Rendiconti
Accademia Nazionale delle Scienze detta dei XL
Memorie di Scienze Fisiche e Naturali
134° (2016), Vol. XL, Parte II, pp. 27-36

GIUSEPPE SCARASCIA MUGNOZZA*

Bioeconomia e risorse forestali: prospettive, problemi e opportunità per la ricerca**

Introduzione

I cambiamenti ambientali a scala globale rappresentano una delle più importanti questioni scientifiche e sociali con cui l'umanità si sta confrontando in questi anni e si confronterà nei prossimi decenni. Tali mutamenti comprendono le previste modificazioni del clima associate all'aumento della concentrazione atmosferica di gas ad effetto serra, in particolare della CO_2, e di altri inquinanti; le variazioni di concentrazione di ozono nella stratosfera; la riduzione rapida dell'estensione delle foreste, soprattutto di quelle equatoriali, e della loro ricchissima biodiversità; l'erosione del suolo e la desertificazione di vaste aree del pianeta (p.es. il bacino Mediterraneo è considerata un'area fortemente a rischio di cambiamenti ambientali da IPCC); infine, l'impoverimento della qualità delle acque di superficie e profonde.

I cambiamenti ambientali acquistano quindi un'importanza enorme perché avranno effetti decisivi sul nostro futuro, influenzando sempre più intensamente i vari comparti del pianeta, dall'atmosfera alla geosfera, dall'idrosfera alla biosfera. Quest'ultima può tuttavia rappresentare il «sistema tampone» per la regolazione e la mitigazione di tali cambiamenti. Infatti, se la biosfera e, in particolare, le sue componenti costituite dagli ecosistemi terrestri, gli oceani e gli ecosistemi delle acque interne sono sicuramente influenzati, e sempre più lo saranno in futuro, dall'impatto dei cambiamenti ambientali, è pur vero che la biosfera svolge anche una fondamentale azione di controllo, regolazione e miglioramento dell'ambiente (bio-rimedio e bio-mitigazione); se questa capacità «tampone» si manterrà in futuro, ovvero crescerà

* Socio dell'Accademia dei XL. DIBAF - Università della Tuscia, Viterbo.
E-mail. gscaras@unitus.it

** Prolusione tenutasi durante la Seconda Assemblea Annuale dei Soci, Roma 15 novembre 2016, presso la Biblioteca dell'Accademia Nazionale delle Scienze detta dei XL, Scuderie Vecchie di Villa Torlonia.

o diminuirà, rappresenta tuttavia una domanda scientifica di grande rilevanza, alla quale si tenta di dare una risposta attraverso un approccio che integri le conoscenze sul funzionamento degli ecosistemi forestali a livello ecologico, fisiologico e biomolecolare. In quest'ambito acquista particolare rilevanza lo sviluppo di tematiche di ricerca riguardanti le «tecnologie verdi» indirizzate alla produzione di materiali, servizi e risorse, *no-food* (le bio-risorse), che dovranno costituire la base di uno sviluppo e di una società realmente sostenibili, ovvero fondati su risorse rinnovabili, a basso consumo di combustibili fossili e a bassa emissione di Carbonio, in grado di mitigare le alterazioni climatiche nonché conservare gli ecosistemi e la loro biodiversità.

Ricerca scientifica, bioeconomia e sistemi forestali

In un contesto in cui la **ricerca europea** e i **sistemi di ricerca nazionali e regionali sono sempre più integrati tra loro** e le priorità, le agende strategiche e gli obiettivi vengono definiti in modo coordinato e concordato tra i diversi livelli di competenza e partecipazione, è significativo sottolineare che le più recenti iniziative di ricerca della Unione Europea, quali il Programma Orizzonte2020, il Programma LIFE+ e le Piattaforme Tecnologiche riservino un'attenzione crescente alle tematiche delle bio-risorse ambientali e forestali e alla gestione sostenibile dei sistemi naturali e agro-forestali (*bio-based society*). Infatti, il Programma della ricerca europea per il periodo 2014-2020, il più ampio mai attuato per la scienza europea, ha dedicato quattro delle complessive sette sfide per la società alla bioeconomia e all'agro-alimentare e selvicoltura sostenibili, all'energia pulita ed efficiente, al trasporto verde e intelligente, e all'azione per il clima e l'ambiente.

