DIPARTIMENTO DI SCIENZE AGRARIE ALIMENTARI E AMBIENTALI

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN
SCIENZE FORESTALI, DEI SUOLI E DEL PAESAGGIO (LM-73)

SUPERFICIE BOSCHIVA E UTILIZZAZIONI FORESTALI NELLE MARCHE: PRODROMI DEL NUOVO PROGRAMMA FORESTALE REGIONALE (PFR)

FOREST AREA AND LOGGING IN THE MARCHE REGION: PREPARATORY STEPS OF THE NEW REGIONAL FOREST PROGRAM

TESI SPERIMENTALE

Tesi di:
GIOIA MORELLI

Relatore:
PROF. CARLO URBINATI

Correlatore:
DOTT. ALESSANDRO VITALI

ANNO ACCADEMICO 2025-2026
Sessione Ottobre 2026

Alle Marche,
terra dai mille colori,
ai suoi boschi,
amati da sempre,
a questa terra,
e a chi ogni giorno la vive,
la percorre e ne veglia la bellezza.

SOMMARIO

SOMMARIO 3

INTRODUZIONE E OBIETTIVI DELLA TESI 5

Le foreste nel contesto europeo e nazionale 5

Obiettivi generali e specifici della tesi 9

CAPITOLO 1 - IL CONTESTO TERRITORIALE REGIONALE 11

1.1 Superficie, popolazione, densità 11

1.2 Caratteri topografici, geologici e dei suoli 14

1.3 Il clima e i suoi cambiamenti 18

1.4 Assetto vegetazionale 21

CAPITOLO 2 - LE RISORSE FORESTALI 29

2.1 Materiali e metodi di analisi 29

2.1.1 Le fonti cartografiche e inventariali 29

2.1.2 Le fonti storiche e l'indice di boscosità 33

2.1.3 Le elaborazioni in ambiente Qgis 35

2.2 Risultati 39

2.2.1 Superficie forestale totale e coefficienti di boscosità 39

2.2.2 Categorie e tipi forestali 42

2.2.3 Boschi di neoformazione 59

2.2.4 Le foreste regionali in aree protette e della RN2000 61

CAPITOLO 3 - PRODUZIONE, PRODUTTIVITÀ E PERDITA DI BIOMASSA FORESTALE 65

3.1 Introduzione 65

3.2 Produzione e produttività delle foreste 65

3.3 Le perdite di biomassa 68

3.3.1 Disturbi naturali e antropici 68

3.3.2 Le utilizzazioni forestali legali 70

3.3.3 Le utilizzazioni forestali illegali 72

3.4 Materiali e metodi 73

3.4.1 Stima della massa legnosa nelle Marche da fonti inventariali.....73
3.4.2 Stima delle utilizzazioni nelle Marche con dati da rilevamento satellitare.....74
3.4.3 Stima delle utilizzazioni nelle Marche da fonti amministrative.....78
3.4.3.1 Aspetti generali.....78
3.4.3.2 I database UTILFOR e C-SIFA.....79
3.4.3.3 Il Sistema Informativo Agricoltura Regionale (SIAR).....81
3.4.3.4 Il WebGis R3Woods dell'Unione Montana dell'Alto e Medio Metauro.....83
3.5 Risultati.....84
3.5.1 Provvigioni e incrementi di massa legnosa nei boschi delle Marche.....84
3.5.2 Le utilizzazioni secondo i dati satellitari EFDA.....87
3.5.3 Le utilizzazioni secondo UTILFOR.....89
3.5.4 Le utilizzazioni forestali secondo i dati amministrativi (SIAR).....90
3.5.5 Le utilizzazioni secondo R3Woods (Unione Montana dell'Alto e Medio Metauro).....96
3.5.6 Sintesi comparativa delle fonti sulle utilizzazioni forestali.....101
CONCLUSIONI.....105
BIBLIOGRAFIA.....108
RINGRAZIAMENTI.....114

INTRODUZIONE E OBIETTIVI DELLA TESI

Le foreste nel contesto europeo e nazionale

Negli ultimi decenni il ruolo delle foreste è profondamente cambiato, passando da una funzione prevalentemente produttiva, ovvero il bosco come fonte di energia e di legname da opera, a una concezione multifunzionale, che riconosce agli ecosistemi forestali una posizione centrale nelle politiche ambientali, climatiche e territoriali. Oltre alla produzione legnosa, le foreste conservano la biodiversità, proteggono il suolo dall'erosione, regolano il ciclo dell'acqua, assorbono e immagazzinano il carbonio atmosferico contribuendo a mitigare i cambiamenti climatici (Chirici e Marchetti, 2019). A questa pluralità di funzioni risponde il principio della gestione forestale sostenibile (GFS), definito a livello europeo fin dalla Conferenza ministeriale di Helsinki del 1993 come la gestione e l'uso delle foreste con modalità e intensità tali da mantenerne nel tempo la biodiversità, la produttività, la capacità di rinnovarsi e di svolgere le proprie funzioni ecologiche, economiche e sociali, senza danneggiare altri ecosistemi (Forest Europe, 1993). Tradurre questo principio in scelte concrete richiede strumenti di pianificazione forestale, ossia strumenti normativi e tecnici che, alle diverse scale territoriali, stabiliscono obiettivi, priorità e modalità di intervento sui boschi.

A scala europea il quadro di riferimento è oggi delineato dalla Strategia Forestale dell'Unione europea, adottata una prima volta nel 2013 (European Commission, 2013) e ridefinita dalla nuova Strategia forestale dell'UE per il 2030 (European Commission, 2021), una delle iniziative faro del *Green Deal* europeo. Essa è strettamente connessa alla Strategia dell'UE sulla biodiversità per il 2030 (European Commission, 2020) e, più di recente, al Regolamento sul ripristino della natura (Regolamento UE 2024/1991), che fissa obiettivi vincolanti di ripristino degli ecosistemi, foreste comprese. L'insieme di questi documenti pone la quantità e la qualità delle foreste, la

loro protezione, il ripristino e la resilienza al centro dell'azione ambientale e climatica dell'Unione.

In Italia questi indirizzi sono stati recepiti con il Testo unico in materia di foreste e filiere forestali (D.Lgs. 34/2018) noto come TUFF, ovvero la legge quadro che oggi orienta e coordina il settore. Il TUFF riprende e supera il precedente D.Lgs. 227/2001, ne conferma la definizione di bosco e i principi della gestione attiva sostenibile, ma introduce per la prima volta un'organizzazione complessiva del settore, una struttura gerarchica della pianificazione, criteri per la trasformazione e la compensazione delle superfici boscate, il riconoscimento dei boschi di neoformazione e l'impulso alla certificazione e alla tracciabilità del legno (Corona et al., 2022).

Questa evoluzione può essere letta come una successione di fasi, ciascuna caratterizzata dalla funzione di volta in volta attribuita al bosco (Romano, 2018; Corona et al., 2020). Una prima svolta organica nella gestione pubblica dei boschi si deve alla legge Luzzatti del 2 giugno 1910, n. 277, "Provvedimenti per il demanio forestale di Stato e per la tutela e l'incoraggiamento della silvicoltura", che istituisce l'Azienda Speciale del Demanio Forestale per l'acquisto e l'amministrazione di nuove foreste pubbliche e riorganizza il Corpo Reale Forestale, segnando il passaggio da una visione puramente repressiva della tutela boschiva a una strategia orientata alla prevenzione del dissesto e alla valorizzazione economica del legno. La seconda fase, inaugurata dalla legge Serpieri (R.D. 3267/1923), è imperniata sulla difesa idrogeologica del suolo e istituisce il vincolo idrogeologico, riconoscendo nel bosco anzitutto un presidio di stabilità dei versanti e dei bacini montani. Con la legge "Quadrifoglio" (L. 984/1977) si afferma una terza fase, di rivalutazione della funzione produttiva, che reinquadra il bosco come risorsa economica nell'ambito del coordinamento degli interventi pubblici nel settore agricolo e forestale. La quarta fase, segnata dalla legge Galasso (L. 431/1985), introduce la dimensione ambientale e paesaggistica, sottoponendo per legge i territori coperti da boschi e foreste a tutela paesaggistica, principio poi confluito nel Codice dei beni culturali e del paesaggio (D.Lgs. 42/2004, art. 142). Il D.Lgs. 227/2001 apre una quinta fase, che distingue la tutela dell'ambiente dalla valorizzazione dei beni ambientali e che, soprattutto, demanda alle Regioni la definizione di bosco, fissandone a livello statale una nozione meramente residuale. Il TUFF (D.Lgs. 34/2018) ed i successivi decreti attuativi

rappresentano la fase attuale, di riordino e sistematizzazione. Su questa stratificazione si innesta il nodo del riparto di competenze tra Stato e Regioni, decisivo per comprendere la natura del TUFF. Prima della riforma del Titolo V della Costituzione (L. cost. 3/2001) la materia forestale era di competenza concorrente, con lo Stato a dettare i principi fondamentali e le Regioni a legiferare nel dettaglio. Dopo la riforma essa rientra nella competenza residuale regionale, ma resta fortemente condizionata dalla tutela dell'ambiente e dell'ecosistema, attribuita in via esclusiva allo Stato (art. 117 Cost.). La Corte costituzionale, con la sentenza n. 105/2008, ha precisato che sullo stesso bene "boschi e foreste" insistono due distinti beni giuridici, un bene ambientale, di valore primario e assoluto, riferito alla multifunzionalità ecologica del bosco e tutelato dallo Stato, e un bene patrimoniale, riferito alla funzione economico-produttiva e di competenza regionale. La competenza regionale può quindi esercitarsi solo entro i limiti invalicabili posti dallo Stato a tutela dell'ambiente e nel rispetto della sostenibilità degli ecosistemi forestali (Corte cost., sent. n. 105/2008). È su questa competenza ambientale esclusiva che il TUFF fonda il proprio carattere di legge quadro nazionale. Tale fondamento ha una ricaduta diretta sull'oggetto stesso del presente lavoro. Il TUFF, infatti, supera la frammentazione delle definizioni regionali derivata dal 227/2001 stabilendo, per le materie di competenza esclusiva statale, una definizione di bosco valida sull'intero territorio nazionale, articolata nella ripartizione tra bosco (art. 3), aree assimilate a bosco (art. 4) e aree escluse dalla definizione di bosco (art. 5), e fondata sui consueti parametri dimensionali (superficie non inferiore a 2.000 m², larghezza media non inferiore a 20 m, copertura arborea superiore al 20%), pur lasciando alle Regioni la facoltà di adottare definizioni integrative che non riducano il livello di tutela (art. 3, comma 4). Proprio perché ciascuna fonte cartografica e inventariale adotta una propria soglia di bosco, come si vedrà nel Capitolo 2, l'esistenza di una definizione normativa nazionale di riferimento costituisce il criterio rispetto al quale leggere le divergenze tra le superfici stimate. Nelle Marche la disciplina di settore è costituita dalla legge forestale regionale (L.R. 6/2005), successivamente modificata dalle L.R. 3/2014, 3/2015 e 15/2017, oltre che dalle Prescrizioni di Massima e di Polizia Forestale (PMPF) regionali, attualmente disciplinate dalla Deliberazione della Giunta regionale n. 1732 del 17 dicembre 2018, che ha abrogato le precedenti DD.GG.RR. n. 2585/2001 e n. 16/2017 (Regione

Marche, 2018). Poiché l'ultimo intervento legislativo regionale (2017) precede l'entrata in vigore del TUFF (2018), diversi suoi contenuti non risultano allineati ai nuovi principi e definizioni nazionali (Storti, 2023). Le principali criticità riguardano la definizione di bosco (art. 2 della L.R. 6/2005, da raccordare con gli artt. 3 e 4 del TUFF); il regime delle autorizzazioni e comunicazioni di taglio (art. 10 della L.R. 6/2005, che affida l'autorizzazione alle Unioni Montane o alle Province con riferimento alle PMPF, laddove il TUFF razionalizza tale regime e lo coordina con la pianificazione di gestione); e la trasformazione del bosco con la relativa compensazione (art. 12 della L.R. 6/2005, da allineare all'art. 8 del TUFF). A ciò si aggiunge un elemento di obsolescenza formale, il ripetuto richiamo, nella legge regionale, al Corpo Forestale dello Stato, le cui funzioni sono state assorbite dall'Arma dei Carabinieri ai sensi del D.Lgs. 177/2016. Il raccordo della normativa regionale con il TUFF e con la pianificazione su quattro livelli richiamata di seguito costituisce pertanto uno dei compiti principali del nuovo Programma Forestale Regionale. In particolare, il suo articolo 6 riorganizza la pianificazione forestale su quattro livelli gerarchici (Corona et al., 2022): la Strategia Forestale Nazionale (SFN), indirizzo generale di competenza statale adottato nel 2021 (MASAF, 2022); il Programma Forestale Regionale (PFR), che contestualizza obiettivi e priorità nazionali nelle condizioni specifiche di ciascuna regione; il Piano Forestale di Indirizzo Territoriale (PFIT), a scala comprensoriale o sovra-aziendale; infine, a scala aziendale e operativa, il Piano di Gestione Forestale (PGF), erede dei tradizionali piani di assestamento forestale. Il secondo di questi livelli, il PFR, costituisce l’oggetto di interesse del presente lavoro.

Nelle Marche lo strumento di indirizzo del settore è stato finora il Piano Forestale Regionale, approvato nel 2009 in attuazione della Legge regionale 23 febbraio 2005, n. 6 (Regione Marche, 2009). Pur avendo rappresentato per oltre 15 anni il riferimento delle politiche forestali regionali, esso era costruito come un’ampia lista di obiettivi priva di una gerarchia di priorità, un documento dal valore essenzialmente amministrativo che adempiva a un obbligo di legge piuttosto che uno strumento tecnico-strategico, e privo di una linea operativa capace di orientare concretamente le scelte gestionali della Regione Marche. Rispetto all'impianto previsto dal TUFF il quadro regionale è inoltre ancora incompleto, la Regione dispone delle Prescrizioni di

massima e di polizia forestale, oggi disciplinate dalla D.G.R. n. 1732/2018 (Regione Marche, 2018), e di alcuni Piani particolareggiati di gestione e assestamento forestale (PPGAF), riferiti soprattutto alle proprietà pubbliche e demaniali, e ad ora un solo Piano Forestale di Indirizzo Territoriale, realizzato per l'Unione Montana Cartia-Nerone. Con il TUFF, inoltre, il livello della politica regionale forestale cambia natura: non è più un semplice "Piano" dal valore amministrativo, ma un "Programma" finalizzato a definire obiettivi e priorità regionali coerenti con la Strategia forestale nazionale.

