francesco Meneguzzo



€ 20,00