

FRANCESCO IOVINO (*)^(°) - ANTONINO NICOLACI (*)
ALESSIO DE DOMINICIS (***) - ALFONSO DE NARDO (***)

GESTIONE FORESTALE E PREVENZIONE DEL DISSESTO IDROGEOLOGICO IN TERRITORI AD ELEVATA VULNERABILITÀ IN CAMPANIA (1)

(*) CamiLab - Laboratorio di Cartografia Ambientale e Modellistica - DIMES, Università della Calabria, via P. Bucci, 87036 Arcavacata di Rende (CS).

(***) CESBIM - Centro Studi sulle bonifiche nell'Italia meridionale, via Nuova Poggioreale, centro polifunzionale, torre 7, 80133 Napoli.

(°) Autore corrispondente; francesco.iovino@unical.it

*Il lavoro affronta il tema della compatibilità tra gestione dei boschi e conservazione del suolo con riferimento ai cedui di castagno (*Castanea sativa* Mill.), di leccio (*Quercus ilex* L.) e di latifoglie mesofile, principalmente orniello (*Fraxinus ornus* L.) e carpinella (*Ostrya carpinifolia* Scop.) che, in Campania, ricoprono versanti caratterizzati da coperture piroclastiche intensamente pedogenizzate, ma instabili di fronte ad eventi piovosi intensi. Sulla base della carta del Corine Land Cover (2012), sono state discriminate le aree interessate dalle tre tipologie fisionomiche di boschi che, sovrapposte alla Carta dei Sistemi di Terre e dei Sottosistemi Pedologici (2014) della Regione Campania, hanno fornito l'entità delle superfici che ricadono sui rilievi con coperture piroclastiche, che sono le aree a maggiore instabilità. Per ciascuna tipologia di ceduo sono state prese in esame le diverse condizioni strutturali (a regime, in avviamento e in conversione) e sono state evidenziate le principali criticità legate al taglio raso.*

Sono stati delineati approcci che rendono più sostenibile la loro gestione in queste aree particolarmente vulnerabili ai fenomeni di dissesto idrogeologico, e sottolineato come la pianificazione forestale, inserita in quella di bacino e nella pianificazione antincendi, diventi lo strumento indispensabile per rendere concreta la gestione sostenibile dei cedui.

Parole chiave: gestione sostenibile dei cedui; dissesto idrogeologico; conservazione del suolo; pianificazione forestale.

Key words: sustainable coppice management; hydrogeological instability; soil conservation; forest planning.

Citazione: Iovino F., Nicolaci A., De Dominicis A., De Nardo A., 2020 - *Gestione forestale e prevenzione del dissesto idrogeologico in territori ad elevata vulnerabilità in Campania*. *L'Italia Forestale e Montana*, 75 (1): 11-37. <https://doi.org/10.4129/ifm.2020.1.02>

¹ Il contributo è stato presentato nella sessione 3 - Selvicoltura e tutela del territorio forestale - del IV Congresso Nazionale di Selvicoltura, Torino, 5-9 novembre 2018.

1. INTRODUZIONE

La stabilità fisica di un territorio costituisce la premessa indispensabile per poter attuare una gestione delle risorse che riesca a coniugare l'attività dell'uomo con il raggiungimento e il mantenimento di un certo grado di equilibrio tra i diversi sistemi che lo costituiscono.

La gestione forestale è strettamente connessa alla difesa del territorio perché delinea ambiti di intervento nei quali le attività selvicolturali e la loro pianificazione rappresentano strumenti fondamentali per garantirne la salvaguardia, sia mediante azioni mirate al miglioramento dell'efficienza dei boschi, che alla prevenzione dei fenomeni di degrado (Iovino, 2017). Le strategie di gestione forestale fondate su principi di sostenibilità mirano, infatti, sempre più a conciliare le esigenze produttive con il bisogno di conservazione e tutela del patrimonio naturale, mediante approcci selvicolturali volti a valorizzare la multifunzionalità dei boschi e idonei strumenti di pianificazione forestale.

La mediazione tra interessi produttivi, necessità ambientali e esigenze sociali è ritenuto uno strumento fondamentale anche per l'assetto idrogeologico del territorio, come evidenziato in ambito internazionale e nazionale (ISPRA, 2013).

Il ruolo delle foreste e della gestione forestale nella protezione della qualità dell'acqua, nella mitigazione delle alluvioni, nella lotta alla desertificazione e nella protezione del suolo, nonché il fondamentale contributo delle foreste montane nel contenimento delle frane, dei fenomeni di erosione e dei danni da valanghe, è sottolineato nella Seconda risoluzione "Le foreste e l'acqua", adottata nella quinta Conferenza Interministeriale Europea sulla Protezione delle Foreste di Varsavia (MCPFE, 2007). Nel Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA) della Direttiva Quadro sulle Acque (2000/60/CE), recepita in Italia dal D. Lgs. 49/2010 sono previste misure che indirettamente fanno riferimento alla gestione forestale (Lastoria *et al.*, 2016). Inoltre, la "Nuova strategia forestale dell'UE per le foreste e il settore forestale" (COM(2013) 659) ribadisce che gli Stati membri dovrebbero mantenere e incrementare la superficie forestale per assicurare la protezione del suolo, la regolazione della qualità e della quantità dell'acqua, attraverso l'integrazione di pratiche forestali sostenibili nei Programmi di misure per i Piani di gestione dei bacini idrografici, di cui alla Direttiva Quadro sulle Acque e nei Piani di Sviluppo Rurale. Mantenere e migliorare la funzione protettiva delle formazioni forestali sono tra gli obiettivi prioritari nazionali del Programma Quadro per il Settore Forestale (PQSF, 2008), così come l'incremento della gestione forestale sostenibile, al fine di garantire l'assetto idrogeologico, la depurazione delle risorse idriche e le funzioni protettive delle foreste rappresenta una delle principali priorità di intervento nell'ambito della nuova strategia per il settore forestale (Romano *et al.*, 2018).

In questo quadro di riferimento risulta evidente il ruolo della gestione forestale in tema di prevenzione e mitigazione dei fenomeni di dissesto idrogeologico, un ruolo che assume maggiore rilevanza nei contesti ambientali ad elevata vulnerabilità, come quelli che caratterizzano diverse aree del territorio campano,

quali le falesie costiere, i versanti a forte acclività dei massicci montuosi carbonatici e dei rilievi collinari vulcanici dell'area napoletana.

In queste aree sui versanti caratterizzati da elevate pendenze e con coperture di depositi piroclastici da caduta, derivanti dall'attività del complesso vulcanico Somma Vesuvio - Campi Flegrei - Ischia, prevalgono i fenomeni franosi disastrosi del tipo "colate veloci di detrito e fango" (Pepe, 2005-2006; Guadagno *et al.*, 2001; De Riso *et al.*, 2004).

Tali depositi presentano un'elevata mobilità specie in concomitanza di particolari situazioni pluviometriche dando origine a fenomeni improvvisi, capaci di mobilitare ingenti volumi di materiali fluidificati dall'acqua, che possono raggiungere velocità fino a 60-80 km/h. Sono forme di dissesto a maggiore livello di catastoficità perché in grado di stravolgere ed invadere abitazioni, strade e servizi a rete, oltre che inglobare e trascinare a valle i materiali che incontrano lungo il loro percorso, massi e detriti calcarei, suoli e relative coperture vegetali, arbustive ed arboree (Vallario, 2004). La porzione del territorio regionale a rischio di colate rapide di fango è molto estesa, interessando ben 212 Comuni.

Spesso l'innescò di tali fenomeni oltre che dal ruolo predisponente di vari fattori di ordine geomorfologico e stratigrafico (Brancaccio *et al.*, 2000), è favorito da cause determinanti, anche coincidenti, che hanno effetti negativi sulla stabilità del territorio. Tra questi: l'uso sconsiderato (dissodamenti, infrastrutture viarie, ecc.) e l'impropria utilizzazione del suolo, accentuatasi negli ultimi secoli per una forte pressione antropica (intenso utilizzo dei versanti acclivi con coltivazioni agrarie praticate su terrazzamenti), le modalità non sempre sostenibili nella gestione dei boschi cedui, gli incendi boschivi.

Partendo da queste premesse, sulla base di un quadro conoscitivo appositamente realizzato e di quello normativo in tema di prevenzione dei rischi e messa in sicurezza dei territori maggiormente esposti a fenomeni di dissesto idrogeologico in Campania, l'obiettivo del lavoro è quello di delineare approcci sostenibili nella gestione dei cedui con particolare riferimento a quelli di castagno (*Castanea sativa* Mill.), di leccio (*Quercus ilex* L.) e di carpinella (*Ostrya carpinifolia* Scop.) e orniello (*Fraxinus ornus* L.) che rappresentano i tipi fisionomici particolarmente diffusi in tali territori.

2. METODOLOGIA

Preliminarmente si è proceduto, sulla base della carta del Corine Land Cover (CLC, 2012), alla selezione ed estrazione delle aree interessate dai boschi a prevalenza di castagno, a prevalenza di leccio e/o sughera e dei boschi misti a prevalenza di latifoglie mesofile e mesotermofile (acero - frassino, carpino nero - orniello). Da tale cartografia non è stato possibile separare le diverse tipologie selvicolturali (fustaie, cedui e cedui composti), tuttavia, si è fatto riferimento al fatto che mentre i primi comprendono sia cedui che castagneti e cedui da frutto, le altre due tipologie fisionomiche nella realtà in gran parte coincidono con cedui in diverse condizioni strutturali.

Le aree così selezionate sono state sovrapposte alla Carta dei Sistemi di Terre e dei Sottosistemi Pedologici (Regione Campania, 2014) ed in particolare ai ST: AVU 1.0 (complesso vulcanico del Roccamonfina); AVU 1.2 (complesso vulcanico dei Campi Flegrei); AVU 1.3 (complesso vulcanico del Somma - Vesuvio e di Ischia); PPM 2.0 (piana pedemontana dei rilievi vulcanici di Roccamonfina); MAP 4.4 (rilievi montuosi calcarei con coperture piroclastiche), MAP 4.5 (rilievi calcarei con coperture piroclastiche della Penisola Sorrentina e del Nocerino).

In questo modo è stato possibile verificare la distribuzione territoriale delle tre tipologie, quantificare le rispettive superfici complessive e quelle che ricadono sui rilievi con coperture piroclastiche, che sono le aree a maggiore instabilità.

A questa fase hanno fatto seguito: a) l'analisi delle principali caratteristiche selvicolturali dei cedui, sulla base di dati già pubblicati in precedenti lavori b) l'esame delle principali criticità nella loro utilizzazione; c) la formulazione di approcci che rendono più sostenibile la gestione dei cedui in queste aree particolarmente vulnerabili.