Obiettivi generali e specifici della tesi

L'esigenza di un nuovo strumento d'indirizzo per la politica forestale regionale nasce da un contesto profondamente mutato, l'evoluzione dell'uso del suolo e l'espansione dei boschi di neoformazione legata all'abbandono delle aree interne, gli effetti dei cambiamenti climatici, l'aggiornamento del quadro normativo europeo e nazionale e, non da ultimo, la crescente disponibilità di inventari, basi cartografiche e strumenti di analisi e monitoraggio spazio-temporale. Per queste ragioni la Regione Marche ha avviato la redazione del nuovo Programma Forestale Regionale, individuando nell'Area Sistemi Forestali del Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Ambientali (D3A) di UNIVPM il soggetto incaricato del supporto tecnico-scientifico. È in questo percorso che si inserisce la presente tesi, come contributo preliminare alla costruzione di una base conoscitiva aggiornata e criticamente validata. Il lavoro non propone ancora un nuovo strumento di pianificazione, ma ne costituisce un prodromo, concentrandosi su due aspetti fondamentali: i) la quantificazione e il confronto della copertura forestale regionale a partire dalle diverse fonti ufficiali, Occorre però sottolineare che queste fonti, dalla storica Carta Forestale del Regno d'Italia (CFRI, 1936) all'Inventario e Carta Forestale Regionale (ICFR, 2001), dalla Carta Forestale d'Italia (CFI 2020) agli Inventari Forestali Nazionali (INFC 2005 e 2015), fino al layer bosco della Carta Tecnica Regionale (CTR 2019) e alla cartografia CORINE Land Cover (EEA, 2018), sono tipologicamente differenti e costruite a scale, con definizioni e con finalità diverse, e non sono quindi direttamente confrontabili. Proprio questa eterogeneità, se non riconosciuta criticamente, rischia di restituire un quadro incoerente delle risorse

forestali regionali, chiarirla, analizzando le criticità nell'aggiornamento delle superfici e delle tipologie forestali attraverso esempi relativi a categorie di particolare interesse, è una delle principali motivazioni di questo lavoro; ii) la quantificazione e qualificazione delle utilizzazioni forestali regionali sulla base di dati ufficiali raccolti presso enti territoriali centrali e periferici. Occorre però sottolineare che le fonti disponibili sono tipologicamente differenti con definizioni e con finalità diverse e le carte costruite a scale, impedendo un confronto omologo. Questa eterogeneità, se non riconosciuta criticamente, rischia di restituire un quadro incoerente delle risorse forestali regionali, ed deve quindi essere chiarita. Partendo da strumenti conoscitivi già esistenti se ne valutano così l'utilità e i limiti, individuando le esigenze informative ancora da colmare in vista della redazione del nuovo Programma Forestale Regionale delle Marche.

CAPITOLO 1 - IL CONTESTO TERRITORIALE REGIONALE

1.1 Superficie, popolazione, densità

La Regione Marche occupa il settore centro-orientale della penisola italiana e si estende lungo il versante adriatico dell'Appennino centrale per una superficie complessiva di 9.344 km² (Regione Marche, 2024). Il territorio regionale confina a nord con Emilia-Romagna e Repubblica di San Marino, ad ovest con Toscana e Umbria, a sud con Abruzzo e Lazio e ad est con il Mare Adriatico.

Dal punto di vista amministrativo è suddivisa in cinque province: Pesaro e Urbino, Ancona, Macerata, Fermo e Ascoli Piceno. Comprende complessivamente 225 comuni (Regione Marche, 2024). Al 31 dicembre 2022 la popolazione residente ammontava a 1.484.298 abitanti, pari al 2,5% della popolazione italiana, con una densità media di 159 ab/km², sensibilmente inferiore al valore nazionale di 195 ab/km² (ISTAT, 2024). L'organizzazione territoriale è caratterizzata dalla presenza diffusa di centri di piccola e media dimensione, il 54% dei comuni conta meno di 3.000 abitanti, e da una forte articolazione tra ambiti costieri, collinari e montani. La popolazione si concentra nella provincia di Ancona (461.655 abitanti, 31,1% del totale regionale), seguita da Pesaro e Urbino (349.529; 23,5%), Macerata (303.828; 20,5%), Ascoli Piceno (201.462; 13,6%) e Fermo (167.824; 11,3%) (ISTAT, 2024). La struttura fisica del territorio risulta dominata dalla componente collinare, che nel complesso rappresenta circa il 69% della superficie regionale, ripartita tra collina interna (35%; 3.281 km²) e collina litoranea (34%; 3.185 km²), mentre le aree di montagna interna occupano il restante 31% (2.878 km²); del tutto limitata è l'estensione delle superfici pianeggianti, concentrate lungo la fascia costiera e nei principali fondivalle (Regione Marche, 2024). Dal punto di vista altimetrico il territorio presenta un andamento trasversale rispetto alla costa adriatica, con quote che aumentano progressivamente procedendo verso il settore appenninico interno (Fig.1.1 e 1.2). Tale configurazione determina condizioni

ambientali fortemente diversificate su distanze relativamente ridotte e influenza la distribuzione degli usi del suolo e delle principali componenti del paesaggio regionale.



Figura 1.1 Vista della dorsale Appenninica dal versante del Monte San Vicino (dorsale marchigiana) verso la vallata di Matelica, con la successione di fasce collinari e montane che caratterizza il paesaggio marchigiano.



Figura 1.2 Versante appenninico interno con faggeta autunnale (Monte Priora, Monti Sibillini). Foto G. Morelli.

La distribuzione della popolazione non risulta omogenea e ricalca l'articolazione altimetrica del territorio. Pur essendo classificato come collinare l'82,2% dei comuni, in essi risiede la quasi totalità della popolazione (93,5%), mentre meno di un comune

su cinque è classificato come montano e vi vive appena il 6,5% degli abitanti (ISTAT, 2024). La fascia della collina litoranea, che ospita i principali poli urbani e i sistemi costieri, concentra da sola il 72,7% dei residenti, a fronte del 20,8% della collina interna e del 6,5% della montagna interna (Tabella 1.1). Le aree interne mostrano quindi densità nettamente inferiori, una maggiore frammentazione insediativa e una struttura demografica più anziana, con indici di vecchiaia che salgono da 209,1 nella collina litoranea a 239,7 nella collina interna e a 270,3 nella montagna interna (ISTAT, 2024).

Tabella 1.1 Distribuzione della popolazione residente delle Marche per zona altimetrica al 31 dicembre 2022 (ISTAT, 2024).

Zona altimetrica	Comuni (n.)	Popolazione (n. ab)	Popolazione (%)	Var. % 2021-22	Indice vecchiaia*
Collina litoranea	94	1.079.415	72,7	0,0	209,1
Collina interna	91	308.806	20,8	-0,7	239,7
Montagna interna	40	96.077	6,5	-0,8	270,3
Regione Marche	225	1.484.298	100,0	-0,2	218,8

**L'indice di vecchiaia esprime il rapporto percentuale tra la popolazione di 65 anni e oltre e la popolazione di 0-14 anni [(pop. ≥65 / pop. 0-14) × 100]; un valore di 100 indica equilibrio tra le due fasce, valori superiori una popolazione a maggiore invecchiamento relativo.*

Le aree interne rappresentano una componente rilevante del territorio sia in termini spaziali sia per il ruolo che svolgono nella conservazione del paesaggio e delle risorse naturali. Il quadro demografico regionale è da tempo orientato alla contrazione. Dopo il massimo del 2011 (circa 1,539 milioni di residenti) la popolazione è progressivamente diminuita fino a 1.484.298 abitanti nel 2022, con una flessione di 2.852 unità rispetto all'anno precedente (-0,2%), determinata da un saldo naturale fortemente negativo (-10.827) solo in parte compensato dai saldi migratori (ISTAT, 2024). Le proiezioni regionali confermano la tendenza, prefigurando un calo verso 1,45 milioni di abitanti al 2030 e 1,332 milioni al 2050 (Regione Marche, 2024). Tale dinamica colpisce in misura maggiore i territori interni e la progressiva riduzione della popolazione residente, accompagnata dalla contrazione dei servizi e delle attività tradizionali, ha contribuito ad una crescente marginalizzazione di numerosi comuni dell'Appennino marchigiano, fenomeno riconosciuto anche nell'ambito della Strategia Nazionale per le Aree Interne (SNAI). Le superfici agricole risultano prevalenti nelle aree collinari e vallive, mentre le superfici forestali si concentrano soprattutto nei settori interni e montani. Le aree artificializzate e industriali risultano per lo più

localizzate lungo il sistema costiero e nei principali assi infrastrutturali. Per consumo di suolo si intende la perdita, tendenzialmente permanente e irreversibile, di superficie naturale, agricola o comunque non edificata, a causa della sua trasformazione in una copertura artificiale, dovuta alla costruzione di edifici, infrastrutture o altre coperture impermeabili del suolo (ISPRA, 2024). Un ulteriore elemento di interesse è quindi rappresentato appunto da questo fenomeno. Al 31 dicembre 2024 la superficie consumata nelle Marche ammontava a 65.141 ettari, pari al 7,00% del territorio regionale, con un incremento di 176 ettari rispetto all'anno precedente (ARPA Marche, 2025). Il fenomeno è fortemente concentrato lungo il sistema costiero e nei principali assi vallivi, nei primi 300 metri dalla linea di costa la quota di suolo consumato è circa doppia rispetto al resto del territorio e raggiunge i valori più elevati in comuni costieri (ARPA Marche, 2025). Tale fenomeno determina modificazioni permanenti delle caratteristiche fisiche e della continuità del mosaico territoriale.

1.2 Caratteri topografici, geologici e dei suoli

Dal punto di vista morfologico il territorio può essere suddiviso in tre principali sistemi: il settore montano appenninico, la fascia collinare periadriatica e le limitate aree pianeggianti costiere e vallive (Regione Marche, 2009). Il settore montano occupa il margine occidentale della regione ed è costituito prevalentemente dalle dorsali carbonatiche pre-appenniniche e appenniniche orientate in direzione nord-ovest/sud-est. Le principali strutture sono rappresentate dalla dorsale marchigiana e dalla dorsale umbro-marchigiana, che convergono nel settore meridionale nel massiccio dei Monti Sibillini (Biondi et al., 2002). I rilievi montani sono caratterizzati prevalentemente da substrati calcarei e calcareo-marnosi, che hanno favorito lo sviluppo di forme carsiche superficiali e profonde. Accanto alle litologie carbonatiche, nel settore appenninico meridionale affiorano tuttavia anche i terreni silicoclastici del flysch della Laga (arenarie e conglomerati dei Monti della Laga), su cui si sviluppano suoli a reazione acida che ospitano faggete acidofile e castagneti, formazioni altrimenti rare su substrato calcareo (Biondi et al., 2010). Procedendo verso est il territorio evolve nella fascia collinare periadriatica, che rappresenta il sistema morfologico dominante della regione. Tale settore è costituito principalmente da depositi argillosi, arenacei e

marnosi appartenenti alla successione torbiditica umbro-marchigiana ed è caratterizzato da versanti articolati alternati a incisioni vallive di differente profondità. Le caratteristiche litologiche e morfologiche di queste aree influenzano in modo significativo la stabilità dei versanti e la suscettibilità ai fenomeni erosivi e franosi. Il settore orientale comprende invece le limitate aree pianeggianti costiere e vallive, costituite prevalentemente da depositi alluvionali recenti. Queste superfici si concentrano lungo il margine adriatico e nei fondivalle e rappresentano gli ambiti territoriali maggiormente interessati dalle trasformazioni insediative e infrastrutturali. I suoli presentano una marcata variabilità in relazione alle condizioni geologiche, morfologiche e climatiche locali, sintetizzate dalla Carta dei Sistemi di Terre e dei Sottosistemi Pedologici in scala 1:250.000 prodotta dall'Osservatorio Regionale Suoli (Regione Marche, 2018). Nelle aree montane prevalgono generalmente profili poco profondi e ricchi di scheletro, spesso riconducibili a suoli poco evoluti (Regosuoli e Leptosuoli), mentre nei contesti collinari e vallivi si osservano suoli più sviluppati e differenziati, con maggiore presenza di Cambisuoli e, sui substrati argillosi, di Vertisuoli. Tali caratteristiche influenzano la disponibilità idrica, i processi di accumulo della sostanza organica e le dinamiche di evoluzione del paesaggio.

La complessità litologica e morfologica descritta si traduce in un'organizzazione del territorio per sistemi di terre, ossia unità di paesaggio fisico che integrano substrato geologico, morfologia e tipologie di suolo (Tazioli, 2026). Nelle Marche si riconoscono otto sistemi principali (Figura 1.3): i rilievi appenninici calcarei delle dorsali interne; i rilievi appenninici marnoso-arenacei, riferibili al settore della Laga e dell'Alpe della Luna; le argille scagliose settentrionali del Montefeltro; i flysch terrigeni del settore meridionale; i rilievi collinari interni e quelli sub-appenninici; gli estesi rilievi collinari periadriatici, che occupano gran parte del versante adriatico; e i fondovalle principali dei corsi d'acqua. Questa articolazione riflette il passaggio, da ovest verso est, dai domini carbonatici e silicoclastici appenninici ai depositi pelitico-arenacei e argillosi del bacino periadriatico, fino alle alluvioni recenti di fondovalle.

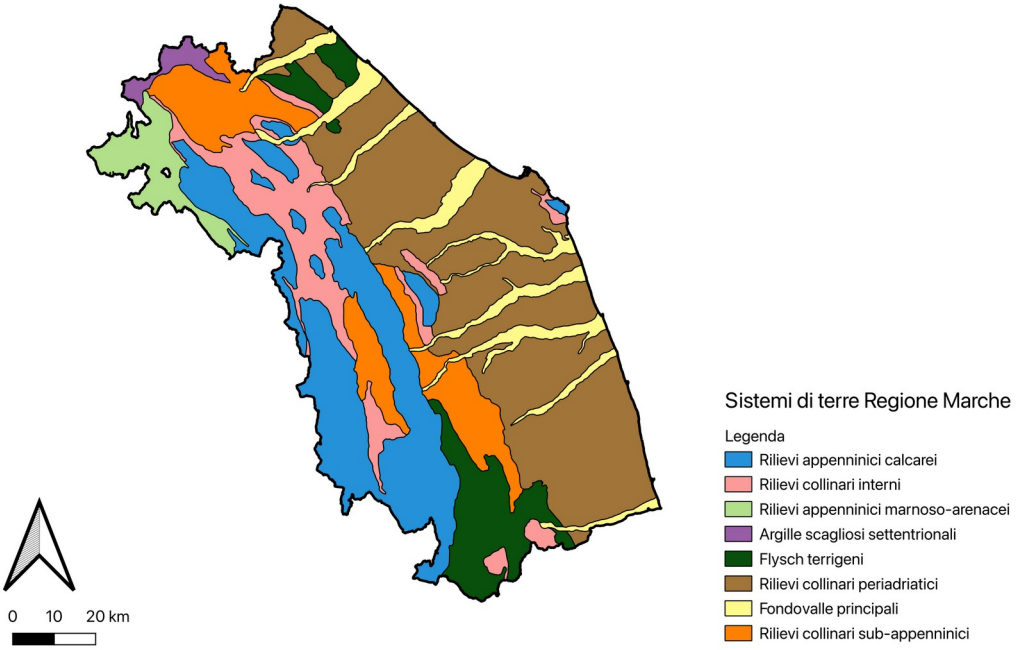


Figura 1.3 Carta dei sistemi di terre della Regione Marche. Il territorio è ripartito in unità fisiografiche definite dalla combinazione di substrato, morfologia e suoli: rilievi appenninici calcarei, rilievi appenninici marnoso-arenacei, argille scagliose settentrionali, flysch terrigeni, rilievi collinari interni e sub-appenninici, rilievi collinari periadriatici e fondovalle principali.