D'altro canto, l'insieme delle Piattaforme Tecnologiche Europee proposte dal mondo delle imprese e delle istituzioni scientifiche europee comprendono le filiere sulle foreste e sui prodotti forestali (*TP Forests and forest based products*), sui biocombustibili (*TP Biofuels*), sulla chimica verde (*TP Sustainable Chemistry*) e sulle costruzioni sostenibili (*TP Construction Technology*) tutte dedicate alla produzione o all'utilizzo di bio-risorse e di servizi bio-ecologici per il miglioramento della sostenibilità ambientale. In particolare, nel caso della *TP-Forestry,* l'obiettivo è quello di fornire all'industria e alle imprese agro-forestali l'opportunità di **incrementare la quantità e qualità del bio-materiale legno e delle biomasse ligno-cellulosiche per l'industria e la bio-architettura** e per la produzione di bio-combustibili, nonché di **gestire gli ecosistemi agro-forestali per la mitigazione ambientale e per la produzione di significativi servizi ambientali**, prevedendo anche la problematica dell'adattamento degli ecosistemi ai futuri cambiamenti e la prevenzione dei rischi ambientali (geo-idrogeologico, incendi). La predizione dell'adattabilità dei sistemi forestali a scenari climatici in rapido mutamento con la conseguente possibilità di mantenere, se non aumentare, la fornitura di prodotti e servizi alla società, presuppone l'approfondimento delle conoscenze sulle interazioni tra comunità vegetali ed ambiente, con la conseguente individuazione di opportuni indici e marcatori a diverse scale, da quella fisiologica e

molecolare a quella integrata a scala territoriale, capaci sia di segnalare situazioni di disequilibrio incipiente, sia di assistere la pianificazione territoriale e gli interventi di gestione, anche finalizzati alla selezione di materiale vegetale provvisto di sufficiente flessibilità eco-biologica per affrontare i cambiamenti attesi.

A sua volta le iniziative delle Nazioni Unite come il *Millennium Ecosystems Assessment* e la Strategia di Sviluppo Sostenibile, hanno consentito di valutare a scala globale la capacità produttiva e lo stato di alterazione degli ecosistemi terrestri e acquatici in rapporto ai principali «beni» o **bio-materiali** (biomasse, legno, alimenti, fibre e composti naturali) e «servizi» o **funzioni ambientali** (acqua, protezione suolo, biodiversità e sequestro del carbonio) forniti dalla Biosfera. Si tratta di risorse rinnovabili quanto mai strategiche e interdipendenti tra loro, com'è stato dimostrato a livello planetario dal forte incremento dei prezzi, accusato da tutte le materie prime agro-alimentari e forestali in questi ultimi anni (fino al 40-50% in più), che ha innescato tensioni socio-economiche e allarme politico di cui ancora non si intravede con chiarezza la futura evoluzione. Fin da oggi è però chiaro che la domanda di bio-risorse, ovvero di alimenti, legno e bio-combustibili, sta per superare l'offerta e la situazione non potrà che peggiorare in futuro se si considera che il solo fabbisogno di legname di Cina e India raddoppierà nei prossimi venti anni, determinando un aumento del 30-40% della richiesta mondiale di questa materia prima. A questo scenario, va aggiunto anche l'impatto che avrà il previsto, massiccio aumento di utilizzo delle biomasse ligno-cellulosiche per bio-energia, gran parte delle quali saranno derivate da legno. E' evidente che nel futuro, in Italia, in Europa e nel mondo, le bio-risorse diventeranno sempre più scarse e la base territoriale per la loro produzione sempre più preziosa, tanto da richiedere politiche di gestione del territorio integrate. Si aprono, dunque, **prospettive enormi di avanzamento scientifico e di innovazione tecnologica** su cui basare le politiche di **gestione sostenibile della biosfera**, per l'aumento della **produttività di bio-materiali in un quadro di conservazione e miglioramento degli ecosistemi:** solo così sarà possibile tradurre in realtà e gesti concreti **l'obiettivo di una società sostenibile, eco-compatibile, ovvero fondata sulle risorse biologiche, rinnovabili, a basse emissioni di Carbonio e con un minore impatto sul nostro pianeta**.