3. RISULTATI

Dalla cartografia elaborata (Figura 1) risulta evidente una distribuzione delle tre formazioni ben diversificata tra i settori settentrionali, centrali e meridionali del territorio regionale, corrispondenti, rispettivamente, alle province di Caserta e Benevento, Napoli e Avellino, Salerno (Figura 2).

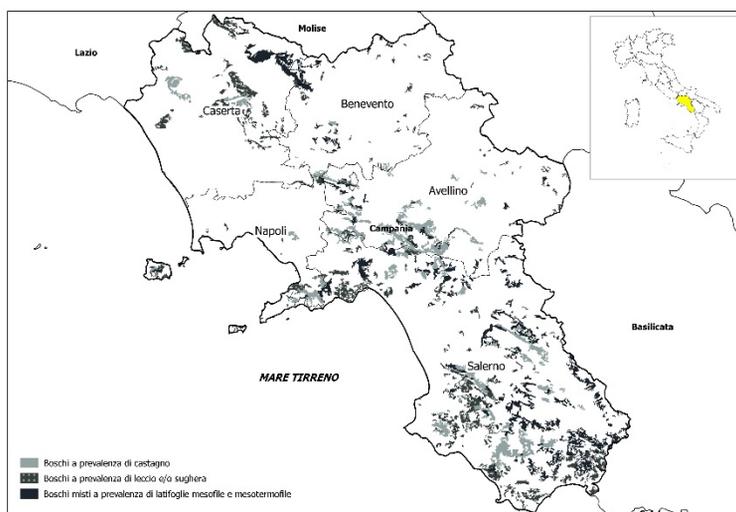


Figura 1 - Distribuzione nel territorio regionale delle tre tipologie fisionomiche.

Le tre tipologie fisionomiche interessano il 58% circa della superficie delle tipologie forestali ricadenti nelle aree ad alta instabilità (circa 158.000 ettari) (Figura 3). Il 70% della loro superficie rientra nel sottosistema MAP 4.4. (rilievi

montuosi calcarei con coperture piroclastiche); il 23% nel MAP 4.5 (rilievi calcarei con coperture piroclastiche della Penisola Sorrentina e del Nocerino (Figura 4). La distribuzione delle tre tipologie nei principali sottosistemi è ben evidente nel grafico di figura (Figura 5). Nel MAP 4.4 il 40% della superficie è interessato da boschi misti a prevalenza di latifoglie mesofile e mesotermofile, il 37% da castagno e il 23% da leccio. Sui rilievi calcarei con coperture piroclastiche della Penisola Sorrentina e del Nocerino (MAP 4.5) i boschi di leccio e di castagno incidono quasi in modo uguale. Sul complesso vulcanico di Roccamonfina prevalgono nettamente i boschi misti a prevalenza di latifoglie mesofile e mesotermofile, mentre sui complessi vulcanici del Vesuvio e Ischia i boschi di castagno.

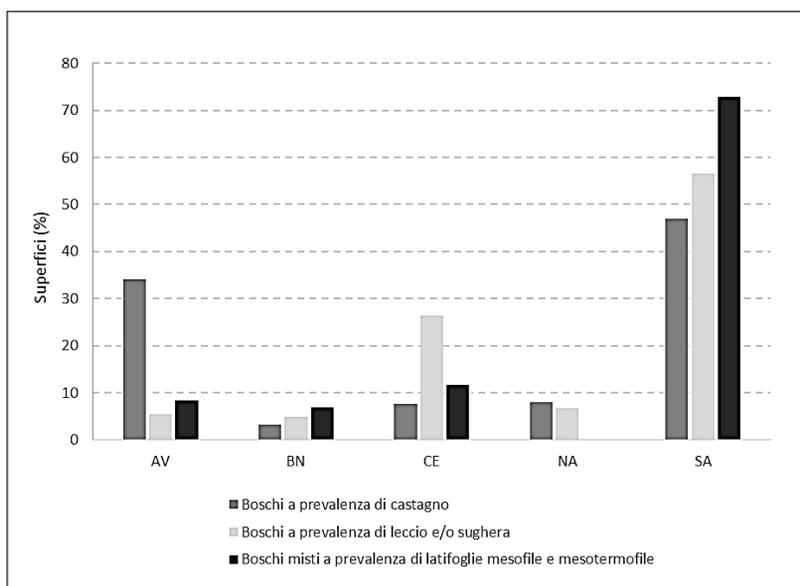


Figura 2 - Ripartizione delle superfici relative alle tre tipologie fisionomiche per province.

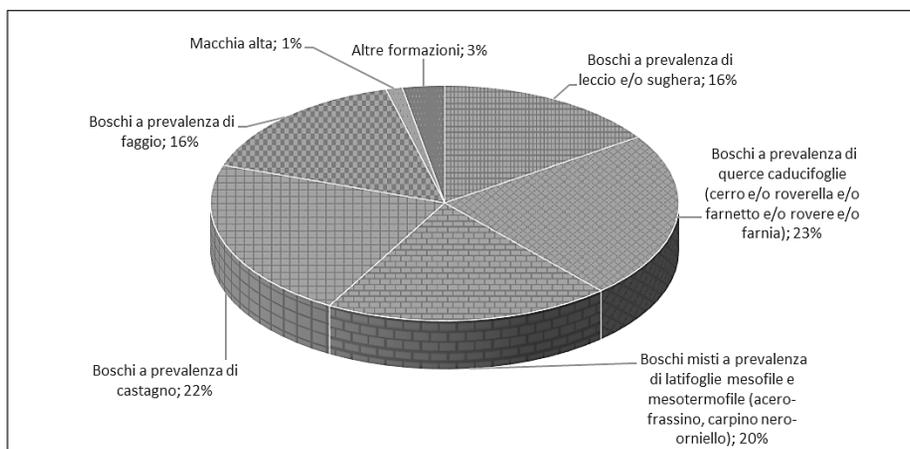


Figura 3 - Ripartizione delle principali tipologie fisionomiche di boschi ricadenti nelle aree ad alta instabilità.

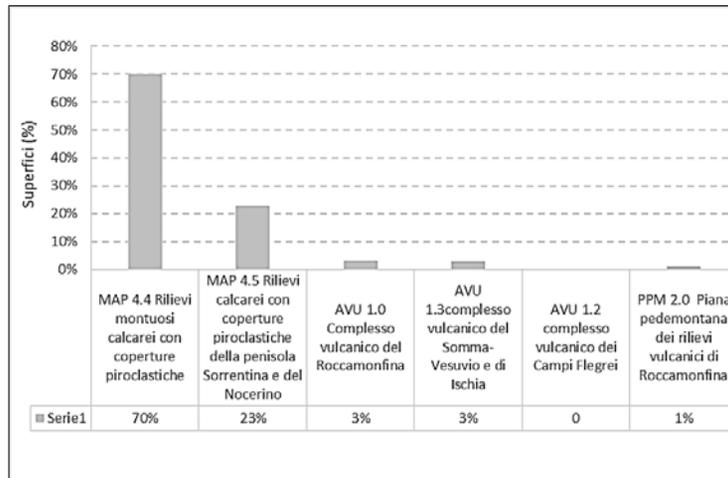


Figura 4 - Ripartizione delle superfici dei diversi sottosistemi pedologici sui quali ricadono le tipologie fisionomiche di boschi.

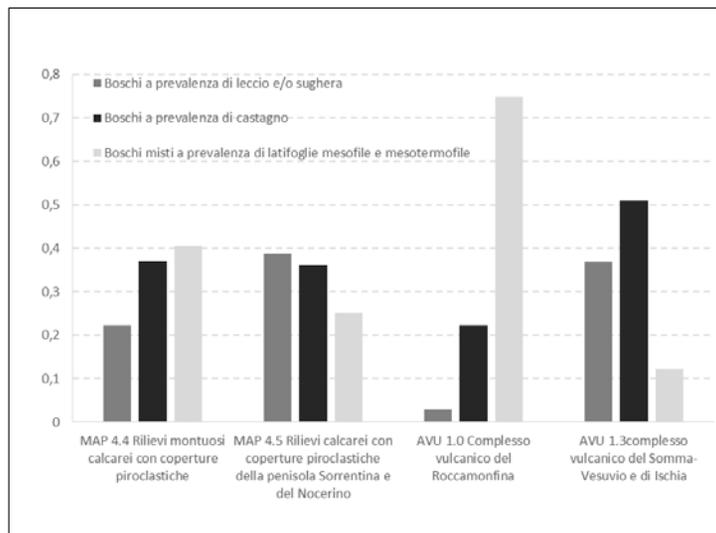


Figura 5 - Ripartizione delle tre tipologie fisionomiche nei principali sottosistemi pedologici.

3.1 Boschi a prevalenza di castagno

La loro diffusione, favorita dall'uomo da tempo immemorabile, così come documentano i diversi reperti archeo botanici (legni, frutti, etc.) rinvenuti nei principali siti archeologici regionali, è avvenuta soprattutto a scapito del bosco misto di latifoglie mesoxerofile della fascia submontana.

La superficie di questi boschi, ricavata dalla carta CLC (51.484 ettari), coincide quasi con quella dell'Inventario nazionale (IFCN, 2007) (53.200 ettari). Di tale superficie l'81% si concentra nei settori centro meridionali del territorio regionale ricadenti nelle province di Avellino e Salerno, con circa la metà solo in

quest'ultima. Una identica distribuzione in termini percentuali si ha con i dati dell'Inventario.

Il 65% della superficie (circa 33.000 ettari) ricade nelle tipologie pedologiche caratterizzate da suoli originati dal materiale piroclastico (ceneri, pomici e lapilli) di caduta, liberato in quantità più o meno abbondante nel corso dei diversi episodi eruttivi che hanno segnato l'attività di vulcani attivi (Vesuvio) e spenti (Roccamonfina). I boschi di castagno incidono per il 22% della superficie forestale CLC, inclusa la macchia alta, che interessa questi suoli.

Secondo i dati dell'Inventario il 25% della superficie rientra nella sottocategoria forestale castagneti da legno, quasi tutti cedui castanili (poco oltre 13.500 ha), il 66% nei castagneti da frutto e selve castanili. Il 68% della superficie dei castagneti è tra 500 e 1000 metri di quota.

Una peculiarità dei castagneti della provincia di Avellino e in parte di quella di Salerno, è rappresentata dai cedui da frutto. Una tecnica colturale che consiste nel reclutare su ciascuna ceppaia 2-4 polloni ben distribuiti lungo il perimetro che prima dell'inizio della seconda stagione vegetativa vengono innestati ad anello o a spacco. I polloni innestati vengono allevati fino a lasciarne 1-2 per ceppaia (Figura 6).



Figura 6 - Ceduo di castagno da frutto in Comune di Quindici (Avellino) (foto Iovino).