Sotto il profilo idrogeologico il territorio regionale può essere suddiviso in complessi idrologici a diverso grado di permeabilità (Tazioli, 2026) (Figura 1.4). Il complesso calcareo, corrispondente alle dorsali carbonatiche appenniniche, ospita i principali acquiferi basali e le sorgenti regionali più importanti; il complesso dei depositi alluvionali dei grandi corsi d'acqua costituisce gli acquiferi di fondovalle, intensamente sfruttati a scopo idropotabile e irriguo; il complesso dei flysch e quello delle rocce impermeabili (argille e marne), a permeabilità bassa o nulla, caratterizzano gran parte della fascia collinare; completano il quadro il complesso delle sabbie e, in forma localizzata, quello delle rocce cristalline. La netta prevalenza, nel settore collinare periadriatico, di terreni a bassa permeabilità spiega il carattere marcatamente torrentizio del reticolo idrografico e la concentrazione delle risorse idriche sotterranee strategiche nei massicci calcarei interni.

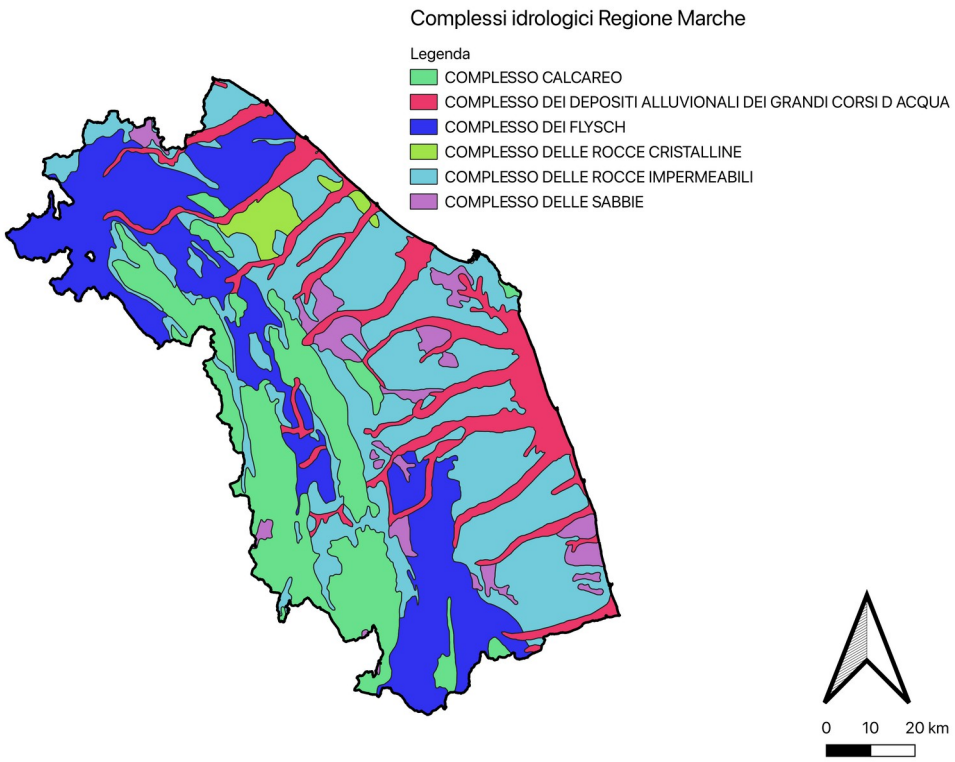


Figura 1.4 Carta dei complessi idrologici della Regione Marche, distinti per litologia e grado di permeabilità: complesso calcareo, complesso dei depositi alluvionali dei grandi corsi d'acqua, complesso dei flysch, complesso delle rocce cristalline, complesso delle rocce impermeabili e complesso delle sabbie.

L'assetto idrogeologico delle Marche presenta condizioni di elevata fragilità in relazione alla presenza diffusa di versanti acclivi, litologie suscettibili ai fenomeni erosivi e dinamiche geomorfologiche attive. Il reticolo idrografico regionale è organizzato in una successione di bacini disposti trasversalmente alla costa, con corsi d'acqua brevi, paralleli e a regime prevalentemente torrentizio. Da nord a sud si riconoscono i bacini principali del Foglia, Metauro, Cesano, Misa, Esino, Musone, Potenza, Chienti, Tenna, Ete Vivo, Aso e Tronto; il più esteso è quello del Metauro (circa 121 km di lunghezza e un bacino di 1.325 km²). Sotto il profilo amministrativo l'intero territorio regionale ricade nel distretto idrografico dell'Appennino Centrale, la cui Autorità di bacino distrettuale governa la pianificazione di settore; la difesa dal dissesto è disciplinata dal Piano stralcio di bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI), nella versione vigente per le Marche aggiornata al Decreto Segretariale n. 33 del 13 febbraio 2024, che perimetra le aree a diversa pericolosità da frana e idraulica (Autorità di bacino distrettuale dell'Appennino Centrale, 2024).

La rilevanza del dissesto è confermata dai dati nazionali, le Marche rientrano tra le dieci regioni italiane con il 100% dei comuni interessati da aree a pericolosità da frana elevata e molto elevata (P3-P4), a pericolosità idraulica media e/o da erosione costiera (ISPRA, 2024). La fragilità del territorio si è manifestata molte volte, ma in modo particolarmente drammatico con l'evento alluvionale del settembre 2022, che ha prodotto esondazioni diffuse lungo le aste fluviali principali e secondarie del settore centro-settentrionale della regione. L'intensificarsi degli eventi meteorologici estremi connessi ai cambiamenti climatici è destinato ad accentuare ulteriormente tali criticità.

In questo quadro la copertura forestale assume, se adeguatamente gestita, un rilievo non secondario, regolando il deflusso superficiale, trattenendo il suolo e contenendo l'erosione lungo i versanti acclivi, il bosco sostenibilmente gestito rappresenta uno dei principali fattori di stabilizzazione idrogeologica del territorio regionale, e proprio per questo la sua distribuzione e la sua gestione costituiscono uno snodo centrale per le politiche di difesa del suolo, oltre che per quelle forestali in senso stretto.

1.3 Il clima e i suoi cambiamenti

Le Marche presentano condizioni climatiche molto variabili in relazione alla complessa articolazione geomorfologica del territorio regionale. La presenza della catena appenninica, delle aree collinari interne e della fascia costiera adriatica determina infatti significative differenze climatiche sia lungo il gradiente altitudinale sia tra i settori interni e quelli costieri. Secondo la classificazione bioclimatica proposta da Rivas-Martínez et al. (2001), la maggior parte del territorio regionale rientra nel macrobioclima temperato, articolato nei piani bioclimatici mesotemperato, supratemperato, orotemperato e criorotemperato. Una limitata porzione costiera meridionale, localizzata prevalentemente a sud del Monte Conero, ricade invece nel macrobioclima mediterraneo, con piano bioclimatico mesomediterraneo (Biondi et al., 2002). Le temperature medie risultano fortemente influenzate dall'altitudine e dalla distanza dal mare, nella fascia costiera e medio-collinare si registrano valori medi di 20-25 °C in estate e 5-10 °C in inverno, mentre nei settori appenninici interni, in particolare sui Monti Sibillini, decrescono progressivamente (Regione Marche, 2025). Anche le precipitazioni seguono il gradiente orografico, nel periodo di riferimento

1981-2010 si passa dai circa 500 mm annui della costa agli oltre 1.000 mm della fascia appenninica, con punte locali superiori ai 1.200 mm; il minimo cade nei mesi estivi, in particolare a luglio, mentre gli apporti maggiori si concentrano tra il tardo autunno e l'inverno (Regione Marche,PRACC, 2025).

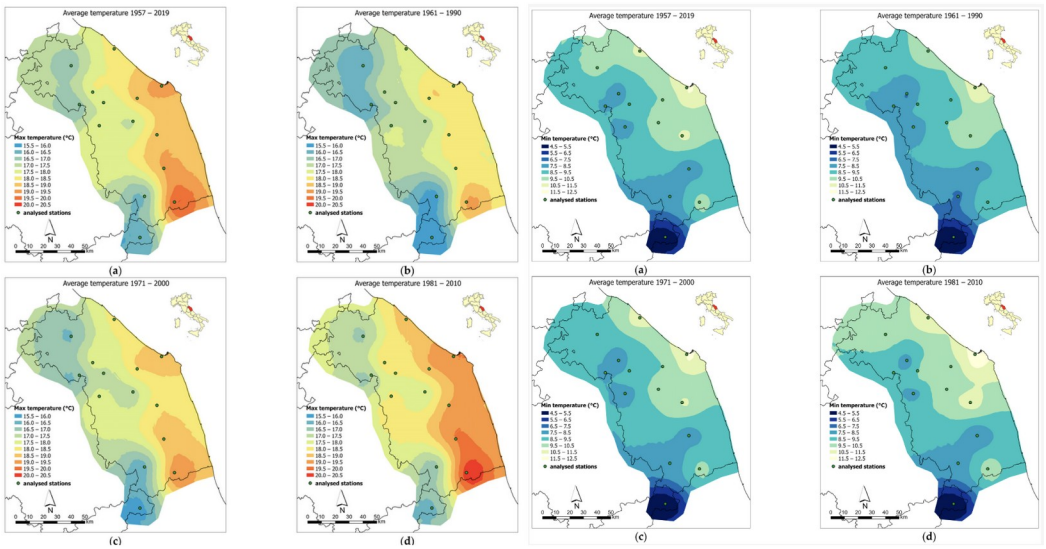


Figura 1.5 Temperature massime (a-d) e minime (a-d) medie regionali nei periodi 1957-2019, 1961-1990, 1971-2000 e 1981-2010, per un totale di otto mappe (Soldini et al., 2025).

Dai dati a disposizione si evince un chiaro segnale di cambiamento, documentato anche dai dati osservativi della rete agrometeorologica regionale, basati su 30 stazioni rappresentative dell'intero territorio per il periodo 2000-2023 rispetto al trentennio 1991-2020. Le temperature mostrano un riscaldamento avviatosi già dalla metà degli anni Ottanta e accentuatosi con il nuovo millennio, dal 2000, 18 anni su 24 sono risultati più caldi della media, con il 2022 e il 2023 da record e l'ultimo anno più freddo della norma nel 2013 (Sanchioni, 2024). Il riscaldamento interessa tutte le stagioni ma è più rapido in estate, con ondate di calore sempre più frequenti e temperature massime che superano i 35 °C e talora i 40 °C. Coerentemente, gli indici climatici ETCCDI, un insieme di indici standardizzati definiti dall'*Expert Team on Climate Change Detection and Indices* dell'Organizzazione Meteorologica Mondiale (WMO), utilizzati a livello internazionale per descrivere in modo confrontabile gli estremi di temperatura e precipitazione a partire dai dati climatici giornalieri, registrano una diminuzione dei giorni di gelo e un aumento dei giorni estivi, delle notti tropicali, della durata della stagione vegetativa e dell'escursione termica giornaliera (Sanchioni, 2024). Lo stesso

andamento emerge dall'analisi delle serie termometriche regionali di lungo periodo (1957-2019), che evidenzia tendenze significative di crescita degli estremi caldi e di riduzione di quelli freddi, con un netto incremento delle ondate di calore a partire dai primi anni Ottanta (Soldini & Darvini, 2025).

Le precipitazioni totali annue non mostrano invece una tendenza di cambiamento statisticamente significativa; piuttosto il si osserva una variazione della loro distribuzione temporale. Si evidenziano un inasprimento della siccità estiva e un allungamento dei periodi asciutti consecutivi (indice CDD) in oltre la metà delle stazioni, a fronte di un'intensificazione delle piogge a scala giornaliera, con aumento dell'intensità (SDII) e della frequenza degli eventi molto intensi (Sanchioni, 2024). L'episodio più estremo di questa tendenza è stata l'alluvione del 15 settembre 2022, quando un sistema temporalesco autorigenerante stazionato sulle aree interne delle province di Ancona e Pesaro-Urbino ha prodotto picchi orari superiori ai 90 mm, con gravi danni e vittime (Sanchioni, 2024).

Le proiezioni climatiche regionali al 2050 (periodo 2039-2068) elaborate nel PRACC prefigurano un'intensificazione delle tendenze già in atto (Regione Marche, 2025; IPCC, 2023). Oltre all'ulteriore aumento delle temperature, delle ondate di calore e dei giorni asciutti consecutivi (CDD atteso in crescita di circa il 37%), le proiezioni quantificano una riduzione delle precipitazioni annue del 10-12%, particolarmente marcata in estate (circa -38%), a fronte di un'intensità giornaliera degli eventi in aumento. Rilevanti le ricadute attese sul ciclo idrologico, riduzione dell'innevamento fino all'85% alle quote di 100-300 m e di circa il 30% oltre i 1.000 m, calo delle portate estive dei principali corsi d'acqua di circa il 40% e dell'umidità dei suoli di circa il 10%, con gli effetti più severi concentrati nelle aree interne, che si confermano i settori più vulnerabili.

Le conseguenze per gli ecosistemi forestali sono dirette. La siccità estiva e lo stress idrico, più accentuati nelle aree collinari e submontane, possono ridurre la vitalità delle specie più sensibili e favorire fenomeni di deperimento, mentre l'aumento delle temperature può promuovere l'espansione altitudinale delle specie termofile e una progressiva modificazione della composizione floristica delle comunità forestali. Aumenta inoltre il rischio di incendi boschivi date le elevate temperature estive, i prolungati periodi siccitosi e l'accumulo di biomassa nelle aree interessate

dall'abbandono gestionale creano condizioni favorevoli all'innesco e alla propagazione, la cui pericolosità meteorologica è valutata a scala europea mediante il *Canadian Fire Weather Index* (FWI). Nelle Marche l'innesco resta peraltro prevalentemente di origine antropica e di natura colposa (Regione Marche, 2025).