Tra i sistemi ecologici che forniscono beni e servizi, gli ecosistemi forestali e naturali svolgono un ruolo insostituibile, che sta crescendo continuamente di importanza e di riconoscimento, anche a livello internazionale (v. la Convenzione intergovernativa sul Clima e la Convenzione europea sulla Protezione delle Foreste). Infatti, le foreste, pur ricoprendo poco più del 30% della superficie delle terre emerse, ne rappresentano circa il 60% della produttività primaria netta e sono sede del 70% degli scambi di carbonio; inoltre, le foreste contengono più dell'80% della biomassa e del carbonio epigeo terrestre e circa il 40% di quello presente nel suolo. Al contempo, gli ecosistemi forestali svolgono un ruolo chiave nell'ambito di alcuni importanti cicli biogeochimici della biosfera, regolando anche i parametri del clima regionale e planetario e contribuendo alla protezione dei suoli. Si stima, ad esempio,

che il valore di tali funzioni rese dagli ecosistemi forestali rappresenta circa una quota pari a 80% del complessivo «valore economico» delle foreste mentre solo il 20% è il corrispettivo riguardante la produzione di beni direttamente commerciabili ovvero le biomasse legnose. Da segnalare però che i servizi «non materiali» resi dagli ecosistemi forestali non trovano remunerazione o, altresì, tale remunerazione (o minor costo rispetto alla prevenzione dei danni e rischi) non arriva mai a chi possiede, gestisce o cura le foreste. Il concetto stesso di sostenibilità richiama ad azioni a valenza multipla, dove il fornitore di servizi, la foresta in questo caso, è anche un fruitore di servizi di ritorno. Diventa quindi fondamentale conoscere e monitorare con continuità, affidabilità, elevata risoluzione e soprattutto in modo quantitativo le risorse forestali e i servizi ambientali resi disponibili, al fine di una corretta gestione e mobilizzazione delle risorse e dei servizi ecosistemici (FAO, 2015).

Il sistema forestale italiano

L'Italia ha una lunga tradizione, risalente all'epoca della Repubblica veneziana e all'epoca dei liberi Comuni medievali, se non addirittura a Roma antica, di gestione attenta e duratura nel tempo delle proprie risorse forestali, con una spiccata cura sia degli aspetti produttivi (es. per il rifornimento dell'Arsenale di Venezia o della città di Siena), sia per la tutela del territorio e delle acque. Ancora oggi i drammatici eventi di inondazioni e frane che si ripetono negli anni, in tutte le regioni italiane, ci ricordano però che gli alberi, i rimboschimenti e le foreste svolgono soprattutto un ruolo insostituibile per la conservazione del suolo, la difesa idrogeologica e la regolazione dei deflussi idrici che dai bacini montani scendono verso la pianura e il mare. Lo sfruttamento eccessivo dei boschi e la loro sistematica devastazione dovuta agli incendi ricorrenti, elimina il mantello verde che trattiene il terreno e lo protegge dall'erosione e dal trasporto a valle, dove può provocare danni incalcolabili alle popolazioni e alle infrastrutture. Pertanto se in epoca molto più recente si è approfondito il contributo delle foreste per la regolazione del clima globale e per la conservazione della biodiversità, già da molti secoli l'esperienza forestale italiana ha sviluppato tecniche, norme e competenze a favore di funzioni ambientali come la protezione del suolo e la regimazione delle acque.