Cedui di castagno

Gran parte dei cedui vengono utilizzati con turno minimo di 12 anni, tranne in alcuni Comuni espressamente richiamati nel regolamento forestale regionale, dove è di 9 anni. Un turno, questo, adottato per la produzione di particolari assortimenti impiegati in agricoltura. I cedui a regime normalmente utilizzati alla scadenza del turno, sono matricinati e trattati a raso. Il numero minimo delle matricine è 50 ha^{-1} , da elevare a 70 ha^{-1} in condizioni di pendenze superiori al 70% (Figura 7).

Esistono però aree, ricadenti prevalentemente nel demanio regionale e comunale o in zone difficilmente accessibili, dove i turni sono più lunghi e superano i 25 anni e, in alcune situazioni sono in atto conversioni a fustaia (Mazzoleni *et al.*, 2010). In generale i turni adottati sono in funzione della produzione di paleria per usi agricoli (pali Palermo, vergoni, pali per chiudenda, ginelle) che è quella, attualmente, più richiesta dal mercato.



Figura 7 - Ceduo matricinato di castagno in Comune di Quindici (Avellino) (foto Nicolaci).

Pur nella variabilità di situazioni che si riscontrano nel territorio regionale, gli elementi selvicolturali e dendrometrici dei cedui di castagno rilevati in un vasto comprensorio della Campania, possono considerarsi rappresentativi di tante altre realtà della Regione.

L'area è quella del complesso di Pizzo d'Alvano, nel settore meridionale del preappennino campano, nel tratto in cui esso si incunea tra i Monti Lattari e i Monti Picentini. Comprende i territori di Sarno, Siano e Bracigliano in provincia di Salerno e di Quindici in provincia di Avellino, che furono interessati dagli eventi catastrofici verificatisi il 5 e 6 maggio 1998.

I cedui di castagno rappresentano la tipologia boschiva più estesa del territorio, ricoprendo poco oltre 1800 ettari, dei quali l'81% concentrati nei comuni di Quindici (Avellino) e Bracigliano (Salerno) dove queste formazioni caratterizzano il 32 e il 39% delle rispettive superfici territoriali. Sono meno rappresentati nel comune di Sarno (10%) e in quello di Siano (11%). I cedui si estendono da quota 330 metri fino a 1100 metri (sommità di Pizzo d'Alvano) e presentano una scalarità di età da 1 anno fino a 25 anni. Le singole superfici interessate dai tagli si alternano nello spazio, creando un mosaico di aree di diversa dimensione ed età dei soprassuoli (Iovino e Nicolaci, 2009).

Il numero medio delle ceppaie a ettaro varia da 900 a 2450; i valori più bassi si riscontrano nei cedui di età superiore a 20 anni. Il numero medio dei polloni ad ettaro presenta variazioni legate all'età dei cedui. Valori particolarmente elevati anche oltre 60.000 ad ettaro si hanno negli anni immediatamente seguenti la ceduzione a conferma dell'elevata capacità di rinnovazione agamica di questa specie. A partire dal terzo anno si ha una forte riduzione per effetto della concorrenza fra i singoli polloni sulla stessa ceppaia. L'effetto di tale marcata concorrenza e la conseguente mortalità dei soggetti ad accrescimento più stentato è dimostrata dal fatto che in assenza di sfollamenti e diradamenti sulla ceppaia, in cedui di 12 e 15 anni di età, i polloni di dimensioni inferiori a 3 cm di diametro non superano il 14 ed il 7% del totale e, ad età superiori, diventano del tutto sporadici. Quelli di dimensioni uguali o superiori a 3 cm variano, invece, da poco oltre 6000 a 10 anni di età a 1200 in popolamenti di 25 anni (Figura 8a).

Le matricine in media sono 60-70 piante ad ettaro. Pur subendo variazioni in relazione alle richieste di mercato, abitualmente questi cedui sono utilizzati con turni leggermente superiori a quelli minimi, cioè intorno a 12-14 anni; turni di 20-25 anni generalmente si adottano nelle proprietà comunali.

Le produzioni sono elevate per le buone condizioni di fertilità dei suoli. Il volume passa mediamente da 89 a 322 m³ ha⁻¹, rispettivamente, per cedui di 4 e di 20 anni. Il valore massimo dell'incremento medio annuo è risultato di 15,7 m³ ha⁻¹ all'età di 15 anni (Figura 8 b), intermedio tra quello medio massimo di 19 m³ ha⁻¹ anno⁻¹ nella prima classe di fertilità (età di 9 anni); e di 13 m³ ha⁻¹ anno⁻¹ nella terza classe di fertilità (età di 12 anni), riscontrati per la Valle dell'Irno (SA) da La Marca (1981) (Iovino, 2005).

La superficie delle singole tagliate, ricavata dalla interpretazione a video di ortofoto relative ad un volo del 1998, variava molto, raggiungendo comunque dimensioni anche superiori a 10 ettari.

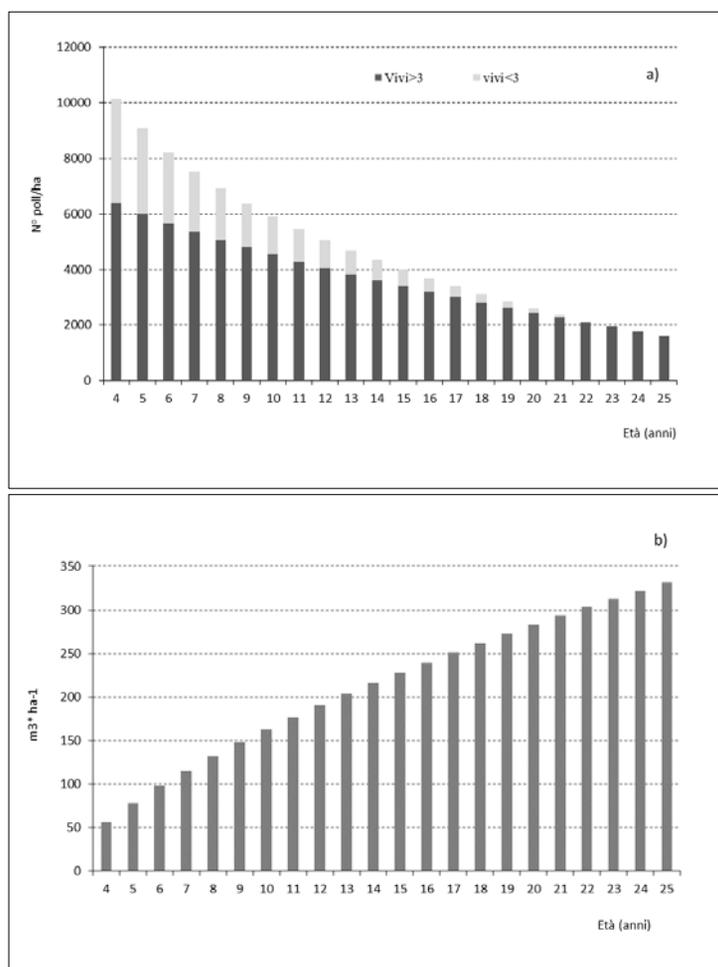


Figura 8 - Variazione del numero di polloni a) e dei volumi b) in relazione all'età (valori medi perequati) (da Iovino, 2005).

3.2 *Boschi a prevalenza di leccio e/o sughera*

Ricoprono una superficie di poco oltre 54.800 ettari secondo la cartografia CLC, superiore a quella dell'Inventario (37.117 ha), che è riferito alla sola categoria dei boschi alti. La differenza è attribuibile alla superficie degli arbusteti puri di latifoglie (13.990) che corrispondono in gran parte alle leccete degradate per incendi e pascolo, le cui superfici sono inglobate nel CLC. I valori in termini percentuali della distribuzione nei settori geografici evidenziano che il 57% della superficie secondo i dati del CLC (62% secondo l'Inventario) si concentra in quello meridionale (provincia di Salerno), il 26% circa in quello settentrionale (provincia di Caserta) (31% secondo l'Inventario).

Il 43% della superficie coincide con tipologie pedologiche formatesi sulle coltri piroclastiche, rappresentando il 15% della superficie forestale che ricopre tali formazioni. Il 64% della superficie dei boschi a prevalenza di leccio è posta da 0 a 500 metri di quota e il 34% da 500 a 1000 metri. Della superficie complessiva l'Inventario attribuisce poco oltre 15.000 ettari ai boschi misti di leccio e orniello, circa 12.500 e 7.700 ettari, rispettivamente, ad altre formazioni e alla lecceta termofila costiera 7.695 ettari. Un po' più di 1800 ettari sono le leccete rupicole.

Le formazioni di leccio sono particolarmente presenti nell'area del Cilento, da dove risalendo la costa, si riscontrano sia sui versanti a sud che quelli a nord della penisola sorrentina e ancora più a nord nelle riserve regionali dell'Area Flegrea e di Monte Cuma, con lembi più ridotti e degradati nelle isole flegree e Capri. Altre formazioni pure di leccio e miste con prevalenza di leccio, si rinvencono sui versanti del Monte Maggiore in provincia di Caserta e lungo le esposizioni meridionali del complesso del Matese. Nelle aree più interne il leccio è presente più frequentemente in posizione rupestre (PFR 2009-2013). Inoltre, nella stessa fascia di vegetazione del leccio, nel golfo di Policastro e in aree limitrofe, si riscontra la sughera (*Quercus suber* L.), distribuita in piccoli nuclei e piante isolate. Nel complesso, secondo l'Inventario nazionale la superficie interessata è di 368 ettari.

Tranne le leccete ricadenti nei parchi annessi alle dimore reali del periodo borbonico, sono quasi tutti cedui.

Cedui di leccio

Sono cedui con un differente livello di partecipazione dell'orniello, carpinella, acero napoletano (*Acer opalus* subsp. *neapolitanum*). Cedui puri si hanno prevalentemente nelle foreste demaniali dove, a seguito dell'abbandono colturale, si ha mortalità dei polloni delle altre specie a temperamento eliofilo. Sono cedui non più utilizzati dagli anni tra il 1960 e 1970 del secolo scorso, in parte già in fase di avviamento a fustaia.

Una idea delle condizioni strutturali di questi cedui è fornita da un ceduo matricinato in Comune di Sarno (SA), ricadente nell'area del Complesso di Pizzo d'Alvano. All'età di circa 40 anni la densità media è di 3273 ceppaie ha⁻¹ delle quali il 93% di leccio, il 5% di carpino nero ed il 2% di roverella (*Quercus pubescens* Willd.); le matricine 60 ha⁻¹; il numero di polloni vivi mediamente è di 7282 ad

ettaro, dei quali il 95% di leccio, il 4% circa di carpino nero e l'1% di roverella. La distribuzione dei polloni in classi di diametro evidenzia come gran parte di essi abbiano valori inferiori a 10 cm. L'area basimetrica dei soli polloni di leccio è $37,99 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ con un diametro medio di 8,4 cm, il volume è di $189,3 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ (Iovino, 2005).