1.4 Assetto vegetazionale

L'assetto vegetazionale è il risultato dell'interazione tra condizioni climatiche, geomorfologiche e stazionali che determinano una marcata diversificazione delle comunità vegetali regionali (Biondi et al., 2002; Regione Marche, 2009). Dal punto di vista biogeografico il territorio regionale ricade prevalentemente nella provincia Appennino-Balcanica, mentre una limitata fascia costiera meridionale risente dell'influenza della provincia Adriatica e di elementi mediterranei (Rivas-Martínez et al., 2001). La distribuzione della vegetazione segue principalmente il gradiente altitudinale e climatico del territorio e può essere descritta attraverso le serie di vegetazione individuate da Biondi et al. (2010), che mettono in relazione le diverse tipologie forestali con i piani bioclimatici e i substrati. Alle quote più elevate dell'Appennino interno si sviluppano le faggete del piano supratemperato (Fig.1.6). Sui substrati carbonatici prevalgono faggete neutro-basofile, riferibili alle serie del *Cardamino kitaibelii-Fagetum sylvaticae* alle quote superiori e del *Lathyro veneti-Fagetum sylvaticae* nelle faggete basso-montane; sui substrati silicoclastici del flysch della Laga e dell'Alpe della Luna si insediano invece faggete acidofile, talora con abete bianco (*Abies alba*), riconducibili alla serie del *Solidagini virgaureae-Fagetum sylvaticae* (Biondi et al., 2010).



Figura 1.6 Faggeta d'alta quota nell'Appennino marchigiano (Foce di Montemonaco - Foto G. Morelli)

Al di sotto della fascia del faggio, nel piano mesotemperato, si estende la fascia più ampia e diffusa della regione, dominata dai boschi di carpino nero e dagli orno-ostrieti (*Ostrya carpinifolia*) (Fig. 1.7), sulle dorsali calcaree è frequente la serie dello *Scutellario columnae-Ostryetum carpinifoliae*, mentre nei settori collinari sublitoranei più termofili si afferma l'*Asparago acutifolii-Ostryetum carpinifoliae*.



Figura 1.7 Ceduo di orno-ostrieto (Ostrya carpinifolia) nel territorio di Montefortino (FM). (Foto G. Morelli)

A questa fascia appartengono anche i querceti a dominanza di caducifoglie come i boschi di roverella (*Quercus pubescens*), legati ai versanti più caldi e asciutti dei settori collinari esterni e costieri (serie del *Roso sempervirentis-Quercetum pubescentis*), e le cerrete (*Quercus cerris*), strettamente associate ai substrati marnoso-arenacei e argillosi e riferibili a serie quali l'*Aceri obtusati-Quercetum cerris* (Biondi et al., 2010). Sui substrati silicoclastici della Laga si rinvengono inoltre i castagneti (*Castanea sativa*), in gran parte di origine antropica. Nei settori più caldi e nelle stazioni rupestri, in particolare lungo le gole calcaree interne e nel promontorio del Monte Conero, compaiono le formazioni a carattere mediterraneo del piano mesomediterraneo (Fig. 1.8), con leccete (*Quercus ilex*) riferibili alle serie del *Cyclamino hederifolii-*

Quercetum ilicis nelle stazioni termofile e del *Cephalanthero longifoliae-Quercetum ilicis* in quelle più mesofile (Biondi et al., 2010).



Figura 1.8 Fascia costiera (copertura forestale a prevalenza di leccete e rimboschimenti di conifere) e collina litoranea (querceti e orno-ostrieti) dal Monte Conero. (Foto G. Morelli)

Accanto alle formazioni zonali assumono infine rilievo gli ambienti ripariali, legati alla dinamica fluviale e dominati da saliceti e pioppeti (serie del *Salicetum albae*) e da boschi a frassino meridionale, oggi fortemente ridotti e frammentati rispetto alle condizioni storiche a causa delle trasformazioni che hanno interessato il sistema vallivo regionale (Fig. 1.9) (Biondi et al., 2010; Regione Marche, 2009).



Figura 1.9 Vegetazione ripariale a saliceto lungo il fiume Ambro a Montefortino. (Foto G. Morelli).

Sul piano della loro incidenza relativa, queste formazioni non hanno tutte lo stesso peso. Le quattro categorie più diffuse e stabili sono i querceti di roverella (circa il 31% della superficie forestale regionale), gli orno-ostrieti (circa il 24%), le cerrete (circa l'11%) e le faggete (circa l'8%), costituiscono insieme circa il 72% della superficie forestale regionale; il restante 28% è rappresentato in prevalenza da cenosi più dinamiche e di recente formazione, quali formazioni ripariali, rimboschimenti di conifere, cedui di castagno, latifoglie miste, robinieti-ailanteti e arbusteti (Urbinati, 2009). Tali categorie, articolate in numerosi tipi forestali secondo la classificazione gerarchica della Carta dei Tipi Forestali regionale (ICFR, 2001), rappresentano la base conoscitiva per differenziare gli indirizzi gestionali e i trattamenti selvicolturali.

L'attuale configurazione del paesaggio vegetale marchigiano non è tuttavia esclusivamente il risultato di dinamiche naturali. Per secoli i boschi sono stati interessati da utilizzazioni legate alla produzione di legna da ardere, carbone, paleria e legname da opera, oltre che al pascolo e alle attività agro-silvo-pastorali (Urbinati, 2012). Questo uso prolungato ha favorito l'ampia diffusione del governo a ceduo e ha limitato i boschi d'alto fusto, riducendone qualità e dimensioni medie. Coerentemente, la struttura attuale dei boschi marchigiani è dominata dal ceduo (oltre il 60% della superficie forestale), mentre la fustaia supera di poco il 25% di cui circa l'11% costituito da rimboschimenti di conifere e la parte restante in prevalenza da giovani fustaie transitorie; una quota di circa l'11% è infine lasciata all'evoluzione naturale, perché ricadente in aree protette o poco accessibili (Urbinati, 2012). A partire dalla seconda metà del Novecento il quadro è mutato profondamente per effetto di due processi convergenti. Da un lato, l'abbandono delle attività agricole e pastorali nelle aree interne ha innescato un'intensa riforestazione naturale di ex coltivi, pascoli e aree degradate. (Fig. 1.10).



Figura 1.10 Campolungo nel Monte Amandola in un'immagine storica (sopra) e nella condizione attuale (sotto). Esempio del processo di riforestazione spontanea dei versanti appenninici a seguito dell'abbandono delle pratiche agropastorali nelle aree interne marchigiane.

Dall'altro, si sono diffusi interventi di rimboschimento artificiale finalizzati alla protezione idrogeologica, al recupero di superfici degradate e alla stabilizzazione dei versanti, con frequente impiego di conifere a rapido accrescimento, in particolare il pino nero (*Pinus nigra*) e il pino domestico (*Pinus pinea*) (Fig. 1.11). L'effetto complessivo è stato un aumento della superficie forestale regionale di circa il 300% nell'ultimo secolo, fino a superare il 30% del territorio (Urbinati, 2009). Una porzione significativa di questa espansione è costituita da boschi di neoformazione, cenosi giovani e strutturalmente semplificate che rappresentano una delle dinamiche più rilevanti e al tempo stesso una delle principali criticità gestionali del patrimonio forestale regionale (Urbinati, 2012; Ferretti et al., 2019).



Figura 1.11 Rimboschimento di pino nero (Treia, MC) una tra le formazioni di origine artificiale maggiormente diffuse nella seconda metà del novecento in Appennino centrale (Foto G. Morelli).

In questo contesto di forte dinamismo si inserisce infine la crescente diffusione di specie esotiche invasive o naturalizzate, capaci di espandersi e competere con la vegetazione autoctona. Tra le più diffuse assumono particolare rilievo la robinia (*Robinia pseudoacacia*), ma soprattutto l'ailanto (*Ailanthus altissima*), presenti soprattutto nei contesti collinari, periurbani e lungo i principali corridoi fluviali e infrastrutturali, dove tendono a colonizzare gli ex coltivi e i boschi di neoformazione (Ferretti et al., 2019).

CAPITOLO 2 - LE RISORSE FORESTALI

2.1 Materiali e metodi di analisi

2.1.1 Le fonti cartografiche e inventariali

Il lavoro di analisi delle risorse forestali si colloca all'interno del percorso di revisione dello strumento di indirizzo del settore forestale regionale, finalizzato alla redazione del nuovo Programma Forestale Regionale (PFR) delle Marche. Prima di poter definire obiettivi e priorità di gestione, infatti, è necessario disporre di un quadro conoscitivo chiaro e aggiornato di ciò che il territorio realmente possiede ossia quanta superficie è coperta da boschi, come questa si distribuisce, quali categorie forestali la compongono e come è variata nel tempo. La prima domanda a cui cercare di dare una risposta è: qual'è la consistenza quali-quantitativa del patrimonio forestale regionale?

A questo scopo è stata condotta un'analisi comparativa delle risorse forestali regionali a partire dalle diverse fonti ufficiali oggi disponibili. Si tratta di strumenti molto eterogenei tra loro, prodotti in epoche diverse, con tecnologie, finalità e definizioni di bosco differenti, cartografie forestali dedicate, inventari statistici, carte di uso del suolo e cartografie tecniche regionali. Per poterli confrontare correttamente, e per comprenderne le divergenze, è stato utile descrivere preliminarmente ciascuna fonte, con quale metodo sia stata generata, a quale scala operi e quali informazioni restituisca. I paragrafi seguenti illustrano singolarmente le fonti utilizzate, mentre la valutazione del loro grado di affidabilità e delle relative incongruenze è invece rimandata al capitolo dei risultati.

Prima di descrivere le singole fonti è utile premettere una distinzione di fondo. Le cartografie forestali come la Carta Forestale del Regno d'Italia (CFRI, 1936), l'Inventario e Carta Forestale Regionale (ICFR, 2001) e la Carta Forestale d'Italia (CFI, 2020) e le carte di uso del suolo CORINE Land Cover (CLC, 2018) e Carta Tecnica Regionale (CTR, 2019) sono rappresentazioni continue e areali del territorio,

delimitano cioè i poligoni di bosco sulla superficie e ne misurano direttamente l'estensione. Gli Inventari Nazionali delle Foreste e dei Serbatoi Forestali di Carbonio INFC, 2005 e 2015, al contrario, non disegnano i confini del bosco ma ne stimano l'estensione e le caratteristiche su base statistica, a partire da un campione di punti distribuiti sul territorio. La CFRI, realizzata nel 1936 è la prima, e per lungo tempo unica, rappresentazione cartografica organica dei boschi italiani, realizzata dalla Milizia Nazionale Forestale e pubblicata in 273 fogli alla scala 1:100.000, sulla base topografica della Carta d'Italia dell'Istituto Geografico Militare (IGM). Il bosco è stato delimitato e classificato non solo per grandi categorie fisionomiche legate alla forma di governo (fustaie, cedui, formazioni dominanti), ma anche su base compositiva, distinguendo le principali tipologie in funzione della specie o del gruppo di specie dominante (conifere, faggete, castagneti, querceti di rovere o di farnia, cedui composti, boschi misti o degradati). Trattandosi di un documento riferito ai confini amministrativi dell'epoca, profondamente diversi da quelli attuali, il suo utilizzo richiede una preliminare riconduzione ai limiti regionali odierni. La carta è stata recuperata, scansionata, georeferenziata e vettorializzata in formato digitale nell'ambito di un progetto del Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria (CREA) in collaborazione con l'Università di Trento (Ferretti et al., 2018), che ne ha reso possibile l'impiego in ambiente GIS. Essa fornisce un prezioso termine di paragone storico, una "fotografia" dei boschi italiani prima della seconda guerra mondiale.

L'ICFR, 2001 realizzato dall' dall'Istituto per le Piante da Legno e l'Ambiente (IPLA) per conto della Regione Marche, costituisce il principale riferimento conoscitivo del patrimonio forestale regionale ed è stato la base tecnica del Programma Forestale Regionale del 2009 (IPLA, 2001). È una cartografia forestale dedicata, prodotta a scala di dettaglio (1:10.000) attraverso l'integrazione di fotointerpretazione di immagini aeree, rilievi di campo ed elaborazioni GIS, e consente una classificazione dettagliata delle categorie forestali regionali. Ai fini della definizione di bosco l'ICFR adotta una soglia di copertura arborea minima del 20% e una superficie minima di 2.000 m².

La CFI, 2020 è la più recente cartografia forestale nazionale, prodotta dal CREA Foreste e Legno su incarico del Ministero dell'Agricoltura (MASAF) e rappresenta il

primo strumento di questo tipo a scala nazionale dopo la Carta del 1936 (CREA Foreste e Legno, 2020). È una cartografia vettoriale (*shapefile*) a scala nominale 1:10.000, costruita per mosaicatura e armonizzazione delle cartografie forestali regionali e locali esistenti, aggiornate sulle ortofoto AGEA più recenti (risoluzione 20 m) e rese coerenti con i dati dell'Inventario Forestale Nazionale. Va tuttavia segnalato che solo la maschera bosco/non bosco, relativa alla definizione di riferimento adottata, è stata sottoposta da CREA a un rigoroso processo di collaudo, con un'accuratezza complessiva pari almeno al 90%; le informazioni contenute nei singoli poligoni (categoria e tipo forestale) derivano invece direttamente dalle cartografie locali preesistenti, senza controlli di qualità aggiuntivi e omogenei su tutto il territorio nazionale (CREA Foreste e Legno, 2020). È stato inoltre osservato in letteratura come, data la natura dinamica e giuridicamente "sostanziale" del vincolo forestale, nessuna cartografia forestale nazionale o regionale, CFI2020 compresa, possa assumere valore di delimitazione giuridica del vincolo stesso, avendo essa una finalità unicamente conoscitiva e statistica; la verifica dell'esistenza del vincolo su una determinata area richiede sempre un accertamento in campo (Pincin, 2025).

Una sua caratteristica peculiare è l'approccio multi-definizione, la stessa superficie è mappata sia secondo la definizione normativa nazionale del Testo Unico in materia di foreste e filiere forestali (TUFF: copertura minima 20%, superficie minima 2.000 m², larghezza minima 20 m), sia secondo la definizione statistica internazionale FAO (copertura minima 10%, superficie minima 5.000 m²), sia, se diverse dalla definizione nazionale, secondo le definizioni regionali.