Le foreste svolgono anche un ruolo rilevante per la produzione di materia prima rinnovabile ovvero di bio-risorse per l'attività industriale, ed economica in generale, la vera *green economy*. Agli alberi e alle foreste viene quindi chiesto di fornire, in misura sempre crescente, legname per l'industria dell'arredamento, del mobile e della carta, per le strutture edilizie, come le case costruite di recente in Abruzzo, e per le energie rinnovabili. Il sistema italiano del legno-arredamento detiene, infatti, una *leadership* riconosciuta a livello internazionale; «la questione ambientale» rappresenta quindi una grande opportunità per il settore, soprattutto in virtù delle proprietà uniche della materia prima *legno.*

Il sistema forestale italiano è tuttavia caratterizzato da molte contraddizioni; la

più rilevante è la mancanza di integrazione tra attività forestali e industria del legno: infatti, l'Italia utilizza oltre 40 milioni di m^3 (Mm^3) di prodotti forestali e ne importa dall'estero l'80%, per soddisfare il proprio fabbisogno di materia prima legno e cellulosa; l'Italia, pertanto, copre con le importazioni gran parte del proprio fabbisogno di materia prima industriale ovvero di legname, legno per energia, prodotti semilavorati come i segati, la cellulosa e anche carta e cartone riciclati. E' quindi comprensibile che uno squilibrio così evidente, tra le esigenze dell'industria italiana di trasformazione e la capacità produttiva di materia prima nazionale, non pesi soltanto sulla bilancia valutaria del Paese ma renda anche più fragile l'industria, troppo dipendente dai rifornimenti e dalle scelte di mercato di numerosi Paesi stranieri, che a volte sono anche nostri temibili concorrenti industriali. Peraltro, i nuovi regolamenti europei sulle restrizioni al commercio di legname (FLEGT), proveniente da Paesi esterni all'Unione Europea dove la gestione forestale è poco sostenibile e i tagli sono spesso condotti illegalmente, determineranno ulteriori limitazioni alle importazioni in Italia dei prodotti forestali e difficoltà di approvvigionamento e di reddito alla nostra industria.

La posizione geografica dell'Italia, la sua estensione latitudinale e la ricchezza di montagne, anche di elevata altitudine, ha consentito al nostro Paese di ospitare una grande varietà di ecosistemi forestali differenti, dando vita ad una diversità biologica tra le più elevate a livello europeo. Per determinare l'estensione delle foreste italiane, la loro composizione in specie e qualità e per stimare la loro produttività è stato realizzato l'Inventario Nazionale delle Foreste e dei Serbatoi Forestali di Carbonio (INFC, 2007) che ha lo scopo di rispondere alle più moderne esigenze della società italiana riguardo alle tematiche ambientali. Infatti, l'inventario ha tra i suoi scopi principali, non solo la stima delle funzioni produttive dei boschi (biomasse legnose e ritmi di accrescimento degli alberi), ma anche la quantificazione delle loro funzioni ambientali, in particolare l'assorbimento e l'immagazzinamento del carbonio atmosferico, lo stato fitosanitario del bosco, la sua importanza dal punto di vista naturalistico, l'aspetto di protezione e di sviluppo della fauna selvatica e la funzione turistico-ricreativa.

L'INFC è stato realizzato dal Corpo Forestale dello Stato (CFS), con la collaborazione scientifica di Enti di Ricerca e Università, secondo uno schema a tre fasi: si è rilevata dapprima la copertura forestale nazionale, ripartita in i) boschi alti, ii) arboricoltura da legno e iii) altre terre boscate (composte da boscaglie, cespuglieti e macchia mediterranea) mediante telerilevamento su una matrice di 1×1 km, per circa 300.000 punti; poi è stata determinata la copertura delle diverse categorie di foreste riscontrabili nel nostro Paese, con circa 30.000 aree di saggio visitate a terra e stratificate per una ventina di categorie forestali, indice di una elevata biodiversità delle nostre foreste; infine, sono stati stimati i parametri di volume legnoso (o biomassa) e di produttività dei nostri boschi mediante i rilievi condotti su circa 7.000 aree di saggio più intensive, distribuite in tutto il territorio nazionale. Il contenuto di Carbonio delle biomasse e dei suoli forestali è stato invece analizzato su un sotto-

campione delle aree di saggio intensive, per un totale di 1.700 aree di saggio, nella cosiddetta fase 3+ dell'INFC.