Quatrini *et al.* (2017), sulla base dei dati dell'Inventario Nazionale (IFCN, 2007) riportano per i cedui di leccio in Italia, un volume medio del fusto e dei rami grossi pari a $88,7 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$; l'incremento corrente è di $2,8 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ anno}^{-1}$ (per la sughera pari a $1 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ anno}^{-1}$); la fitomassa epigea è pari a 85 Mg ha^{-1} .

I cedui di leccio a regime sono trattati con turno minimo di 25 anni, per quelli misti si applica il turno della specie prevalente. Il numero minimo di matricine previste dal regolamento forestale è di 70 ha^{-1} , da elevare a 100 ha^{-1} in condizioni di pendenze superiori al 70% (Figura 9).

La coltivazione dei cedui di leccio in passato era incentrata sulla produzione di carbone cannello ottenuto grazie anche ai turni brevi che permettevano di ottenere carbone di bassa pezzatura (carbone cannello) adatto ai fornelli domestici. Attualmente la destinazione prevalente è legna da ardere.



Figura 9 - Taglio raso in un ceduo di leccio in comune di Salerno (foto De Nardo).

3.3 Boschi misti a prevalenza di latifoglie mesofile e mesotermofile

Sono formazioni miste di acero-frassino, carpino nero-orniello e ricoprono una superficie, ricavata dal CLC, di 60.619 ettari, che coincide quasi con quella della categoria inventariale (IFNC, 2007) degli Ostrieti, carpineti (53.766 ettari). Di quest'ultima superficie, circa 40.500 ettari sono attribuiti ai boschi di carpino nero e orniello e la restante parte a formazioni di carpino orientale (*Carpinus orientalis* Mill.), carpino bianco (*Carpinus betulus* L.), etc. Il 49% della superficie CLC coincide con tipologie pedologiche formatesi sulle coltri piroclastiche rappresentando il 20% della superficie forestale che ricopre tali formazioni.

I boschi di carpinella e orniello sono diffusi un po' ovunque sul territorio regionale, ma gran parte di queste formazioni interessano il settore meridionale della regione, dove si concentra il 73% della superficie, secondo il CLC ed il 59% secondo l'Inventario, il rimanente 27% della superficie è tra le province di Avellino, Benevento e Caserta.

Le boscaglie di carpino orientale sono localizzate in corrispondenza di detriti di falda e di conoidi detritici e in una ristretta area del salernitano ospitano anche l'Albero di Giuda (*Cercis siliquastrum* L.) che conferisce una gradevole nota di colore nel periodo primaverile della fioritura. La carpinella si mescola in vario modo con il leccio nei soprassuoli cedui, oppure può rappresentare il componente principale dello strato arbustivo di cerrete (Campora, Centaurino di Sanza, etc.).

Le formazioni pure di carpino bianco sono molto sporadiche in ambito regionale. Una delle più interessanti, peraltro in consorzio con faggio, è localizzata in posizione eterotopica nella valle del Torrente Sabato, in Comune di Serino (AV). Questa formazione è stata utilizzata in passato per la produzione di carbone e attualmente i polloni di carpino sono dominati da quelli di faggio (PSR 2007-2013).

Cedui di carpinella e orniello

Spesso alle due specie si associano acero napoletano (*Acer opalus* L. subsp. *neapolitanum*), leccio, roverella e anche cerro (*Quercus cerris* L.) (Mazzoleni *et al.*, 2010). La forma prevalente di trattamento è il ceduo matricinato con turni minimi di 18 anni e rilascio di almeno 70 ha⁻¹ matricine da elevare a 100 ha⁻¹ in condizioni di pendenze superiori al 70%. Una idea delle loro capacità produttive può esser desunta dai dati riportati da Quatrini *et al.* (2017), ricavati dall'Inventario Nazionale (INFC, 2007). Per i cedui di ostraia e carpino in Italia, il volume medio del fusto e dei rami grossi è pari a 90,5 m³ ha⁻¹; incremento corrente di 3,3 m³ ha⁻¹ anno⁻¹; fitomassa epigea pari a 78,9 Mg ha⁻¹ (51,1% dei popolamenti ricadono nella classe di età compresa tra 20 e 40 anni). Valori provvigionali buoni grazie ai quali, secondo Bernetti (1995), con un miglioramento della viabilità e un minimo di meccanizzazione, per questi cedui si può prospettare una certa convenienza nella loro utilizzazione.

La destinazione prevalente della legna è per ardere mentre in passato era per la produzione di carbone, spesso in assortimento con quella di carpino bianco, faggio, leccio, etc. Per tale destinazione questi cedui venivano utilizzati con turni più brevi rispetto a quelli per la legna da ardere. Di conseguenza la frequente asportazione della copertura ha determinato erosione dei suoli e fenomeni di degradazione (Mazzoleni *et al.*, 2010). Nelle proprietà demaniali le utilizzazioni di questi cedui sono state interrotte da tempo per l'importante ruolo che queste formazioni svolgono nella protezione dei versanti e delle infrastrutture viarie e degli insediamenti umani dal rotolamento di massi (PSR Campania, 2007-2013). Come per i cedui di leccio si riscontrano oltre ai cedui a regime, anche quelli in abbandono colturale e in avviamento. Una sintesi dei principali elementi pre-scrittivi delle tre tipologie di cedui è riportata nella tabella 1.

Tabella 1 - Principali elementi prescrittivi delle tre tipologie fisionomiche di cedui.

Specie	Castagno	Leccio	Carpinella orniello	Note
Epoca di taglio	1° ottobre al 31 marzo			
Turno minimo	12*	25	18	* Per i cedui di castagno ricadenti nei comuni di: Angri, Bracigliano, Calvanico, Castel San Giorgio, Cava dei Tirreni, Corsara, Mercato San Severino, Nocera Inferiore, Nocera Superiore, Pagani, Roccapiemonte, Sarno, Scafati, Sant'Egidio Monte Albino, Siano, San Marzano sul Sarno, San Valentino Torio, Tramonti e nell'Agro Nocerino- Sarnese, il turno minimo è di anni 9.
Matricine	50	70	70	50% di 2T.
Su versanti con pendenze > 70%	70	100	100	
Ampiezza delle tagliate	da 2 a => 10 ettari (solo con PGF)			Boschi ricadenti in aree dichiarate a rischio idrogeologico elevato (R3) o molto elevato (R4) dal Piano (Stralcio) di Assetto Idrogeologico (P.A.I. - P.S.A.I.), redatto dalle Autorità di Bacino competenti; Boschi in situazione speciale individuati dal Piano Forestale Regionale e dai Piani di Gestione Foresta. Boschi cedui situati in zone soggette a frane, specie se incombenti su centri abitati e su vie di comunicazione, debbono essere tenuti a regime ed utilizzati a ceduo matricinato ed a ceduo a sterzo. Sui versanti soggetti a rotolamento di massi ed incombenti su centri abitati e su vie di comunicazione: rilascio di una fascia di protezione larga almeno 20 metri, nella porzione inferiore della pendice. In aree a rischio idrogeologico: - dimensioni della singola tagliata commisurate alla pendenza del versante, secondo le prescrizioni dettate dall'Ente delegato territorialmente competente - esbosco con canalette, fili a sbalzo o altri sistemi; evitare la rottura del cotico, l'asportazione della lettiera e/o il sentieramento, in modo da impedire l'innescio di fenomeni di dissesto.
Intervallo temporale di tagliate contigue				3 anni.
Contiguità delle tagliate				In assenza di un Piano di Gestione Forestale, la contiguità è interrotta dal rilascio di fasce boscate di almeno 25 metri di larghezza. Cedui in situazione speciale (frane, aree a rischio idrogeologico) possono avere, in relazione alle specifiche esigenze di tutela, criteri di contiguità diversi da quelli indicati.
Procedimento amministrativo previsto in funzione dell'estensione delle tagliate e delle aree in cui ricadono	Autorizzazione			Cedui semplici, matricinati con superfici complessive, anche non accorpate, > = a 2 ettari e < di 10 ettari in assenza di PGF.
	Comunicazione di taglio			Cedui, semplici, matricinati e composti per superfici inferiori a 2 ettari da utilizzare in assenza di un Piano di Gestione Forestale; cedui, semplici, matricinati e composti per superfici maggiori o pari a 10 ettari da utilizzare in presenza di un Piano di gestione Forestale.
Interventi selvicolturali	Sfolli e diradamenti			Massimo due per ogni turno, con intervallo non inferiore a un terzo del turno.
				Esclusivamente i polloni aduggiati o deperienti. Non può essere prelevato più del 15% del numero totale di polloni presenti su ogni ceppaia.

4. GESTIONE SOSTENIBILE DEI CEDUI

4.1 *Elementi di criticità nella gestione dei cedui*

La grande diffusione che questa forma di governo ha avuto e ha tuttora, specie per le formazioni oggetto dello studio, è dovuta, come è noto, ad una serie di positività, tra le quali: a) facilità e sicurezza della rinnovazione naturale; b) adozione di turni relativamente brevi, e comunque nettamente inferiori rispetto a quelli delle fustaie; c) semplicità di gestione, che consente di avere continuità e costanza di produzione nel tempo; d) facilità di trasporto della legna o del carbone, anche in mancanza di adeguata viabilità; e) maggiore resistenza e resilienza ai disturbi (Ciancio, 1990; Cutini *et al.*, 2018). Di contro, sussistono alcune criticità insite nella forma di trattamento a raso del ceduo, dovute alla temporanea alterazione del sistema che dopo i primi anni si attenua (Leonardi e Rapp, 1990; Ranger *et al.*, 1990), ma che provocano un impatto oltre che sul paesaggio e sulla biodiversità, anche sul bilancio idrico e sull'erosione dei suoli. Quest'ultimo aspetto è ancor più rilevante nelle aree ad elevata vulnerabilità al dissesto idrogeologico, come quelle oggetto del presente studio.

Negli ecosistemi forestali il bilancio idrico è caratterizzato dalla fase di input, attribuibile alle precipitazioni e all'infiltrazione, e di output dovuta alla traspirazione e all'evaporazione; insieme regolano direttamente e indirettamente volumi d'acqua trattenuti nei suoli. La ceduzione influisce sul bilancio idrico perché vengono significativamente influenzati questi processi. Nei suoli vulcanici l'azzerramento della copertura arborea a seguito del taglio raso favorisce una maggiore infiltrazione di acqua nel suolo, a cui non corrisponde però un output, per la sensibile riduzione delle perdite traspirative. Ciò favorisce un appesantimento di questi suoli che hanno la capacità di assumere quantitativi di acqua (Di Genaro *et al.*, 1998; Terribile *et al.*, 2000) tali che, in condizioni di saturazione, il loro peso può raddoppiare, passando da 1000 a 2000 kg/m³ (Copertino e Ortolani, 2001). Bisogna, inoltre, aggiungere che la ceduzione determina un incremento del deflusso superficiale e una maggiore erosione dei suoli, con conseguente aumento del trasporto solido.