Gli Inventari Nazionali INFC, 2005 e 2015 a differenza delle cartografie non rappresentano i confini del bosco ma ne forniscono una stima statistica, basata su un campionamento a tre fasi (Gasparini et al., 2016). Nella prima fase circa 301.000 punti, distribuiti sull'intero territorio nazionale secondo un reticolo di 1×1 km, vengono classificati per fotointerpretazione di ortofoto in base all'uso e alla copertura del suolo, ottenendo una prima stima della superficie forestale, nella seconda fase un sottocampione di questi punti viene verificato a terra per attribuire le categorie forestali, nella terza fase, su un ulteriore sottocampione, si misurano gli attributi quantitativi (numero di piante, volume, biomassa, carbonio). L'INFC adotta la definizione FAO di bosco (copertura minima del 10%, superficie minima di 5.000 m²,

larghezza minima 20 m) e introduce una distinzione che le cartografie a carattere continuo (ICFR, CFI, CTR) non operano, quella tra Bosco e Altre Terre Boscate: il primo comprende le superfici con copertura arborea consolidata, le seconde le formazioni a copertura ridotta o a prevalenza arbustiva, tipiche degli stadi di transizione. L'INFC 2015 utilizza lo stesso disegno di campionamento e le stesse definizioni dell'INFC 2005, così da rendere confrontabili i due cicli.

Corine Land Cover (CLC, 2018) è il programma europeo di monitoraggio dell'uso e della copertura del suolo, coordinato dall'Agenzia Europea per l'Ambiente nell'ambito del programma Copernicus (EEA, 2018). Non è una carta forestale ma una carta generale di uso del suolo, articolata in 44 classi organizzate su tre livelli gerarchici (di cui le formazioni forestali costituiscono solo alcune voci), prodotta a scala 1:100.000 per fotointerpretazione di immagini satellitari (per l'edizione 2018, immagini Sentinel-2). Il suo elemento più caratterizzante, ai fini forestali, è l'unità minima cartografabile di 25 ettari, superfici boscate più piccole, o configurazioni fortemente frammentate, non vengono rappresentate come entità autonome. Per questo motivo la CLC offre una visione fortemente generalizzata e va impiegata con cautela quando si analizza un territorio frammentato come quello marchigiano.

La Carta Tecnica Regionale (CTR, 2019), è la cartografia tecnica di base della Regione Marche, dalla quale è stato estratto il *layer* relativo alla copertura boscata. Si tratta di una cartografia vettoriale a grande scala (1:10.000), non specificamente forestale ma di dettaglio territoriale, dalla quale sono state ricavate le superfici a bosco, distinte unicamente per grandi classi fisionomiche in base alla componente dominante (bosco di conifere, bosco di latifoglie, bosco misto), senza un livello di dettaglio tipologico paragonabile a quello delle cartografie forestali dedicate.

Le principali caratteristiche delle fonti utilizzate sono riassunte nella Tabella 2.1, che ne riporta in modo sinottico anno di realizzazione, tipologia, scala di lavoro, formato (cartografia vettoriale o dato campionario) e modalità di costruzione.

Tabella 2.1 Sintesi delle fonti cartografiche e inventariali utilizzate, con scala di lavoro, formato e modalità di realizzazione

Fonte	Tipo	Scala	Formato	Origine del dato / metodo
CFRI (1936)	Cartografia forestale	1:100.000	Raster e vettoriale	Rilievo della Milizia Forestale su base topografica IGM; recuperata e vettorializzata da CREA-UNITN
ICFR (2001)	Cartografia forestale regionale	1:10.000	Vettoriale	Fotointerpretazione, rilievi di campo ed elaborazioni GIS (IPLA per Regione Marche)
INFC (2005)	Inventario campionario	Campionario (reticolo 1×1 km)	Dato statistico (non cartografia continua)	Campionamento a tre fasi: fotointerpretazione + rilievi a terra
INFC (2015)	Inventario campionario	Campionario (reticolo 1×1 km)	Dato statistico (non cartografia continua)	Stesso disegno e definizioni di INFC 2005
CFI (2020)	Cartografia forestale nazionale	1:10.000	Vettoriale (shapefile)	Mosaicatura e armonizzazione di cartografie regionali/locali su ortofoto AGEA (20 cm), coerente con INFC
CLC (2018)	Carta di uso/copertura del suolo (europea)	1:100.000	Vettoriale	Fotointerpretazione di immagini satellitari (Sentinel-2); UMC 25 ha; 44 classi su 3 livelli
CTR (2019)	Cartografia tecnica regionale	1:10.000	Vettoriale	Layer di copertura del suolo della cartografia tecnica della Regione Marche

2.1.2 Le fonti storiche e l'indice di boscosità

A titolo informativo per ricostruire l'evoluzione della superficie forestale nel lungo periodo sono stati considerati anche alcuni dati storici, ripresi in larga parte da una tesi di laurea UNIVPM (Sperindei, 2006): il Catasto Gregoriano, l'Inchiesta Jacini, le Statistiche Forestali ISTAT e i primi inventari forestali regionali. Questi dati vanno però letti tenendo presente come furono raccolti, perché i criteri di rilevamento e la stessa definizione di "bosco" erano profondamente diversi da quelli odierni (la prima definizione ancora vigente è del 2001) e ne condizionano l'attendibilità e la confrontabilità. Il Catasto Gregoriano (attivato nel 1835) è il primo catasto geometrico-particellare dello Stato Pontificio, in vigore anche nelle Marche, costituito da mappe particellari (scala 1:2.000) e da registri descrittivi (brogliardi o sommarioni). Per ciascuna particella veniva annotata la qualità di coltura, da cui è possibile desumere la

superficie a bosco. Si tratta tuttavia di un rilevamento nato a fini fiscali e di stima delle rendite, non a fini forestali. La classificazione del terreno rispondeva a logiche di imposizione tributaria, e la categoria "bosco" poteva includere o escludere formazioni che oggi classificheremmo diversamente (ad esempio pascoli arborati o cedui degradati). L'Inchiesta Jacini è la grande inchiesta agraria parlamentare del Regno d'Italia, diretta dal senatore Stefano Jacini. I dati furono raccolti su base territoriale (per circondari e comuni) attraverso questionari inviati ai comuni, alle preture e ai comizi agrari, integrati da monografie locali. Le superfici riportate derivano quindi da stime e dichiarazioni di natura amministrativa e testimoniale, più che da misurazioni topografiche dirette, con un grado di precisione variabile da zona a zona.

Per le Statistiche Forestali ISTAT (1947, 1974, 1994), i dati forestali del secondo dopoguerra si basavano in gran parte su stime fornite a livello comunale, raccolte presso gli uffici e gli operatori locali e spesso fondate sulla conoscenza diretta del territorio da parte di tecnici e persone informate (informatori locali), più che su rilievi strumentali sistematici. Ciò spiega in parte la variabilità dei valori e la prevalenza, nei dati più antichi, della ripartizione tra ceduo e fustaia, che rifletteva soprattutto l'interesse produttivo del bosco. Solo a partire dagli inventari regionali degli anni Ottanta e Novanta e, soprattutto, con gli Inventari Forestali Nazionali, si è passati a metodi di stima oggettivi, replicabili e statisticamente fondati. Questi dati storici, pur disomogenei, restituiscono comunque l'andamento di fondo di una copertura forestale storicamente ridotta, fortemente sfruttata con il pascolo in bosco e per la produzione di legna, carbone e paleria, seguita da una progressiva espansione nella seconda metà del Novecento legata all'abbandono delle attività agro-pastorali (Morettini & Compagnucci, 2025). Il principale indicatore utilizzato per confrontare le diverse fonti è il coefficiente di boscosità (o indice di boscosità). Esso esprime il rapporto percentuale tra la superficie forestale e la superficie territoriale complessiva di riferimento:

Coefficiente di boscosità (%) = (superficie forestale / superficie territoriale) × 100

Si tratta di un indicatore semplice ma efficace, perché normalizza il dato di superficie rispetto all'estensione del territorio e rende quindi confrontabili fonti e periodi diversi, oltre che territori di diversa ampiezza. Il suo valore, però, dipende

strettamente da due variabili, la superficie forestale, che varia a seconda della definizione di bosco e del metodo della fonte, e la superficie territoriale di riferimento, che nel caso delle Marche è cambiata nel tempo per effetto di modifiche dei confini amministrativi. Entrambi questi aspetti sono stati trattati esplicitamente in fase di elaborazione, come descritto nel paragrafo successivo.

2.1.3 Le elaborazioni in ambiente Qgis

Tutte le fonti cartografiche disponibili in formato vettoriale (CFRI 1936, ICFR 2001, CLC 2018, CTR 2019 e CFI 2020) sono state elaborate in ambiente Qgis, mentre i dati dell'INFC, di natura campionaria, sono stati utilizzati come stime già pubblicate. L'obiettivo delle elaborazioni è stato duplice, da un lato ricondurre tutte le fonti a un perimetro territoriale comune e attuale, dall'altro ricavare per ciascuna la superficie forestale e le superfici delle singole categorie, in forma confrontabile. Il flusso di lavoro complessivo, dall'acquisizione delle fonti fino alla produzione delle tabelle comparative, è sintetizzato in Figura 2.1.

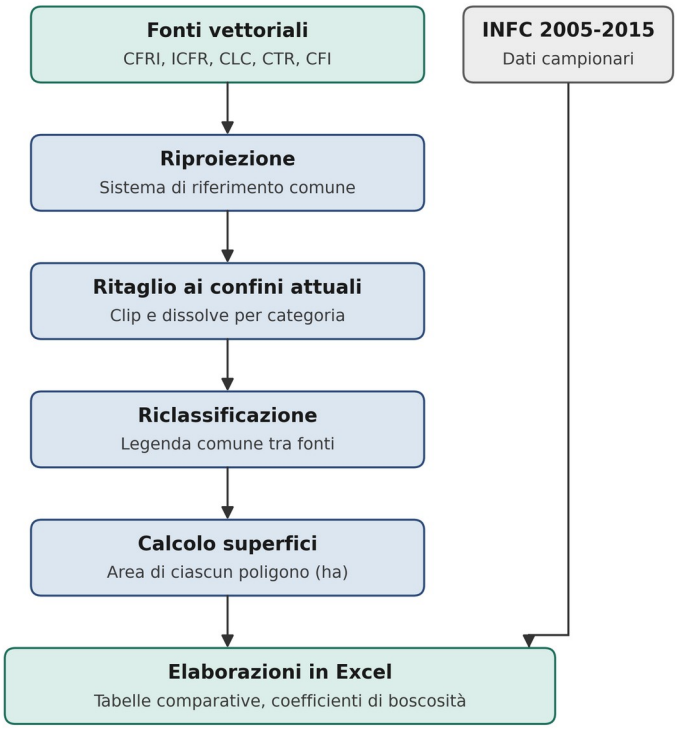


Figura 2.1 Workflow delle elaborazioni condotte in ambiente QGIS per l'analisi comparativa delle fonti forestali.

Il primo passaggio ha riguardato l'uniformazione del sistema di riferimento tutti i *layer* sono stati riproiettati in un unico sistema di coordinate, così da renderli sovrapponibili e da consentire misure di superficie coerenti. Il passaggio centrale è stato la riconduzione di tutte le fonti ai confini amministrativi attuali della Regione Marche. Questo perché il territorio regionale è recentemente cambiato; nel 2009 i sette comuni dell'Alta Valmarecchia (Casteldelci, Maiolo, Novafeltria, Pennabilli, San Leo, Sant'Agata Feltria e Talamello) sono passati all'Emilia-Romagna (ISTAT, 2010) e nel 2021 anche Montecopiolo e Sassofeltrio sono stati aggregati alla stessa regione (ISTAT, 2022). Per ottenere superfici confrontabili è stata quindi predisposta una maschera vettoriale del confine regionale vigente, utilizzata per ritagliare (operazione di *clip*) ciascun *layer* forestale; in questo modo le porzioni di bosco ricadenti nei comuni non più marchigiani sono state escluse dal computo. Sul *layer* così ritagliato è stata effettuata, dove necessario, una dissolvenza dei poligoni appartenenti alla stessa

categoria forestale, in modo da eliminare le suddivisioni interne non significative e ottenere superfici aggregate per classe.

Successivamente, per ciascuna fonte sono state estratte le informazioni di interesse mediante selezioni per attributo e interrogazioni della tabella associata, isolando le classi corrispondenti al bosco e alle singole categorie forestali. Poiché ogni fonte adotta una propria legenda, le diverse classificazioni sono state ricondotte a una legenda comune attraverso un processo di riclassificazione, indispensabile per rendere confrontabili categorie nominalmente diverse ma equivalenti sul piano sostanziale. Le superfici sono state infine calcolate direttamente in Qgis, aggiungendo alla tabella degli attributi un campo geometrico con l'area di ciascun poligono, espressa in ettari. I valori così ottenuti sono stati esportati su foglio di calcolo Microsoft Excel, dove sono state costruite le tabelle comparative utilizzate nell'analisi dei risultati. Sono stati aggregati i dati per categoria, calcolate le superfici totali e i coefficienti di boscosità e predisposti i confronti tra fonti diverse, comprese le variazioni assolute e percentuali. Il coefficiente di boscosità è stato calcolato adottando, come superficie territoriale di riferimento, quella corrispondente al perimetro effettivo di ciascuna fonte. Per tutte le cartografie ricondotte ai confini attuali è stata utilizzata la superficie regionale vigente, pari a circa 934.400 ettari; per l'INFC 2005 e per le fonti storiche (Sperindei, 2006) (Catasto Gregoriano, Inchiesta Jacini, Statistiche ISTAT e primi inventari regionali), è stata invece mantenuta la superficie regionale antecedente al 2009 (circa 969.399 ettari), assunta costante per l'intero periodo data la sostanziale stabilità dei confini regionali fino al trasferimento dell'Alta Valmarecchia, mentre per l'INFC 2015 si è fatto riferimento alla superficie attuale, essendo il trasferimento già avvenuto al momento della rilevazione. L'ultima elaborazione cartografica ha riguardato la sovrapposizione geometrica tra le fonti, con un'analisi spaziale e non più soltanto statistica. L'obiettivo è utilizzare come riferimento ciò che oggi, sul terreno, viene effettivamente cartografato come bosco e verificare quanta parte di questa superficie sia confermata anche dalle due cartografie forestali di riferimento. Si è perciò assunto come base il *layer* boscato della CTR 2019 e lo si è confrontato, entro il perimetro regionale vigente, con l'ICFR 2001 e la CFI 2020. Tutti i livelli sono stati preliminarmente ricondotti, in Qgis, allo stesso sistema di riferimento (WGS 84 / UTM 33N, EPSG:32633), così da rendere le geometrie realmente confrontabili. A partire da

qui, attraverso una sequenza di intersezioni e differenze, la superficie boscata della CTR è stata scomposta in quattro classi mutuamente esclusive illustrate schematicamente nella Figura 2.2, il bosco riconosciuto da entrambe le cartografie forestali (concordanza piena), quello confermato dalla sola CFI, quello confermato dal solo ICFR e, infine, quello che nessuna delle due intercetta.