La superficie forestale nazionale totale è stata stimata pari a circa 11 Mha (milioni di ettari), corrispondente ad un coefficiente di boscosità dell'Italia (rapporto tra estensione delle foreste e territorio nazionale) di circa il 36%, quasi raddoppiata dal dopoguerra per via dell'abbandono e dello spopolamento delle aree interne del Paese. Questa superficie forestale è costituita per l'84% (8,8 Mha) da *boschi* veri e propri e per il 16% (1,7 Mha) da *altre terre boscate*, ovvero da boschi bassi e boscaglie di altezza inferiore a 5m e da cespuglieti e macchia mediterranea. Ovviamente, vi è un'ampia variabilità tra le diverse regioni italiane, con aree del Paese ricoperte per il 40-50% da boschi e altre regioni, soprattutto al Sud (con l'eccezione notevole della Calabria), meno ricche di boschi, con copertura forestale pari all'8-10% del loro territorio. È evidente che la copertura «verde» del Paese, e delle sue articolazioni regionali, ha un riflesso molto rilevante sugli aspetti visivi, funzionali e sociali del nostro paesaggio.

I boschi italiani sono costituiti in prevalenza, circa per il 70%, da latifoglie, sia spoglianti o decidue che sempreverdi, con l'eccezione di gran parte dei distretti alpini dove prevalgono la foreste di conifere. Sia la classe dei *boschi di rovere, roverella e farnia*, che le *faggete* e quella dei *boschi di cerro, farnetto, fragno e vallonea* superano ciascuna il milione di ettari. I *castagneti*, molto importanti per la produzione di legname, sia per uso industriale che per paleria, ricoprono circa 800.000 ha, mentre le *leccete* e altri boschi di latifoglie sempreverdi raggiungono l'estensione di 900.000 ha. Tra i boschi di conifere, predominano invece quelli di *abete rosso* che con una superficie di quasi 600.000 ha corrispondono al 7% della superficie totale dei boschi in Italia.

L'Inventario forestale ha anche fornito informazioni dettagliate sulla disponibilità di legname e sulla capacità produttiva dei boschi italiani. Complessivamente, i boschi italiani comprendono 1,3 Mld m^3 di legname, corrispondenti ad una biomassa legnosa totale di quasi 900 Mt. In definitiva, i boschi italiani hanno aumentato notevolmente il proprio «capitale ecologico» di biomassa legnosa negli ultimi 50 anni, migliorando così anche tutte le funzioni produttive e ambientali dell'ecosistema e modificando sensibilmente il paesaggio soprattutto nelle aree collinari e montuose della nostra penisola.

Complessivamente, le foreste italiane si accrescono ogni anno di 35 Mm^3 (milioni di metri cubi di legname) ovvero di 25 Mt; di questa enorme massa di legname solo il 25% circa viene raccolto, con le utilizzazioni forestali, il rimanente si accumula negli ecosistemi forestali, aumentando ulteriormente lo *stock* di biomassa e anche la fertilità delle nostre foreste. Aumenta però anche il rischio di incendi forestali e di deperimento delle foreste per attacchi parassitari soprattutto se gli ecosistemi forestali non vengono adeguatamente sottoposti a una gestione selvicolturale sostenibile.

Un'altra limitazione alla corretta gestione dei nostri boschi deriva dalla fram-

mentazione delle proprietà forestale italiana, in gran parte di tipo privato e solo per il 40% di tipo pubblico, comunitaria, comunale o demaniale.

Al fine di ridurre l'incidenza dei costi e rendere i prodotti forestali più competitivi sui mercati, sarebbe opportuno incentivare e favorire la gestione comunitaria o in consorzi pubblici e privati del patrimonio forestale italiano, con una maggiore attenzione a fornire servizi e capitali alle imprese di gestione e movimentazione delle risorse forestali e del legno, anche mediante la ricerca tecnologica e selvicolturale; lo sviluppo dell'innovazione collegata alle tecnologie informatiche e del telerilevamento; e la formazione del personale e il monitoraggio dell'impatto dei cambiamenti climatici sulla produzione forestale.