Questi processi assumono un'entità diversa in relazione alle condizioni climatiche, alle dimensioni e forma delle singole tagliate, alla loro distribuzione nello spazio e nel tempo, alla pendenza dei versanti, alle caratteristiche dei suoli e alla maggiore o minore erodibilità di questi.

Gli effetti del taglio si accentuano ulteriormente in stazioni già degradate e dove il suolo è reso ancora più vulnerabile dai fenomeni di costipamento e di alterazione degli orizzonti superficiali, spesso causati dalle attività di concentrazione ed esbosco (Murphy e Jackson, 1989; Iovino, 2007).

La meccanizzazione, infatti, può determinare danni al suolo a seguito del rimescolamento degli orizzonti minerali e organici e l'eventuale trasferimento o asportazione di questi ultimi, come conseguenza dello strascico dei tronchi (Marchi e Piegai, 2001). Inoltre, si ha compattamento del suolo per la pressione esercitata dai trattori e dal rimorchio, oltre che per lo strascico del materiale

legnoso e la creazione di solchi causati dal passaggio e dall'affondamento dei mezzi meccanici (Figura 10). Tali processi modificano le condizioni di drenaggio e di infiltrazione dell'acqua, con conseguente scorrimento superficiale delle acque meteoriche e di fenomeni erosivi localizzati e diffusi (Marchi e Certini, 2015).

Ulteriori impatti a livello di versanti sono spesso dovuti all'apertura di piste e strade con tracciati non sempre adeguati che vengono abbandonati subito dopo l'utilizzazione. Tali tracciati, senza la necessaria manutenzione, aumentano notevolmente il rischio di dissesto idrogeologico. La concentrazione della legna lungo gli impluvi per l'esbosco, altra pratica purtroppo spesso praticata, nel caso di eventi piovosi intensi contribuisce ad aumentare notevolmente i fenomeni di erosione localizzata e trasporto solido nei corsi d'acqua.

A queste criticità si sommano quelle derivanti dalla mancanza delle cure colturali che determinano un'espansione del carico di combustibile, rendendo i cedui particolarmente sensibili al rischio di incendio.



Figura 10 - Evidenti fenomeni di compattamento del suolo per la pressione esercitata dal trattore e creazione di solchi causati dal passaggio e dall'affondamento dei mezzi meccanici in un ceduo di castagno in Comune di Petina (SA) (foto Iovino).

4.2 *Approcci selvicolturali a sostegno della gestione sostenibile dei cedui*

La gestione dei cedui richiede approcci selvicolturali e modalità di utilizzazione coerenti con l'obiettivo di contrastare i fenomeni di degrado dei terreni e i processi di erosione dei suoli e di ridurre l'impatto del taglio sull'idrologia superficiale. Il quadro sinteticamente prima delineato ha evidenziato che i cedui a regime e i cedui oltre turno in abbandono colturale, interessano tutte e tre tipologie fisionomiche. I cedui in avviamento e i soprassuoli transitori, invece, si riscontrano prevalentemente nei boschi di leccio e in quelli di carpinnella e orniello.

In relazione alle differenti tipologie strutturali gli algoritmi colturali possono essere ricondotti a: (a) sfollamenti e diradamenti nel corso del ciclo colturale e

utilizzazione a raso con rilascio di matricine, per cedui a regime e per i cedui oltretutto in abbandono culturale² che, per le idonee condizioni ambientali, strutturali e produttive (Fabbio e Cutini, 2017), non vengono convertiti a fustaia; (b) conversione ad alto fusto per i cedui in abbandono culturale destinati all'avviamento; (c) tagli di conversione per soprassuoli transitori (Iovino *et al.*, 2017). Per i diversi algoritmi le modalità degli interventi, l'età alla quale eseguirli e l'intervallo di ripetizione, nonché l'entità dei prelievi, variano in relazione alla specie e alle condizioni dendrometriche dei soprassuoli.

4.2.1 Cedui a regime e in abbandono culturale

Per queste due tipologie, la gestione sostenibile deve tendere a migliorare le condizioni strutturali dei popolamenti e a mitigare l'impatto del taglio raso.

Il primo punto scaturisce dalla spiccata capacità di rinnovazione agamica delle specie che determina la presenza di grandi quantitativi di biomassa facilmente infiammabile, con una struttura dei soprassuoli che si presenta come un intricato insieme di fusti e rami, senza interruzione verticale e orizzontale della copertura. Queste situazioni si sono accentuate negli ultimi decenni con l'abbandono delle cure colturali che hanno determinato un'ulteriore espansione del carico di combustibile, rendendo tali formazioni ancora più sensibili al rischio di incendio (Nocentini, 2004).

Gli sfollamenti e i diradamenti oltre a diminuire la biomassa potenzialmente combustibile e ad aumentare la resistenza all'infiammabilità dei popolamenti, determinano una minore facilità di propagazione del fuoco, una maggiore percorribilità del bosco e quindi una più facile estinzione, con minori danni e una più pronta ricostituzione del bosco (Bovio e Camia, 2004). Inoltre, la riduzione di densità dei popolamenti produce un miglioramento qualitativo della produzione, poiché consente di concentrare nei polloni migliori e più vigorosi la potenzialità produttiva della ceppaia (Ciancio e Nocentini, 2004).

In aree ad elevata vulnerabilità, come quelle oggetto dello studio, la prevenzione selvicolturale degli incendi da attuare con la esecuzione di sfollamenti e diradamenti, diventa prioritaria per contenere uno dei fattori di maggior degrado di questi cedui, che risultano tra le categorie forestali maggiormente interessate dal fenomeno.

Il Regolamento regionale della Campania, in deroga ai P.G.F., consente per i tagli di sfollo e di diradamento un numero massimo di due per ogni turno, con intervallo non inferiore a un terzo del turno e il prelievo non può superare il 15% del numero totale di polloni presenti su ogni ceppaia.

Gli algoritmi colturali dovrebbero prevedere comunque un numero di interventi differenti in relazione alla specie e ai turni applicati.

² Il regolamento forestale della Regione Campania considera "invecchiati" i boschi cedui di età pari o superiore a due volte l'età del turno minimo di taglio e prevedendo, in via preferenziale, in conformità al D.M. 17 ottobre 2007, la conversione a fustaia oppure, ove non sussistano le condizioni, il mantenimento del governo a ceduo dettando, comunque, le prescrizioni per determinare i criteri di trattamento più idonei. (Art. 27 Regolamento di tutela e gestione sostenibile del patrimonio forestale regionale. Regione Campania. Regolamento Regionale 28 settembre 2017, n. 3.).

Per il castagno Del Favero (2004) con turni di 20 anni, indica un primo sfollo a circa 5-6 anni dal taglio e un successivo diradamento a 14-16 anni. Manetti *et al.* (2009) con turni di 30 anni propongono tre diradamenti dal basso, da effettuare a 10, 15 e 22 anni eliminando il 50% del numero di piante presenti nei primi due interventi e il 40% nell'ultimo. Bourgeois *et al.* (2004) per turni di 40-50 anni, finalizzati alla produzione di assortimenti di grosse dimensioni (diametro maggiore di 40 cm) consigliano di effettuare due-tre diradamenti con criteri selettivi, da concentrarsi nei primi 25 anni. Ciancio e Nocentini (2004) riportano con turni di 6 e 12-15 anni nessun intervento; con turno di 16-18 anni uno sfollamento tra il 3° e il 5° anno e un diradamento tra l'8° e il 10° anno; con turno di 24-27 anni uno sfollamento tra il 3° e il 6° anno, un primo diradamento tra il 10° e il 13° anno, un secondo diradamento tra il 17° e il 20° anno. Con turno di 25-30 anni uno sfollamento tra il 3° e il 6° anno e un diradamento tra il 13° e il 16° anno. Infine, con turno di 45-50 anni indicano uno sfollamento tra il 3° e il 6° anno, un primo diradamento tra il 13° e il 16° anno, a cui si aggiungono un secondo diradamento tra il 23° e il 26° anno e un terzo diradamento tra il 33° e il 36° anno.

Sulla base di quanto previsto dal regolamento regionale e dagli algoritmi prima indicati, nei cedui di castagno con turni inferiori a 20 anni, gli interventi colturali finalizzati alla riduzione del pericolo di incendio e, contestualmente, al miglioramento qualitativo della produzione, potrebbero essere individuati in uno sfollo tra il 4° e il 5° anno e un diradamento tra l'11° e il 12° anno.

Per i cedui di leccio con turni di 25 anni, analogamente a quanto previsto per questi cedui da Menguzzato *et al.* 2014, uno sfollo al 4° anno e un diradamento al 12° anno. Per i cedui a prevalenza di carpinella e orniello trattati con turni di 18 anni, un solo diradamento a 10-12 anni (Iovino *et al.*, 2017).

Il secondo punto riguarda la mitigazione dell'impatto del taglio raso le cui criticità, in un approccio sostenibile della gestione di questi cedui, devono essere attenuate o eliminate, intervenendo principalmente su: a) dimensioni, distribuzione nel tempo e nello spazio delle tagliate e forma delle stesse; b) intervallo di tempo tra due utilizzazioni contigue; c) periodo di taglio; d) matricinatura; e) allungamento dei cicli di utilizzazione (turni).

L'entità della superficie di taglio è un problema che riguarda specie quelle proprietà nelle quali non è infrequente la presenza di vasti accorpamenti di particelle di una stessa classe cronologica, come avviene spesso per i cedui di castagno (Figura 11).

In questi casi diventa prioritario: a) distribuire nello spazio le singole tagliate in modo da creare soluzioni di continuità; b) limitare l'ampiezza delle superfici di ogni singola tagliata in relazione alla pendenza dei versanti; c) aumentare l'intervallo tra due utilizzazioni contigue.

Sono aspetti che il regolamento regionale della Campania opportunamente considera per i boschi posti in situazione speciale³. Ai fini delle prescrizioni i

³ Comma 1 e 2 dell'art. 26 e comma 5 dell'art. 69 del Regolamento di tutela e gestione sostenibile del patrimonio forestale regionale. Regione Campania. Regolamento Regionale 28 settembre 2017, n. 3.

parametri delle estensioni delle tagliate e la loro forma potrebbero essere compiutamente definiti facendo riferimento ai SAM - Standards Appenninici e Mediterranei (AISF, 2004) e ai valori di orientativi di riferimento riportati per i cedui nello Standard Tematico ATT4 “Mantenimento e potenziamento della conservazione del suolo nei sistemi forestali”. In relazione a questi l'ampiezza delle superfici da utilizzare viene oggettivamente stabilita in funzione della pendenza dei versanti e della erodibilità dei suoli.



Figura 11 - Tagliata a raso su ampia superficie di un ceduo di castagno in Comune di Lauro (foto Nicolaci).