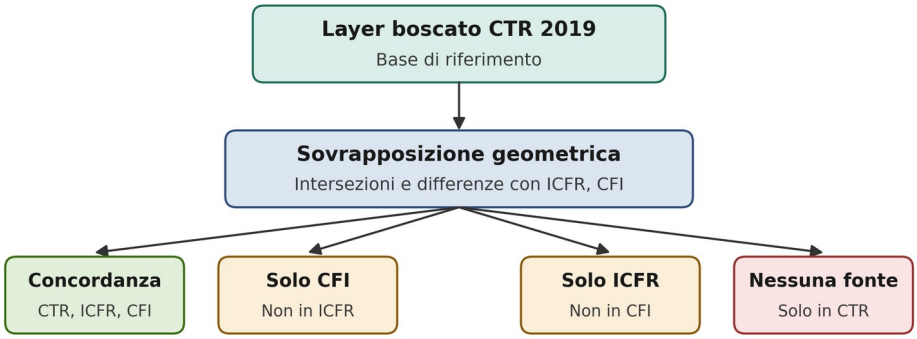


Figura 2.2 Schema dell'analisi di sovrapposizione geometrica tra il layer boscato CTR 2019, ICFR 2001 e CFI 2020, con le quattro classi di concordanza risultanti.

Quest'ultima classe, ottenuta sottraendo alla CTR l'unione di CFI e ICFR, isola le superfici che soltanto la cartografia tecnica regionale considera bosco. I risultati, espressi in ettari e in percentuale sul totale boscato della CTR, sono restituiti anche in forma cartografica, in modo da leggere a colpo d'occhio dove le fonti concordano e dove invece divergono. Va sottolineato, in conclusione, un criterio interpretativo adottato in tutto il lavoro, poiché le fonti considerate differiscono per scala, metodo di acquisizione, definizione di bosco e finalità, il confronto è stato impostato privilegiando le dinamiche e i trend di variazione piuttosto che il confronto diretto dei singoli valori assoluti. L'attenzione, cioè, è rivolta non tanto allo scarto puntuale tra due cifre quanto alla direzione e all'entità delle variazioni che esse evidenziano, lette alla luce delle caratteristiche metodologiche di ciascuna fonte.

Accanto all'analisi quantitativa appena descritta, è stato condotto anche un confronto di natura visiva e qualitativa in QGIS, su un numero limitato di siti campione. A tale scopo sono stati selezionati quattro siti campione, scelti in modo da rappresentare i principali ambienti fisiografici della regione, un sito nel sistema costiero nord-orientale, uno nella fascia collinare interna verso il Montefeltro, a nord-ovest, e due siti nella fascia centrale della regione, in prossimità della dorsale

appenninica e dei Monti Sibillini. La scelta è ricaduta su località note, il cui uso del suolo pregresso (coltivi, pascoli, terreni in stato di abbandono) potesse essere riconosciuto per conoscenza diretta del territorio, a garanzia di una maggiore attendibilità dell'interpretazione visiva proposta. Per ciascun sito è stato condotto in Qgis un confronto tra due fonti cartografiche a epoche diverse. Anzitutto ci si è collegati al servizio WMS della Regione Marche per le ortofoto storiche (wms.cartografia.marche.it/geoserver/Ortofoto/wms), da cui è stato estratto il volo del 1978, il più vecchio tra quelli disponibili nel servizio, insieme a quello del 1988 come riferimento intermedio. A questa base è stato sovrapposto il *layer* della categoria forestale ICFR 2001, già utilizzato nel presente capitolo per la caratterizzazione tipologica del patrimonio forestale regionale (Regione Marche, 2001). Per ciascun sito è stato inoltre creato un segnalibro spaziale che fissa un'estensione e uno zoom identici, in modo da rendere le immagini alle diverse epoche perfettamente sovrapponibili e confrontabili, evitando che eventuali differenze di inquadratura alterino la percezione del cambiamento; infine, per ciascun sito, l'ortofoto 1978 e la categoria forestale ICFR 2001 sono state esportate affiancate, alla medesima scala. Un'ulteriore elaborazione in QGIS ha riguardato il rapporto tra patrimonio forestale e sistemi di tutela ambientale. È stata condotta un'operazione di intersezione spaziale tra il *layer* della copertura forestale derivato dalla Carta Tecnica Regionale 2019 (CTR 2019) e i *layer* relativi alle aree protette e ai siti appartenenti alla Rete Natura 2000 (RN2000), comprendenti Siti di Importanza Comunitaria/Zone Speciali di Conservazione (SIC/ZSC) e Zone di Protezione Speciale (ZPS).

2.2 Risultati

2.2.1 Superficie forestale totale e coefficienti di boscosità

L’analisi delle risorse forestali regionali è stata condotta confrontando le diverse fonti descritte nel paragrafo precedente. Tra tutte, solo due presentano la superficie boschiva suddivisa nelle diverse categorie forestali: l’Inventario e Carta Forestale Regionale (ICFR 2001) e la Carta Forestale d’Italia (CFI 2020). La prima, sebbene non aggiornata, costituisce una base solida e di dettaglio, fondata su una fitta rete di punti di campionamento (oltre 2000) rilevati a terra sull’intero territorio regionale; la seconda è la fonte più recente e impiega tecniche moderne di restituzione geometrica e di

elaborazione del dato telerilevato. Proprio per questo motivo ci si attenderebbe che le due fonti, una storica e di riferimento, l'altra recente e tecnologicamente avanzata, restituissero un quadro sostanzialmente coerente, con la CFI a confermare e aggiornare l'ICFR. I risultati mostrano invece divergenze rilevanti, sia nella superficie forestale complessiva sia, soprattutto, nella ripartizione tra le categorie forestali.

Le fonti storiche restituiscono l'immagine pregressa di un territorio poco boscato. Secondo il Catasto Gregoriano del 1877 la superficie forestale regionale era di circa 132.325 ha, mentre l'Inchiesta Jacini dello stesso anno ne riportava 111.510 ha; nel 1910 il dato scendeva a circa 99.916 ha, con un indice di boscosità del 10% (Tab.2.2), (Sperindei, 2006). La rielaborazione in ambiente Qgis della Carta Forestale del Regno d'Italia del 1936, ricondotta ai confini regionali attuali, restituisce 136.819 ha, pari a un indice di boscosità del 15%. A partire dalla seconda metà del Novecento si osserva una netta inversione di tendenza, con valori in progressivo aumento: 130.692 ha nel 1947, 154.715 ha nel 1974, 159.689 ha nel 1994, fino agli oltre 300.000 ha delle fonti più recenti.

Tabella 2.2 Superficie forestale storica e contemporanea delle Marche secondo le principali fonti

Fonte	Anno	Superficie forestale (ha)	Indice di boscosità %
Catasto Gregoriano	1847	132325	14%
Inchiesta Jacini	1877	111510	12%
Statistica forestale	1910	99916	10%
CFRI	1936	136819	15%
ISTAT	1947	130692	13%
ISTAT	1974	154715	16%
ISTAT	1994	159689	16%
IFNI	1984-1985	224100	23%
ICFR	2001	242609	26%
INFC	2005	308077	32%
INFC	2015	313081	34%
CLC	2018	251039	27%
CTR	2019	323919	35%
CFI	2020	305749	33%

I valori di ICFR e CFI non convergono, CFI 2020 restituisce una superficie di 305.749 ha (CB =33%) superiore di oltre 60.000 ettari rispetto a quelli di ICFR 2001 (242.609 ha; CB = 26%). Sebbene vi sia un intervallo di 20 anni fra le due carte, durante il quale un'espansione reale del bosco è certamente avvenuta, l'entità dello scarto e la sua distribuzione tra le categorie suggeriscono che parte della differenza osservata non sia solo di natura ecologica ma anche metodologica, legata alle diverse definizioni di bosco, alle tecniche di restituzione e ai criteri di classificazione. Una stima di massima conferma questa lettura, assumendo che le Marche, pari a circa il 2,5% della superficie forestale nazionale, si espandano in proporzione al tasso medio nazionale rilevato dall'INFC (circa 54.000 ha/anno), l'incremento atteso per la regione sarebbe dell'ordine di 1.350 ha/anno, pari a circa 25.650-27.000 ha nei 19-20 anni intercorsi tra ICFR 2001 e CFI 2020. Questo valore spiegherebbe solo il 40-43% dello scarto complessivo osservato (63.140 ha), confermando che la parte restante, superiore a 35.000 ettari, è difficilmente attribuibile alla sola dinamica ecologica e va ricondotta principalmente a fattori metodologici. Va inoltre ricordato che parte delle differenze tra fonti dipende dalle variazioni dei confini amministrativi regionali. Nel 2009 il

trasferimento dei sette comuni dell'Alta Valmarecchia all'Emilia-Romagna ha ridotto la superficie regionale di circa 32.899 ha (ISTAT, 2010) e nel 2021 l'aggregazione di Montecopiolo e Sassofeltrio ne ha sottratti ulteriori 5.690 ha (ISTAT, 2022); per questo, come illustrato nel paragrafo metodologico, i coefficienti di boscosità sono stati calcolati riportando le fonti al perimetro di riferimento corretto.

2.2.2 Categorie e tipi forestali

Il confronto per categorie forestali è stato sviluppato principalmente tra ICFR 2001 e CFI 2020, ricondotte mediante Qgis a una legenda comune e successivamente interpretate alla luce di INFC, CTR e CLC. Considerate complessivamente, entrambe le fonti confermano la struttura compositiva di fondo delle foreste marchigiane, dominata da querceti, orno-ostrieti, cerrete e faggete e concentrata lungo la dorsale appenninica e i sistemi collinari interni. È quando si scende al dettaglio delle singole categorie che emergono le divergenze più significative, riassunte nella Tabella 2.3 e Figure 2.3, 2.4, 2.5. Tali divergenze non sono tutte della stessa natura, alcune sono palesi artefatti di classificazione, altre combinano una dinamica reale con un errore metodologico, altre ancora consistono in una perdita di informazione.

Tabella 2.3 Confronto delle superfici per categoria forestale tra ICFR 2001 e CFI 2020, con valori in ettari, percentuali e variazione relativa %) fra le due fonti di riferimento.

Categoria forestale	ICFR 2001	% ICFR	CFI 2020	% CFI	Variazione (%)
Latifoglie varie	3999	2%	23922	8%	498%
Faggete	18932	8%	52972	17%	180%
Castagneti	4492	2%	7581	2%	69%
Querceti	76606	32%	46159	15%	-40%
Leccete	5114	2%	5115	2%	0%
Cerrete	23919	10%	48534	16%	103%
Orno-ostrieti	59853	25%	62743	21%	5%
Formazioni ripariali	21003	9%	42372	14%	102%
Rimboschimenti	19215	8%	15762	5%	-18%
Robinieti e Ailanteti	2777	1%	/	/	/
Arbusteti e cespuglieti	6671	3%	/	/	/
TOTALE	**242581**		**305160**		**26%**

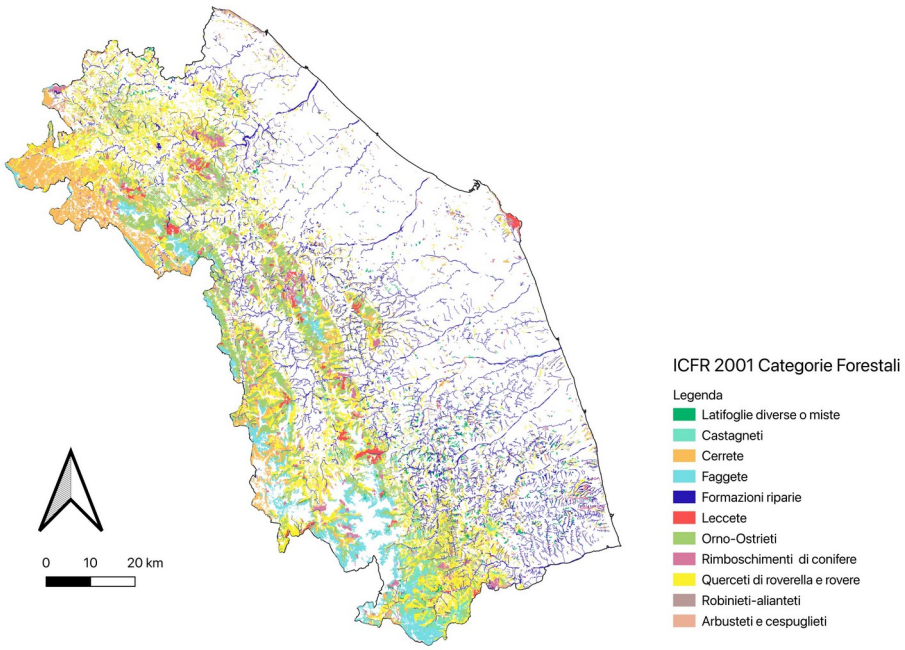


Figura 2.3 Distribuzione delle categorie forestali nelle Marche, ICFR 2001

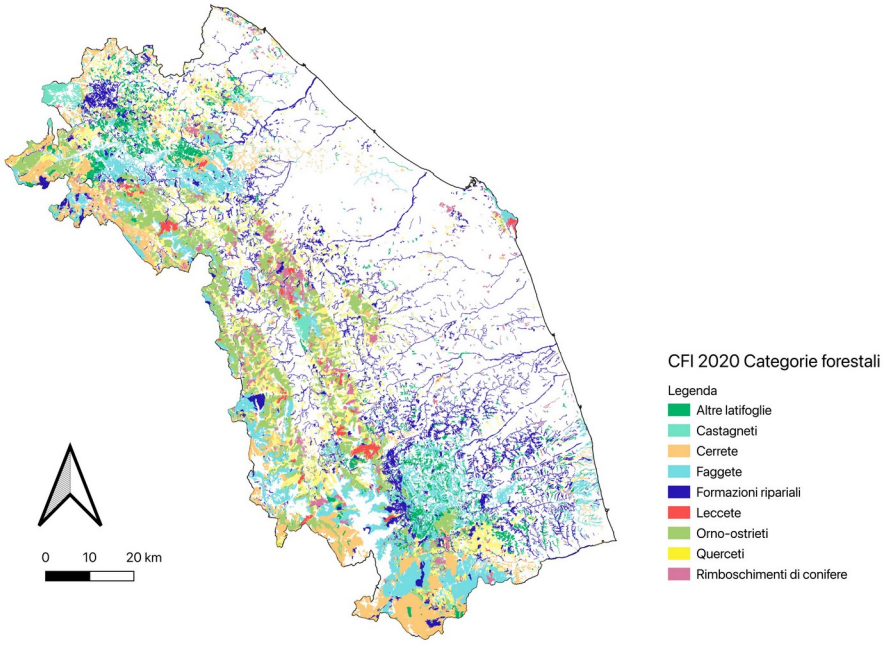


Figura - Le risorse forestali.4 Distribuzione delle categorie forestali nelle Marche, CFI2020