Tecnologie e innovazioni per la bioeconomia forestale

Nuove infrastrutture e tecnologie abilitanti vengono via via implementate sempre più rapidamente e possono essere trasferite nella realtà operativa e economica per una più efficace azione a favore del monitoraggio e della gestione ambientale, peraltro con potenziali ricadute in termini di crescita dell'occupazione e della competitività e di sviluppo in diversi settori industriali.

Tecnologie per la gestione sostenibile delle risorse ambientali

Lo sviluppo di metodologie e tecnologie avanzate per il monitoraggio, l'inventariazione e la costruzione di scenari sulle risorse ambientali e forestali, insieme alle connesse attività di formazione, saranno da motore alla nascita e sviluppo di imprese ad alto *know-how* per la fornitura di «servizi ambientali» anche in riferimento al monitoraggio in *real-time* e alla previsione dei rischi ambientali legati alle risorse forestali e al territorio (incendi, rischio geo-idrologico). Inoltre l'applicazione della tecnologia di rilevamento laser scanner (LiDAR), in campo forestale aprirà la strada verso nuove applicazioni ampliandone la domanda di mercato. L'utilizzo dei dati provenienti dai Sistemi di Osservazione della Terra (quali ad esempio le immagini satellitari ad altissima risoluzione e i dati SAR) comporterà un aumento della domanda che stimolerà da un lato la crescita dell'occupazione legata alla produzione, elaborazione di tali dati e dall'altro l'ulteriore sviluppo delle tecnologie innovative legate alla produzione di componenti, strutture e sistemi nel settore OT finalizzati ad applicazioni in campo ambientale ed in particolare nelle pratiche di gestione forestale e uso delle risorse ambientali (acqua, suolo e carbonio). Inoltre l'applicazione e la diffusione delle piattaforme integrate multi-sensore e aviotrasportate potrà essere da volano alla progettazione e sviluppo di nuovi componenti e/o sistemi per vettori destinati al loro trasporto.

In particolare, i sistemi di OT sono in grado fornire un grosso contributo in applicazioni connesse con:

- la valutazione dello stato delle risorse forestali;

- la quantificazione e inventariazione delle biomasse esistenti e potenziali;
- il monitoraggio delle risorse ambientali per la valutazione dei servizi offerti e da offrire;
- l'individuazione delle aree critiche (principalmente connesse con rischio idrogeologico e da incendio).

Tecnologie dell'informazione

Lo sviluppo e l'applicazione pratica, all'interno del progetto, di metodologie innovative basate su piattaforme ICT, sistemi informativi geografici di supporto alle decisioni, DSS, non potrà che incoraggiare ulteriormente le attività del settore ICT finalizzate a sviluppare componenti/sistemi *hardware/software* sempre più efficienti ed ecostenibili. Lo stesso dicasi per l'applicazione dei sistemi GPS, dei sensori per telerilevamento e dei sensori geoelettrici, che incoraggerà la crescita e lo sviluppo delle attività relative ai servizi legati all'utilizzo di tali sensori, e per quanto possibile, alla loro produzione industriale (meccanica/elettronica). Inoltre lo sviluppo e l'uso di prototipi per l'automatizzazione degli interventi da remoto (via *web*) e della tecnologia *wireless* avranno ricadute sull'occupazione e sullo sviluppo delle attività legate all'installazione e configurazione di tali reti.

Energie rinnovabili e risparmio energetico

In questi ultimi anni è sensibilmente aumentata l'attenzione verso il problema delle energie rinnovabili; il settore forestale riveste, a ragione, un ruolo di primo piano sia in Italia che in Europa, soprattutto per quanto concerne le politiche di contenimento delle emissioni di CO_2. La valorizzazione delle biomasse di origine forestale a fini energetici rappresenta una opportunità sia dal punto di vista ecologico e sociale, sia di sviluppo economico per molte aree marginali del meridione. Le biomasse ligno-cellulosiche sono in grado di coprire una frazione non indifferente del fabbisogno regionale, nazionale e europeo di energia; queste, infatti, possono essere convertite, con procedimenti industriali più o meno complessi, in un elevato numero di prodotti utilizzabili a fini energetici.