In merito al periodo di taglio, regolamentato dal 1° ottobre al 31 marzo, l'ampia letteratura relativa a specifici studi volti a valutare la possibilità di effettuare la ceduzione durante l'intero arco dell'anno nei cedui di castagno (Ciancio e Menguzzato, 1987; Avolio *et al.*, 1994) e nei cedui di leccio (Ciancio *et al.*, 1998; Avolio *et al.*, 2002), ha evidenziato come la restrizione del periodo di taglio non appaia suffragata da elementi bioecologici o produttivi.

Sulla base di tali risultanze la possibilità di un allungamento del periodo di taglio durante la stagione vegetativa determinerebbe una serie di ricadute positive anche sulla conservazione del suolo e sulla prevenzione degli incendi boschivi. Nei nostri ambienti il periodo di riposo vegetativo coincide con quello di massima concentrazione delle precipitazioni, che rende i suoli direttamente esposti all'azione battente della pioggia ed anche maggiormente vulnerabili agli eventuali danni prodotti dalle attività di concentramento e di esbosco. Inoltre, come recentemente documentato da Menguzzato *et al.* (2014), il taglio dei cedui anche nei mesi estivi, diventa un elemento di notevole valenza in tema di prevenzione degli incendi per tre ordini di motivi; il primo riguarda le ricadute sulla diminuzione del rischio, il secondo sull'avvistamento e il terzo sullo spegnimento. Altro aspetto importante ai fini della mitigazione degli effetti del taglio raso sull'erosione idrica dei suoli, recepito dal Regolamento forestale della Campania, è il rilascio sulla superficie di taglio degli scarti di lavorazione (Figura 12).



Figura 12 - Rilascio sulla superficie di taglio di un ceduo di leccio degli scarti di lavorazione in andane. Strada provinciale Croce (SP 129/b) in località Bastiglia, Comune di Salerno. (In tali situazioni sarebbe opportuno lasciare una fascia di rispetto non utilizzata per evitare che il materiale di erosione giunga nelle scoline e sul manto stradale) (foto De Nardo).

Questa prescrizione: a) attenua l'effetto erosivo delle precipitazioni (Cantore *et al.*, 1994); b) riduce notevolmente il depauperamento del suolo perché nei tessuti più giovani (foglie e rami sottili) è presente buona parte degli elementi nutritivi (Iovino e Menguzzato, 2001). Infatti, in cedui di leccio è risultato che circa i tre quarti della biomassa arborea epigea è rappresentata da legname che viene integralmente asportato con le ceduazioni, la restante parte è costituita da ramaglia minuta (17% del valore complessivo) e dalle foglie (7% del totale) nelle quali è presente il 59,2% dell'azoto che viene invece lasciato al suolo (Ciancio *et al.*, 2002).

Un altro aspetto importante riguarda la scelta delle matricine per le quali bisogna porre attenzione più alle caratteristiche delle piante da rilasciare, che al numero delle stesse (Figura 13). Un elevato numero di matricine costringe a reclutare allievi che mal si prestano (per eccessiva snellezza, con conseguente alta probabilità di stroncamento da vento e/o neve bagnata, e per ridotta capacità di fruttificazione) a svolgere propriamente la loro funzione e, nello stesso tempo, pregiudicano lo sviluppo dei polloni per eccessivo aduggiamento (Cantiani *et al.*, 2006). Inoltre, è apparsa del tutto discutibile la funzione di tipo protettivo che si è voluta attribuire alle matricine negli ultimi decenni, con un aumento del loro numero, non suffragata da riscontri oggettivi (Cutini, 2006).

Un'alternativa, peraltro messa in atto in alcuni cedui di castagno in provincia di Caserta, è il rilascio delle matricine a gruppi, spesso condizionato dalla preoccupazione, non verificata sperimentalmente, di lasciare senza protezione ai fini idrogeologici aree troppo ampie (Fiorucci, 2009). Esperienze eseguite in Umbria con il rilascio di matricine a gruppi di una ventina di piante hanno messo in evidenza un serie di vantaggi tra i quali minori danni nelle operazioni di esbosco (Grohmann *et al.*, 2002). Inoltre, è risultato che in seguito alla più numerosa e più rigogliosa rinnovazione agamica, già al secondo anno dal taglio, le precipitazioni sono state intercettate in quantità simili a quelle del bosco prima del taglio (Sarti, 2002).



Figura 13 - Matricinatura in un ceduo misto di ornello e carpinella in Comune di Casalbuono (Salerno). (Si notino le matricine filate, con chioma carente o asimmetrica) (foto Iovino).

L'allungamento del periodo intercorrente fra due ceduazioni (turni) diventa necessario quando occorre ristabilire un migliore e più corretto equilibrio nel bilancio energetico; quando la fruttificazione delle matricine non abbia raggiunto il livello di massima funzionalità ed efficienza; quando la produttività del ceduo a causa delle precedenti utilizzazioni, si mostri in declino o stagnante a livelli molto bassi; quando sia necessario migliorare l'efficacia sulla conservazione del suolo (Iovino e Menguzzato, 2001).

A questi accorgimenti bisogna aggiungere quelli relativi alla viabilità, che non deve essere programmata e realizzata sulla spinta delle motivazioni contingenti legate ad ogni singola utilizzazione. Inoltre assumono particolare importanza idonee modalità di concentrazione e di esbosco in modo da evitare danni dovuti allo strascico (Figura 14).

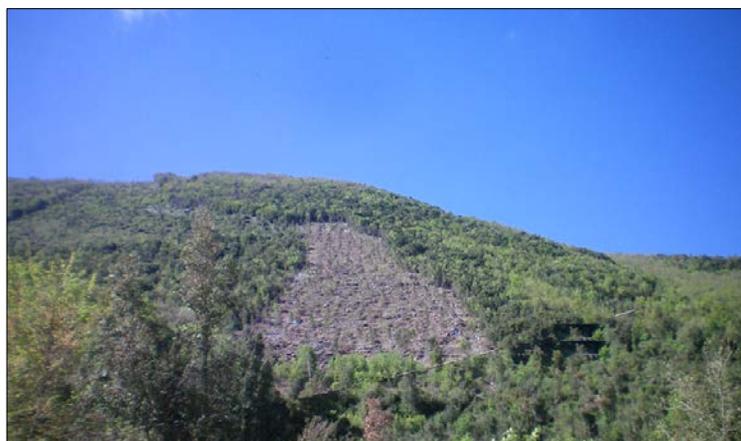


Figura 14 - Esbosco con canalette, abbandonate sulla superficie di taglio, in un ceduo di leccio misto con latifoglie mesofile nel settore meridionale della provincia di Salerno (foto Iovino).

4.2.2 Cedui in abbandono colturale destinati all'avviamento

In questi soprassuoli che presentano condizioni diverse di densità sia in termini di numero di ceppaie sia di numero di polloni, si può procedere con il metodo del rilascio intensivo di allievi (Ciancio *et al.*, 2002). I tagli di avviamento possono essere praticati seguendo un algoritmo colturale basato su interventi di debole intensità, eliminando prioritariamente le piante morte in piedi e quelle di dimensioni piccole e medie, ripetuti a brevi intervalli di tempo. In questo modo l'intensità di taglio risulta diversificata in relazione alle condizioni di densità dei soprassuoli, senza modificare significativamente le condizioni di copertura del soprassuolo.

Per le modalità dell'intervento, l'età alla quale eseguire l'intervento e l'entità del prelievo si può far riferimento, con gli opportuni adeguamenti alle differenti situazioni, ai parametri recentemente applicati ai cedui di leccio e di querce caducifoglie in Calabria (Iovino *et al.*, 2017).

4.2.3 Cedui in avviamento e cedui in conversione

Si tratta di cedui già sottoposti a un primo intervento di diradamento la cui intensità varia in relazione al numero dei polloni che influisce sulla loro distribuzione in classi di diametro, sull'area basimetrica e sul volume.

Per i cedui in avviamento (Figura 15), gli interventi sono finalizzati a preparare i popolamenti per ottenere nel più breve tempo possibile la rinnovazione da seme e, da questa, la fustaia, passando attraverso una fase definita soprassuolo transitorio. In questa fase contemporaneamente possono essere assecondati eventuali processi di rinaturalizzazione. I polloni eliminati con i tagli di avviamento sono in parte già secchi o destinati, per eccessiva densità, a morire o comunque ad avere accrescimenti ridotti.

La loro utilizzazione determina un miglioramento complessivo del bosco, con conseguenti effetti positivi sul futuro processo di conversione e nel contempo lo salvaguardano dagli incendi in quanto si riduce la quantità di biomassa combustibile, i cui quantitativi, peraltro, non sono esigui (Menguzzato *et al.*, 2014). Un'idea è fornita dai dati relativi a cedui di leccio in abbandono colturale e destinati all'avviamento, applicando il metodo del rilascio intensivo di allievi, prima indicato. Con il taglio, in media, sono stati asportati dal 57% al 67% dei polloni, in relazione alla differente densità; in termini di area basimetrica e di volume, le quantità prelevate variano, rispettivamente, del 32% e del 55%. La maggior parte della massa prelevata è data da polloni di diametro piccolo e medio (da 1 a 10 cm, con una frequenza maggiore tra 3 e 7 cm). Essendo questi polloni in parte già secchi la loro eliminazione determina la riduzione del potenziale combustibile pesante che, come è noto, dà luogo ad incendi di bassa velocità di propagazione, ma di elevata intensità.

Nei soprassuoli transitori l'algoritmo può essere diversificato in relazione alla densità dei soprassuoli e all'obiettivo che si vuole perseguire: tendere ad una fustaia coetanea oppure disetanea a gruppi.

I tagli di conversione, oltre ad innescare i processi di rinnovazione naturale, rappresentano una misura efficace di prevenzione contro gli incendi. L'avviamento a fustaia determina un considerevole aumento dell'altezza di inserzione

della chioma (fattore CBH, *canopy base height*), che riduce la probabilità di passaggio di un incendio superficiale a incendio di chioma, l'interruzione brusca della continuità dei combustibili, la riduzione della densità del combustibile di chioma CBD (*canopy bulk density*) nelle parti più prossime al suolo (Leone e Lovreglio, 2014).

Nella esecuzione di tali interventi è necessario mitigare l'impatto delle utilizzazioni adottando sistemi di concentrazione e di esbosco che evitino fenomeni di degradazione e di erosione del suolo.



Figura 15 - Ceduo di leccio in avviamento in Comune di Sarno (SA) (foto Iovino).

5. CONCLUSIONI

La gestione forestale secondo i principi della sostenibilità è indirizzata a salvaguardare e a migliorare la funzionalità complessiva del bosco nei suoi aspetti economici (produzione, rinnovazione, infrastrutture connesse), ecologici (biodiversità, equilibrio fitosanitario, difesa del suolo, contributo al ciclo del carbonio) e sociali (tutela dei lavoratori, paesaggio, fruizione pubblica della foresta).