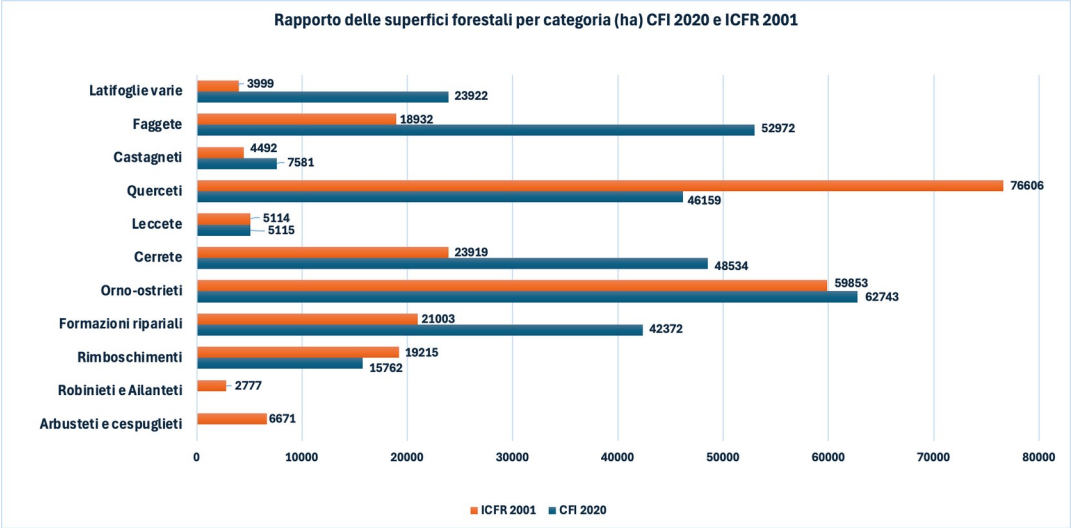
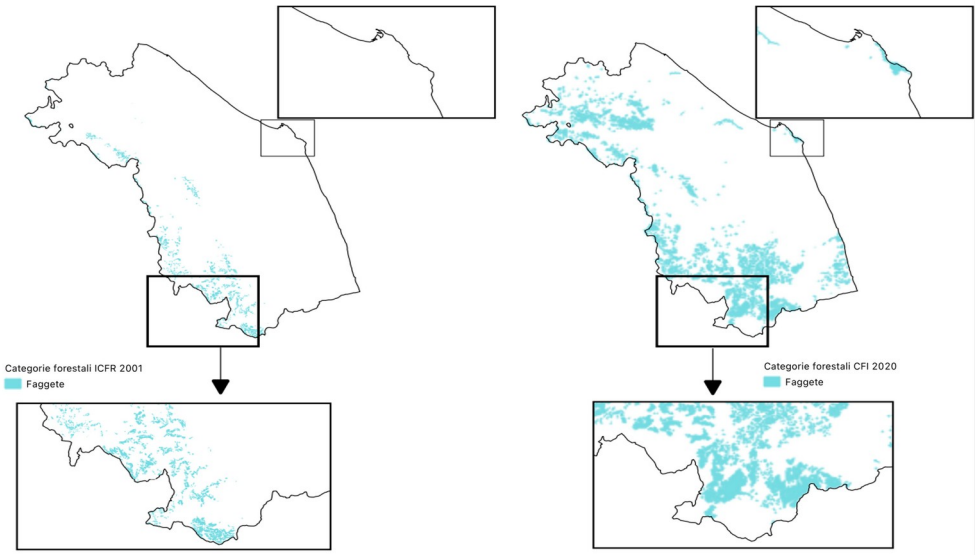


Figura 2.5 Confronto fra ICFR 2001 e CFI 2020 delle superfici forestali suddivise per categoria

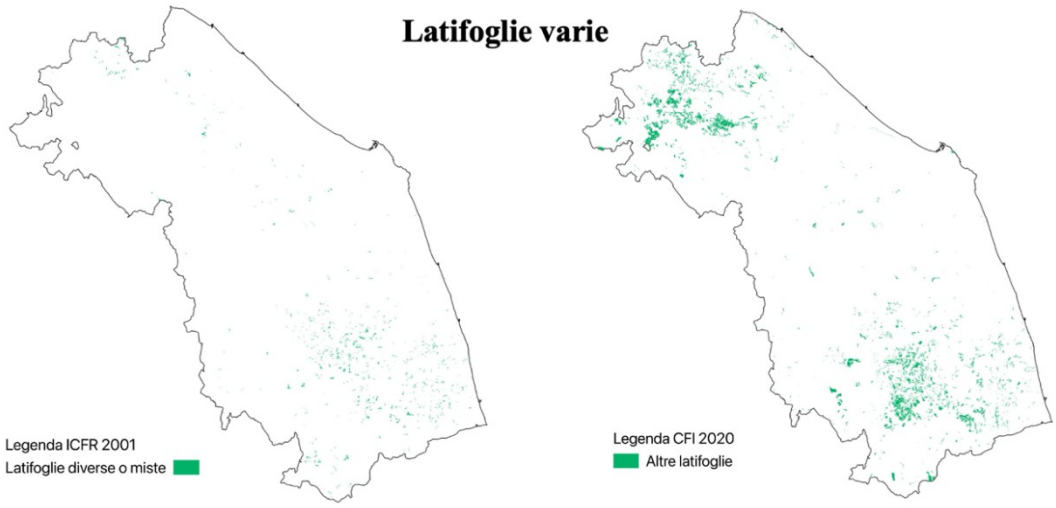
Il caso più evidente è quello delle faggete (Fig. 2.6), che passano da 18.932 ha (8% del totale regionale) nell'ICFR a 52.972 ha (17%) nella CFI, con un incremento di quasi il 180%. Le faggete sono formazioni tipicamente montane, mesofile e microterme, presenti lungo la dorsale appenninica ad altitudini in genere superiori ai 900 m slm (Biondi et al., 2002). Nella CFI 2020 invece le faggete risultano ampiamente e presenti anche in contesti costieri (Monte Conero) e basso-collinari (soprattutto in provincia di Ascoli Piceno). Ciò non è ovviamente possibile e quindi si tratta presumibilmente di un artefatto di classificazione, dovuto alla generalizzazione cartografica e all'attribuzione automatica delle categorie. Quella delle faggete risulta la categoria che, contribuisce maggiormente ad alterare il dato regionale nella CFI 2020.



Categoria forestale	ICFR 2001	CFI 2020
Faggete	18932	52972

Figura - Le risorse forestali.6 Distribuzione delle faggete nelle Marche secondo ICFR 2001 (sinistra) e CFI 2020 (destra)

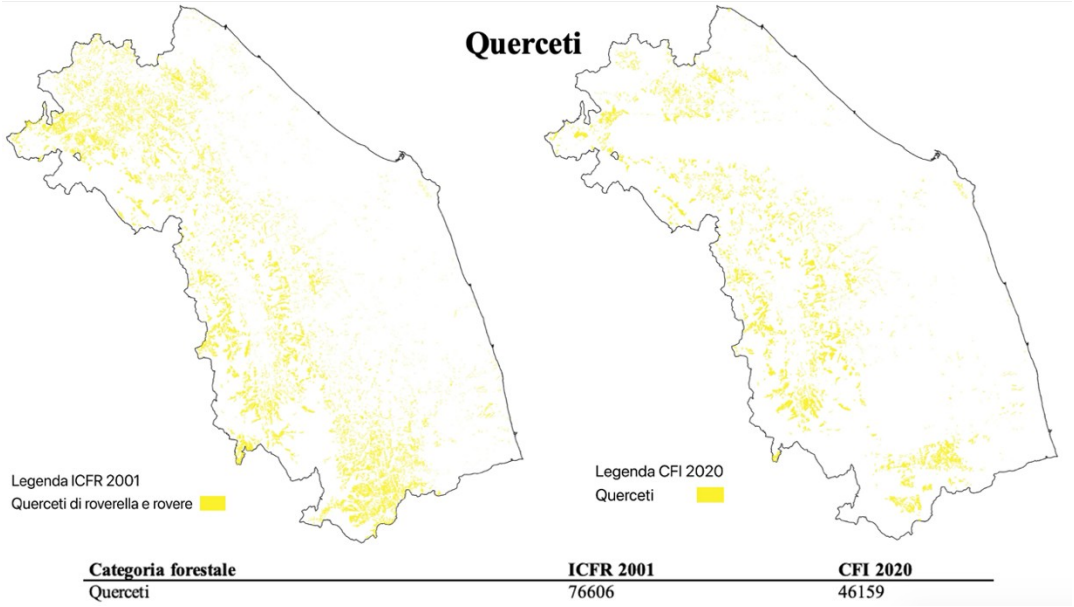
Analoga condizione si osserva anche per la categoria delle Latifoglie varie (Fig. 2.7), che registra l'incremento più estremo (+498%) nel confronto fra le due cartografie. Anche in questo caso, più che una dinamica ecologica reale, questo valore segnala la tendenza della CFI ad attribuire a una classe generica in termini compositivi le superfici di contatto tra categorie principali e, presumibilmente, parte di quelle sottratte ai querceti. In entrambi i casi l'aumento non descrive un cambiamento del bosco sul terreno, ma un diverso modo di leggerlo e classificarlo.



Categoria forestale	ICFR 2001	CFI 2020
Latifoglie varie	3999	23922

Figura 2.7 Distribuzione delle latifoglie varie nelle Marche secondo ICFR 2001 (sinistra) e CFI 2020 (destra)

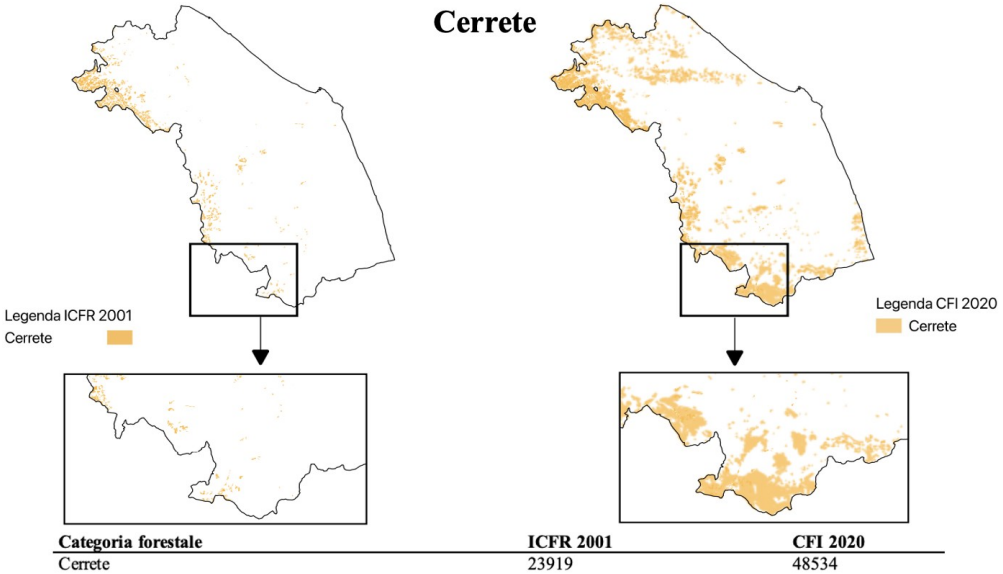
Un secondo gruppo di categorie integra nell'errore di valutazione una componente reale e una metodologica. È il caso dei Querceti di roverella e rovere, nettamente dominanti nell'ICFR (76.606 ha, 32% del totale) e che diminuiscono di oltre il 40% nella CFI (46.159 ha, pari al 15%). Poiché nello stesso periodo la superficie forestale totale è aumentata, una contrazione dei querceti di quasi il 40% non è ecologicamente plausibile, parte delle superfici un tempo attribuite ai querceti è stata con ogni probabilità riclassificata, nella CFI, entro categorie più articolate o miste (in primo luogo proprio le latifoglie varie e le cerrete). Il calo, in altre parole, è in larga misura un travaso di etichette più che una reale regressione della quercia.



Categoria forestale	ICFR 2001	CFI 2020
Querceti	76606	46159

Figura 2.8 Distribuzione dei querceti nelle Marche secondo ICFR 2001 (sinistra) e CFI 2020 (destra)

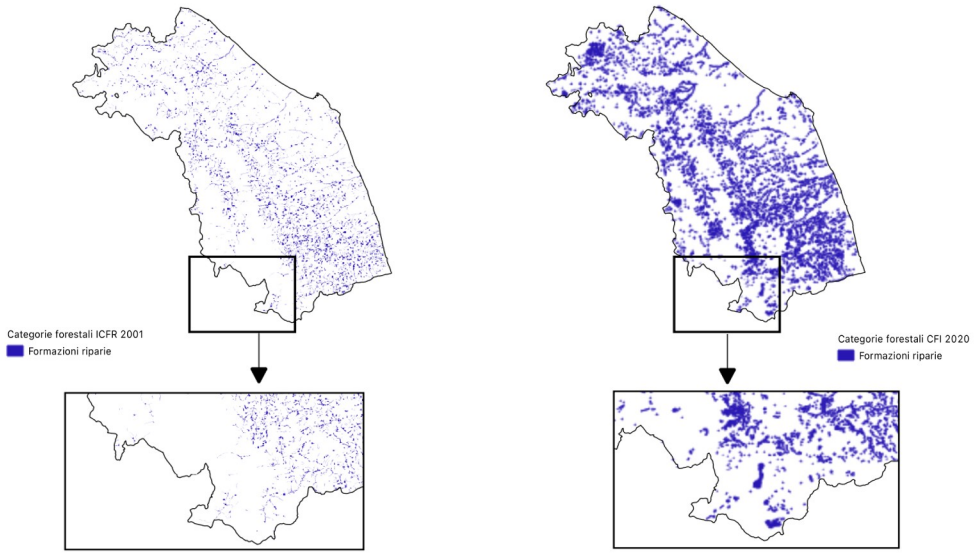
Anche le Cerrete (Fig. 2.9) mostrano un forte incremento (+103%) nell'intervallo dei 20 anni, anch'esso poco plausibile poichè l'espansione interessa largamente anche contesti collinari e alto-collinari di natura calcarea, spesso incoerenti con l'ecologia di *Quercus cerris*, come nei Monti Sibillini. L'aumento può quindi riflettere in parte una dinamica reale (evoluzione di cedui e di querceti misti verso cerrete più definite), ma soprattutto un errore classificatorio della CFI.