Materiali avanzati

Ricadute importanti si avranno sull'industria della raccolta, logistica e trasformazione del legno in termini di innovazioni nel processo di raccolta e logistica, trasformazioni ad alto contenuto tecnologico del legno, di nuove tipologie di prodotto legno che stimoleranno la ristrutturazione dell'industria stessa verso nuovi sistemi, processi, prodotti ad alta efficienza ed eco-sostenibili che implicherà un aumento della competitività dell'industria ed un suo riposizionamento di mercato verso prodotti e processi ad alto *know-how* e ambientalmente più compatibili.

CONCLUSIONI

La **scienza della sostenibilità** rappresenta la sfida del XXI secolo per la società umana. Il concetto di gestione sostenibile ha preso forma a partire dagli anni '80 allorché le ricerche bio-ecologiche hanno reso sempre più evidenti i complessi processi che sono alla base del funzionamento degli ecosistemi terrestri così come sempre più manifesto è risultato l'impatto della società umana sulla struttura e la funzionalità degli ecosistemi medesimi. In quest'ambito acquista particolare rilevanza lo sviluppo delle «tecnologie verdi» indirizzate alla produzione di servizi e risorse (le bio-risorse), alimentari e *no-food*, che dovranno costituire la base di una società effettivamente sostenibile ovvero fondata su risorse rinnovabili, a basso consumo di combustibili fossili e a bassa emissione di Carbonio, in grado di mitigare le alterazioni climatiche nonché conservare gli ecosistemi e la loro biodiversità. Fin da oggi è però chiaro che la domanda di alimentazione, legno e bio-combustibili sta per superare l'offerta e la situazione non potrà che peggiorare in futuro, senza considerare l'impatto che avrà il previsto, massiccio aumento di utilizzo delle biomasse ligno-cellulosiche, cioè dal legno, per bio-energia. È evidente che nel futuro, in Italia, in Europa e nel mondo, le bio-risorse diventeranno sempre più scarse e la base territoriale per la loro produzione sempre più preziosa tanto che, l'Unione Europea sta elaborando una politica di gestione integrata del territorio, del paesaggio e dell'ambiente.

Per un effettivo e pieno sviluppo delle potenzialità offerte dalla bio-economia nel settore forestale vi è bisogno di far fronte alle seguenti esigenze:

- Necessità di coerenti e coordinate **politiche nazionali e europee per la bioeconomia** con particolare riguardo per:
  - sostenibilità e uso efficiente delle risorse
  - regolazione del mercato
  - programmazione di lungo termine degli investimenti
- Investimenti e cooperazione internazionale per **ricerca e innovazione nel campo della bioeconomia forestale**
- Un'efficace **interfaccia tra scienza e politica** per un approccio integrato e sistemico alla bio-economia.

BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE

Robert C., R. d'Arge, R. de Groot, S. Farberk, M. Grasso, B. Hannon, K. Limburg, S. Naeem, R. V. O'Neill, J. Paruelo, R. G. Raskin, P. Suttonkk & M. van den Belt, 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387: 253-260.

FAO 2015. *Global Forest Resources Assessment*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.

Fares S., G. Scarascia-Mugnozza, P. Corona, M. Palahí, 2015. Five steps for managing Europe's forests. *Nature*, 519: 407-409.

Gasparini P., Tabacchi G. (a cura di) 2011. *L'Inventario Nazionale delle Foreste e dei serbatoi forestali di Carbonio INFC 2005. Secondo inventario forestale nazionale italiano. Metodi e risultati*. Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali, Corpo Forestale dello Stato; Consiglio per la Ricerca e la Sperimentazione in Agricoltura, Unità di ricerca per il Monitoraggio e la Pianificazione Forestale. Edagricole, Milano, pp. 650.

IPCC, 2013: Climate Change 2013: *The Physical Science Basis. International Panel on Climate Change*.

Millennium Ecosystem Assessment, 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*.

Island Press, Washington, DC.

Nabuurs G.-J., Delacote P., Ellison D., Hanewinkel M., Lindner M., Nesbit M., Ollikainen M. and Savaresi A. 2015. *A new role for forests and the forest sector in the EU post-2020 climate targets*. From Science to Policy 2. European Forest Institute, Joensuu, Finland.