Nell'area di studio i dati e gli elementi scaturiti dal lavoro hanno evidenziato che una significativa superficie delle tre formazioni forestali esaminate ricade in aree particolarmente vulnerabili al dissesto idrogeologico.

In queste aree, sui versanti caratterizzati da elevate pendenze e con tipologie pedologiche caratterizzate da suoli originati dal materiale piroclastico da caduta, in concomitanza di particolari situazioni pluviometriche si verificano fenomeni franosi improvvisi, capaci di mobilitare ingenti volumi di materiali fluidificati dall'acqua, che assumono carattere di catastoficità. In alcuni ambiti questi versanti sovrastano centri urbani densamente abitati e importanti infrastrutture viarie e ferroviarie.

Nel contempo è risultato che parte di queste formazioni forestali, anche se non sono state quantificate le superfici, sono rappresentate da cedui in differenti condizioni strutturali, la cui gestione richiede particolare attenzione affinché si possa conciliare l'uso di questi boschi con la mitigazione del rischio idrogeologico che caratterizza questi territori.

Questi aspetti hanno rilevanza perché di fatto in molte realtà italiane e anche in Campania, nel breve medio periodo gran parte dei cedui di proprietà private e di comunità locali continueranno ad essere utilizzati. I boschi cedui, infatti, stanno riscuotendo un rinnovato interesse alla luce delle linee strategiche europee e nazionali di decarbonizzazione delle fonti energetiche e di sviluppo di fonti alternative e in considerazione degli attributi specifici del governo a ceduo (Cutini *et al.*, 2018). Di conseguenza, se da un lato questi boschi sono una risorsa da valorizzare, dall'altra è necessario rendere sostenibile la loro gestione, contestualizzandola alle attuali esigenze di adattamento ai cambiamenti globali e alle nuove funzioni produttive che l'evoluzione dei sistemi energetici e delle innovazioni tecnologiche e strutturali nell'uso del legno possono offrire (Quatrini *et al.*, 2017).

In relazione alle situazioni strutturali dei cedui esaminati, sono stati delineati approcci selvicolturali e modalità di utilizzazione a sostegno della sostenibilità coerentemente con l'obiettivo di contrastare i fenomeni di degrado dei terreni e i processi di erosione dei suoli e di ridurre l'impatto del taglio sull'idrologia superficiale. Per i cedui non più utilizzati, che hanno superato largamente il turno consuetudinario, la conversione a fustaia è una strategia da perseguire per l'insieme di vantaggi che ne derivano in termini ambientali, in primo piano di protezione idrogeologica del territorio, ma anche da un punto di vista economico-sociale. Nello stesso tempo, con i tagli di avviamento e di conversione si attenuano i rischi connessi all'abbandono dei boschi e in primo luogo gli incendi.

Per i cedui a regime e per quelli che, pur avendo superato il turno consuetudinario, continuano ad essere utilizzati, la gestione sostenibile deve essere indirizzata da una parte agli interventi di miglioramento nel corso del ciclo colturale, con ricadute sulla prevenzione degli incendi, che rappresentano uno dei fattori di maggior degrado, dall'altra alla messa in atto di strategie volte a mitigare gli effetti conseguenti il taglio raso. Ciò correggendo alcuni eccessi degli ordinamenti gestionali e coniugando le esigenze produttive con quelle di salvaguardia del territorio. L'impatto del taglio raso non può prescindere però dalla dinamica temporale della ricostituzione della copertura arborea e dalla scala a cui si considerano i fenomeni. Gli effetti relativi ad una singola tagliata vanno inquadrati in un contesto territoriale più vasto, come ad esempio il bacino idrografico.

Di conseguenza, particolare attenzione deve essere rivolta agli strumenti di pianificazione forestale da incentivare a livello aziendale e a scala comprensoriale (Piano forestale di indirizzo territoriale), a cui affidare la definizione puntuale degli interventi. La pianificazione forestale consente di valutare l'entità della superficie dei cedui complessivamente utilizzabile ogni anno e la distribuzione spaziale delle utilizzazioni all'interno dell'unità idrografica. Permette, inoltre, di individuare i cedui posti nelle situazioni di maggiore vulnerabilità ai

processi degradativi (es. boschi posti in zone a elevato rischio di erosione, boschi ad elevato rischio di incendi, ecc.) e di differenziarne la gestione (Iovino e Nocentini, 2015).

La pianificazione forestale, inserita in quella di bacino e nella pianificazione antincendi, diventa lo strumento indispensabile per rendere concreta la gestione sostenibile dei cedui. Potrà svolgere, nell'insieme degli interventi per la messa in sicurezza del territorio, un ruolo fondamentale nelle strategie di prevenzione riducendo le cause di innesco, mitigando gli effetti dei fenomeni di dissesto idrogeologico, e contenendone i danni.

SUMMARY

Forest management and prevention of hydrogeological instability in territories of high vulnerability in Campania

This paper focuses on the compatibility between forest management and soil conservation with reference to chestnut (*Castanea sativa* Mill.), holm oak (*Quercus ilex* L.) and especially Manna Ash (*Fraxinus ornus* L.) mixed with Hornbeam (*Ostrya carpinifolia* Scop.) coppice stands, located on slopes of Campania and characterized by intensely pedogenised pyroclastic coverage, but unstable when facing intense rainy events. Based on the Corine Land Cover system (2012), we divided the areas into the three physiognomic types; thus, the proportion of surfaces falling under the pyroclastic coverage, which are the more instable, were obtained by overlapping the land systems and soil map produced by the Campania region (2014).

For each type of coppice, we examined all the different structural conditions (traditional coppices, coppices past traditional rotation age and coppice in conversion to high forest) and underlined the most important critical issues due to clearcutting.

We summarized the different types of silvicultural interventions to improve the forest management sustainability, especially in those areas which are vulnerable to hydrogeological instability. We also stressed that forest planning is the essential tool for sustainable management of coppices, together with the catchment area and the fire-fighting planning.

BIBLIOGRAFIA

- Accademia Italiana di Scienze Forestali, 2004 - *Standards di buona gestione forestale per i boschi Appenninici e Mediterranei (SAM)*. <https://aisf.it/2013/06/01/sam-standards-appenninici-e-mediterranei/>
- Avolio S., Ciancio O., Iovino F., Menguzzato G., Morandini R., 2002 - *Epoca di taglio e capacità di rinnovazione agamica nei boschi cedui*. In: *Il bosco ceduo in Italia*. A cura di Orazio Ciancio e Susanna Nocentini. Accademia Italiana di Scienze Forestali, p. 199-217.
- Avolio S., Ciancio O., Logiurato A., 1994 - *Sull'epoca di taglio dei cedui di castagno*. Annali Istituto Sperimentale per la Selvicoltura, Arezzo. Vol. 23 (anno 1992): 225-238.
- Bourgeois C., Sevrin E., Lemaire J., 2004 - *Le châtaignier: un arbre, un bois*. Institut pour le développement forestier - Les guides du sylviculteur. Paris, 347 p.
- Bovio G., Camia A., 2004 - *Andamento e Cause - Variabilità degli Incendi Boschivi*. In: *Incendi e Complessità Ecosistemica. Dalla Pianificazione Forestale al Recupero Ambientale*. Carlo Blasì, Giovanni Bovio, Piermaria Corona, Marco Marchetti, Antonio Maturani (Eds). Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio Direzione per la Protezione della Natura, Società Botanica Italiana, Palombi Editore, Roma, p. 61. https://www.minambiente.it/sites/default/files/archivio/allegati/aib/incendi_e_complessita_ecosistemica.pdf
- Brancaccio L., Cinque A., Russo F., Sgambati D., 2000 - *Le frane del 5-6 maggio 1998 sul Gruppo Montuoso Pizzo d'Alvano (Campania): osservazioni geomorfologiche sulla loro distribuzione e sulla dinamica delle connesse colate*. Quaderni di Geologia Applicata, 7- 1: 1-36.

- Cantiani P., Amorini E., Piovosi M., 2006 - *Effetti dell'intensità della matricinatura sulla ricostituzione della copertura e sull'accrescimento dei polloni in cedui a prevalenza di cerro*. Annali dell'Istituto Sperimentale per la Selvicoltura Arezzo, vol. 33: 9-20.
- Ciancio O., 1990 - *La gestione del bosco ceduo: analisi e prospettive*. L'Italia Forestale e Montana, 45 (1): 5-10.
- Ciancio O., Menguzzato G., 1987 - *Sull'epoca di taglio dei cedui di castagno*. Annali Istituto Sperimentale per la Selvicoltura. Arezzo, vol. 16 (Anno 1985): 251-277.
- Ciancio O., Nocentini S., 2004 - *Il bosco ceduo. Selvicoltura Assestamento Gestione*. Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze, 721 p.
- Ciancio O., Iovino F., Menguzzato G., 2002 - *Prove sperimentali di avviamento a fustaia con il metodo del rilascio intensivo di allievi: i cedui di leccio in Aspromonte (Calabria)*. In: Il bosco ceduo in Italia. A cura di Orazio Ciancio e Susanna Nocentini. Accademia Italiana di Scienze Forestali, p. 325-342.
- Ciancio O., Iovino F., Menguzzato G., Nicolaci A., 1998 - *Concerning cutting periods for holm oak coppices*. Annali Istituto Sperimentale per la Selvicoltura. Arezzo, vol. 27 (Anno 1996): 89-96.
- Ciancio O., Iovino F., Menguzzato G., Tabacchi G., 2002 - *Entità e distribuzione di elementi minerali nella biomassa arborea epigea di un ceduo di leccio*. In: Il bosco ceduo in Italia. A cura di Orazio Ciancio e Susanna Nocentini. Accademia Italiana di Scienze Forestali, p. 125-145.
- Commissione Europea, 2013 - *Una nuova strategia forestale dell'Unione Europea: per le foreste e il settore forestale*. Comunicazione della Commissione al Parlamento Europeo, al Consiglio, al Comitato economico e sociale europeo e al Comitato delle Regioni. 659 FINAL/2, 18 p.
- Copertino V.A., Ortolani F., 2001 - *Modesti dubbi di fronte ad una falsa sicurezza*. Forum per il rischio idrogeologico in Campania. Napoli, 22 giugno 2001. Commissario di Governo per l'Emergenza Idrogeologica nella Regione Campania, Facoltà di Ingegneria Università degli Studi di Napoli, p. 62-74.
- Corine Land Cover (CLC), 2012 - Web Site. [online] URL: <http://www.sinanet.isprambiente.it/it/sia-ispra/download-mais/corine-land-cover/CorineLandCover>
- Cutini A., 2006 - *Taglio di avviamento, ceduzione e matricinatura: effetti sulle caratteristiche della copertura forestale in cedui a prevalenza di cerro*. Annali Istituto Sperimentale per la Selvicoltura Arezzo, vol. 33: 21-30.
- Cutini A., Mattioli W., Roggero F., Fabbio G., Romano R., Quatrini V., Corona P., 2018 - *Selvicoltura nei cedui italiani: le normative sono allineate alle attuali condizioni?* Forest@, 15: 20-28. <https://doi.org/10.3832/efor2772-015> [online 2018-04-30]
- De Riso R., Budetta P., Calcaterra D., Santo A., Del Prete S., De Luca C., Di Crescenzo G., Guarino P.M., Mele R., Palma B., Sgambati D., 2004 - *Fenomeni di instabilità dei Monti Lattari e dell'area flegrea (Campania): scenari di suscettibilità da frana in aree campione*. Quaderni di Geologia Applicata.
- Del Favero R., 2004 - *I boschi delle regioni alpine italiane: tipologia, funzionamento, selvicoltura*. CLEUP Padova, p. 247-265.
- Di Gennaro A., Terribile F., Basile A., Aronne G., Buonanno M., De Mascellis R., Vingiani S., 1998 - *I suoli delle aree di crisi di Quindici e Sarno: proprietà e comportamenti in relazione ai fenomeni franosi*, p. 34-42.
- Fabbio G., Cutini A., 2017 - *Il ceduo oggi: quale gestione oltre le definizioni?* Forest@, 14: 257-274. <https://doi.org/10.3832/efor2562-014>
- Fiorucci E., 2009 - *Le matricine nei boschi cedui: le attuali regole di rilascio sono ancora valide?* Forest@, 6: 56-65 [online: 2009-03-25] URL: <http://www.sisef.it/forest@/>
- Grohmann G., Savini P., Frattegiani M., 2002 - *La matricinatura per gruppi, l'esperienza del progetto SUMMACOP*. Sherwood - Foreste Alberi Oggi, 8 (80): 25-29.
- Guadagno F.M., Fiorillo F., Revellino P., Forte R., 2001 - *Considerazioni sull'innesco delle instabilità delle coperture piroclastiche campane*. In: "Fenomeni di colata rapida di fango in Campania." Forum per il rischio idrogeologico in Campania. Napoli, 22 giugno 2001. Commissario di Governo per l'Emergenza Idrogeologica nella Regione Campania, Facoltà di Ingegneria Università degli Studi di Napoli, p. 48-56.
- INFC, 2007 - *Le stime di superficie 2005*. Tabacchi G., De Natale F., Di Cosmo L., Floris A., Gagliano C., Gasparini P., Salvadori L., Scrinzi G., Tosi V. (a cura di). Inventario Nazionale

- delle Foreste e dei Serbatoi Forestali di Carbonio. MiPAF - Ispettorato Generale Corpo Forestale dello Stato, CRA-ISAF, Trento. www.infc.it
- Iovino F., 2005 - *La gestione dei cedui di castagno nelle aree interessate da colate di piroclastiti in Campania*. In: Atti del convegno “Scritti in Onore di Orazio Ciancio”, Firenze, 22/11/2005, a cura di Corona P., Iovino F., Maetzke F., Marchetti M., Menguzzato A., Nocentini S., Portoghesi L., Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze, p. 267-284.
- Iovino F., 2007 - *Analisi dell'uso del suolo e linee operative di gestione forestale sostenibile per mitigare la vulnerabilità del territorio di Pizzo d'Alvano (Campania)*. Quaderni del Camilab, Laboratorio di Cartografia Ambientale e Modellistica Idrogeologica Università della Calabria, Dipartimento di Difesa del Suolo, vol. 2: 64.
- Iovino F., 2017 - *Gestione forestale e tutela dal dissesto idrogeologico nei territori montani*. In: La montagna italiana nello sviluppo rurale: problematiche e prospettive economiche, sociali, ambientali e istituzionali. I Georgofili. www.georgofili.it/detail.asp?IDN=1647&IDSezione=4
- Iovino F., Menguzzato G., 2001 - *Valorizzazione culturale dei boschi cedui dell'Italia Meridionale*. L'Italia Forestale e Montana, n. 5: 362-376.
- Iovino F., Nocentini S., 2015 - *Selvicoltura e tutela del territorio*. In: Proceedings of the Second International Congress of Silviculture Florence, November 26th - 29th 2014, vol. 1: 226-235. <http://dx.doi.org/10.4129/2cis-fi-sel>
- Iovino F., Nicolaci A., Menguzzato G., Marziliano P., Bernardini V., Castaldi C., Quatrini V., Cutini A., 2017 - *Approcci selvicolturali innovativi a sostegno della gestione forestale sostenibile in Calabria*. Forest@, 14: 285-313. <https://doi.org/10.3832/efor2544-014> [online 2017-10-30]
- ISPRA, 2013 - *Linee guida per la valutazione del dissesto idrogeologico e la sua mitigazione attraverso misure e interventi in campo agricolo e forestale*. ISPRA, Manuali e Linee Guida 85/2013. Tipografia Tiburtini, Roma, 98 p.
- La Marca O., 1981 - *Ricerche dendrometriche ed auxometriche sui cedui di castagno (Castanea sativa Mill.) della Valle dell'Irno (AV e SA)*. Annali Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze, vol. 30: 3-43.
- Lastoria B., Piva A., Bussetini M., Monacelli G., 2016 - *Note sulla compilazione del Database Access conforme agli schema per il reporting della Dir. 2007/60/CE art. 7: Piani di Gestione del Rischio Alluvioni*. ISPRA - Dipartimento Tutela delle Acque Interne e Marine. Versione gennaio 2016. http://www.isprambiente.gov.it/pre_meteo/idro/Piani_gest.html
- Leonardi S., Rapp M., 1990 - *Production de phytomasse et utilisation des bioéléments lors de la réconstitution d'un taillis de chêne vert*. Acta Oecologica, 11 (6): 819-834.
- Leone V., Lovreglio R., 2014 - *Conversione ad alto fusto*. In: Gestione selvicolturale dei combustibili forestali per la prevenzione degli incendi boschivi, a cura di G. Bovio, P. Corona, V. Leone. Compagnia delle Foreste, Arezzo, 73 p.
- Manetti M., Amorini E., Becagli C., 2009 - *Il ruolo del castagno nella selvicoltura italiana: prospettive culturali e valenza socio-economica della castanicoltura da legno*. Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze, p. 842-850.
- Marchi E., Piegai F., 2001 - *Sistemi di utilizzazione forestale a basso impatto ambientale*. L'Italia Forestale e Montana, 56 (6): 477-490.
- Marchi E., Certini G., 2015 - *Impatti ambientali delle utilizzazioni forestali e strategie di mitigazione*. Proceedings of the Second International Congress of Silviculture, Florence, November 26th - 29th 2014, vol. 1: 48-453.
- Mazzoleni S., Ricciardi M., Saracino A., Cona F., Migliozi A., Russo D., 2010 - *Le foreste demaniali della Regione Campania. Principali caratteristiche vegetazionali e aspetti selvicolturali*. Vol. 1 - Regione Campania. Assessorato Agricoltura. Settore Foreste Caccia e Pesca. Università degli Studi di Napoli Federico II. Dipartimento di Arboricoltura, Botanica, Patologia Vegetale. Imago Media, Dragoni (CE), 324 p.
- MCPFE, 2007 - *Fifth Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe. Forests for quality of life*. Resolution 2 Forests and Water, 2007, Varsavia.
- Menguzzato G., Garfi V., Nicolaci A., Marziliano P.A., Veltri A., Iovino F., 2014 - *Sfollamento e diradamento nei boschi cedui*. In: Gestione selvicolturale dei combustibili forestali per la

- prevenzione degli incendi boschivi, a cura di G. Bovio, P. Corona, V. Leone. Compagnia delle Foreste, Arezzo, p. 65-73.
- Murphy G., Jackson R.J., 1989 - *Water regime changes resulting from soil disturbance through mechanisation of forest operations*. ECE/ILO/FAO Joint Committee on forest working techniques and training of forest works, 1989, Louvan-la-Neuve.
- Nocentini S., 2004 - *La ricostituzione per via naturale dei boschi percorsi da incendio*. In: "Tecniche di ripristino dei boschi percorsi da incendio". Proceedings. Arrone (TR), 30 Settembre 2004.
- Pepe S., 2005-2006 - *Andosuoli e colate rapide in Campania*. Dottorato di ricerca in Pedologia Applicata XIX Ciclo Valorizzazione e Gestione delle Risorse Agro-Forestali. Università degli Studi di Napoli Federico II. Facoltà di Agraria, 48 p.
- PQSF, 2008 - *Programma Quadro per il Settore Forestale*. Unione Europea. Versione 12 novembre 2008, 130 p.
- Quatrini V., Mattioli W., Romano R., Corona P., 2017 - *Caratteristiche produttive e gestione dei cedui in Italia*. L'Italia Forestale e Montana, 72 (5): 273-313. <https://doi.org/10.4129/ifm.2017.5.01>
- Ranger J., Felix C., Bouchon J., Nys C., Ravart M., 1990 - *Dynamique d'incorporation du carbone et des éléments nutritifs dans un taillis simple de châtaignier (Castanea sativa Miller)*. Annales Sciences Forestieres, 47 (5): 413-433. <https://doi.org/10.1051/forest:19900502>
- Regione Campania, Assessorato Agricoltura, 2009-2013 - *Piano Forestale Generale, 2009-2013*. AGC 11 Sviluppo Attività Settore Primario Settore Foreste Caccia e Pesca - Settore Piano Forestale Generale. Napoli, 375 p.
- Regione Campania, 2014 - *Carta dei Sistemi di Terre e dei Sottosistemi Pedologici*. www.agricoltura.regione.campania.it/pedologia/suoli.html.
- Regione Campania, 2017 - *Regolamento di tutela e gestione sostenibile del patrimonio forestale regionale*. Bollettino Ufficiale della Regione Campania n. 72 del 2 Ottobre 2017. Parte I, Atti della Regione. Regolamento regionale 28 settembre 2017, n. 3.
- Romano R., Plutino M., Licciardo F., 2018 - *Libro bianco sui boschi d'Italia, il futuro del settore forestale*. Rapporto Rete Rurale Nazionale 2014-2020, Scheda 22.1; 92 p.
- Sarti C., 2002 - *Principali valutazioni sull'intercettazione delle precipitazioni in querceti decidui sottoposti a forme diverse di trattamento culturale in Umbria*. Progetto Trasform: "Interventi selvicolturali e indicatori ambientali in cedui quercini dell'Umbria". Ed. Regione Umbria, Perugia, p. 73-79.
- Terribile F., Basile A., De Mascellis R., Di Gennaro A., Mele G., Vingiani S., 2000 - *I suoli delle aree di crisi di Quindici e Sarno: proprietà e comportamenti in relazione ai fenomeni franosi del 1998*. Quaderni di Geologia Applicata, 7- 1: 59-76.
- Vallario A., 2004 - *Sarno, sei anni dalla catastrofe*. Alfredo Guida Editore, Napoli.