Categoria forestale	ICFR 2001	CFI 2020
Cerrete	23919	48534

Figura 2.9 Distribuzione delle cerrete nelle Marche secondo ICFR 2001 (sinistra) e CFI 2020 (destra)

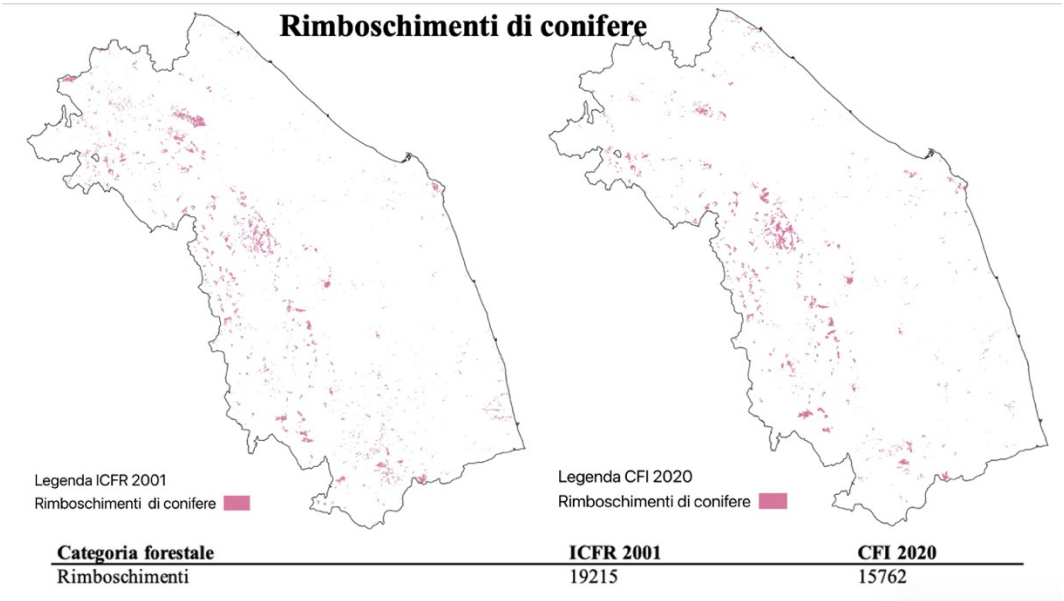
Analogamente, le formazioni ripariali (Fig. 2.10) aumentano di circa il 102% e, a differenza delle faggete, l'incremento potrebbe apparire in parte attendibile e riconducibile alla maggiore capacità della CFI di riconoscere e distinguere queste formazioni lineari lungo i corsi d'acqua, che nell'ICFR risultavano in parte aggregate a categorie più generali. Tuttavia la stessa sensibilità porta a sovrastimarle, attribuendole anche ad aree dove, sul piano edafico ed ecologico, la loro presenza è di fatto impossibile.



Categoria forestale	ICFR 2001	CFI 2020
Formazioni ripariali	21003	42372

Figura 2.10 Distribuzione delle formazioni riparie nelle Marche secondo ICFR 2001 (sinistra) e CFI 2020 (destra)

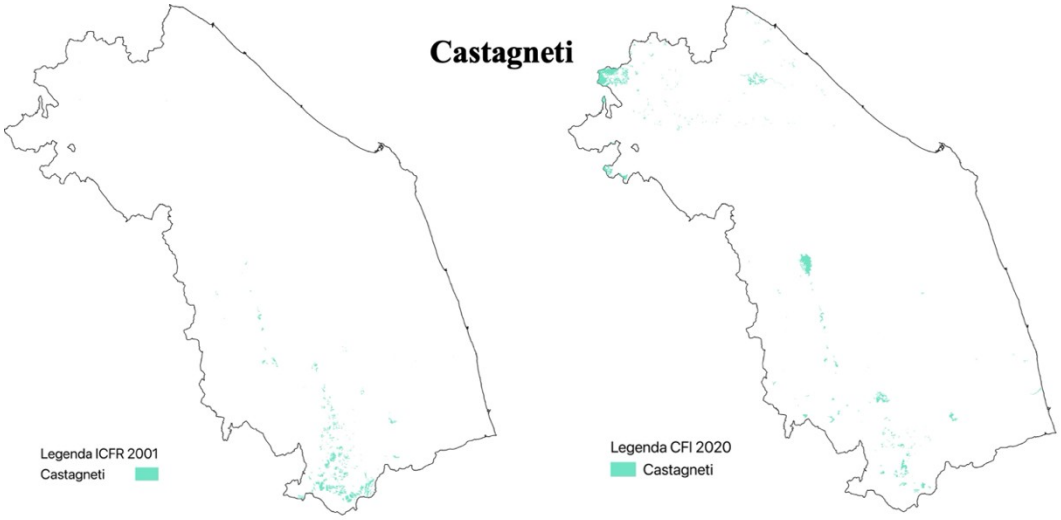
I Rimboschimenti di conifere (Fig. 2.11), al contrario, si riducono del 18%, trend coerente con la progressiva rinaturalizzazione dei popolamenti artificiali, ma anche, in parte, per effetto delle diverse modalità di classificazione. Le restanti categorie quali orno-ostrieti, castagneti e leccete restano invece sostanzialmente stabili tra le due fonti e non pongono problemi interpretativi rilevanti.



Categoria forestale	ICFR 2001	CFI 2020
Rimboschimenti	19215	15762

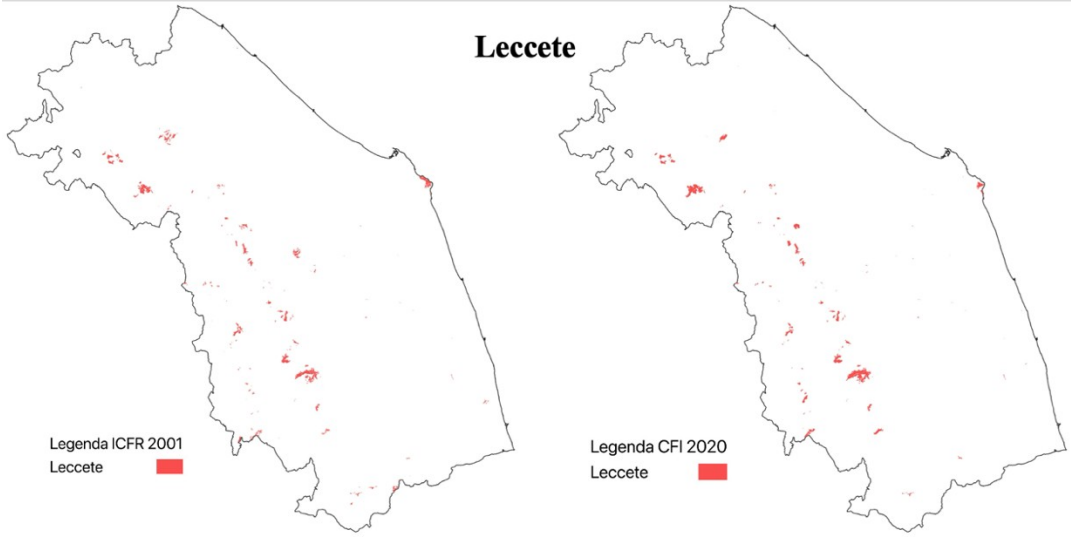
Figura 2.11 Distribuzione dei rimboschimenti di conifere nelle Marche secondo ICFR 2001 (sinistra) e CFI 2020 (destra)

Le restanti categorie quali orno-ostrieti (Fig. 2.12), castagneti (Fig. 2.13) e leccete (Fig. 2.14) restano invece sostanzialmente stabili tra le due fonti e non pongono problemi interpretativi rilevanti.



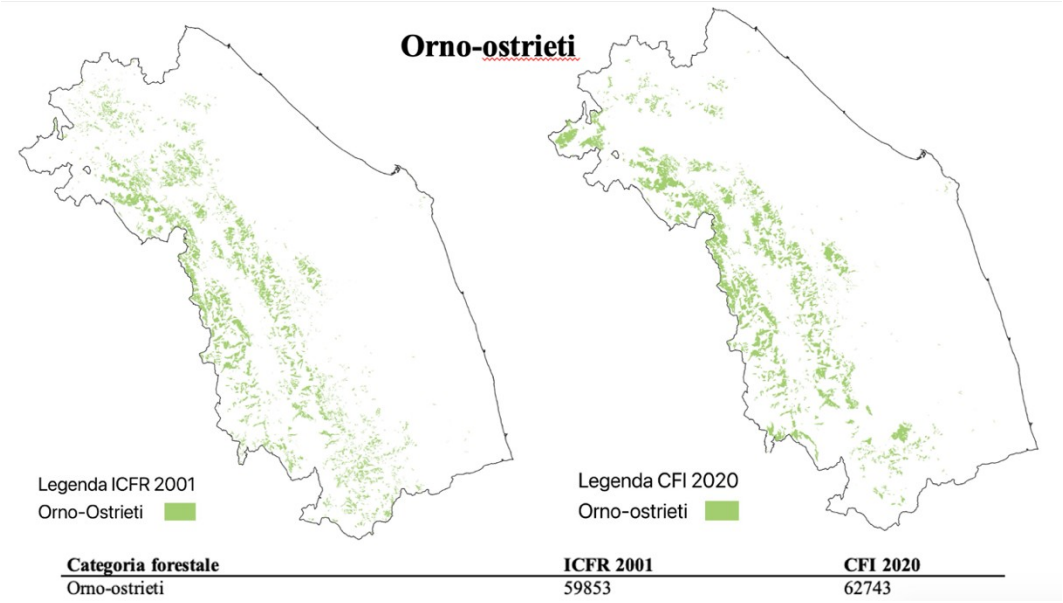
Categoria forestale	ICFR 2001	CFI 2020
Castagneti	4492	7581

Figura - Le risorse forestali.12 Distribuzione dei castagneti nelle Marche secondo ICFR 2001 (sinistra) e CFI 2020 (destra)



Categoria forestale	ICFR 2001	CFI 2020
Leccete	5114	5115

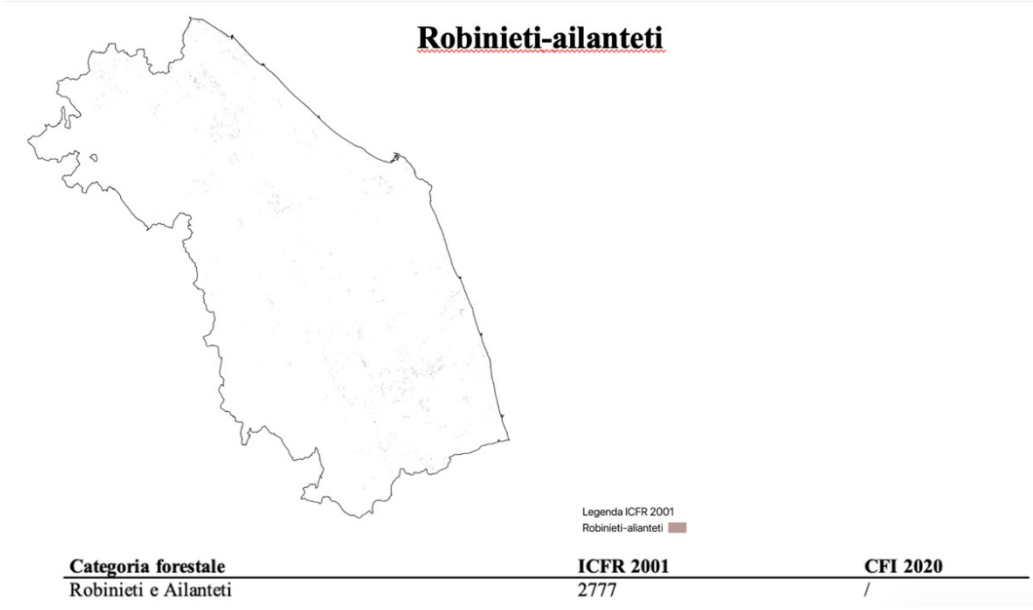
Figura 2.13 Distribuzione delle leccete nelle Marche secondo ICFR 2001 (sinistra) e CFI 2020 (destra)



Categoria forestale	ICFR 2001	CFI 2020
Orno-ostrieti	59853	62743

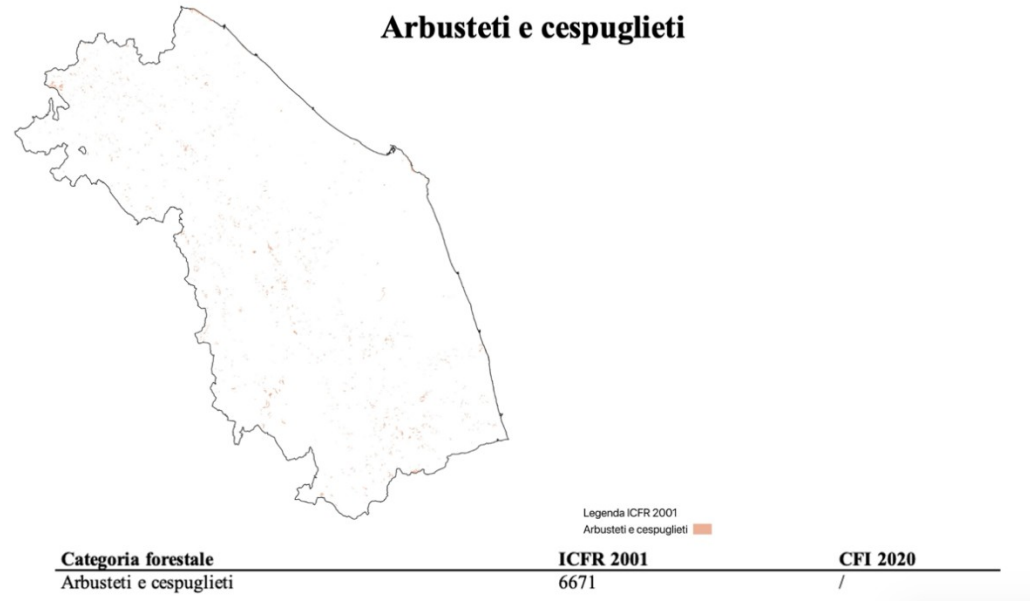
Figura 2.14 Distribuzione degli orno-ostrieti nelle Marche secondo ICFR 2001 (sinistra) e CFI 2020 (destra)

Un terzo tipo di scostamento, strutturale, riguarda non i valori ma la stessa possibilità di leggere alcune categorie. Alcune categorie individuate nell'ICFR come Arbusteti e cespuglieti, o Robinieti e Ailanteti non sono più distinguibili nella CFI, dove probabilmente sono state incluse in categorie più ampie. Questo non aumenta né riduce un dato, ma si perde la traccia delle formazioni di transizione e, caratterizzate spesso anche dalle specie invasive, che sono le componenti più dinamiche e difficilmente gestibili del patrimonio forestale regionale.



Categoria forestale	ICFR 2001	CFI 2020
Robinieti e Ailanteti	2777	/

Figura 2.15 Distribuzione dei robinieti-ailanteti nelle Marche secondo ICFR 2001



Categoria forestale	ICFR 2001	CFI 2020
Arbusteti e cespuglieti	6671	/

Figura 2.16 Distribuzione degli arbusteti e cespuglieti nelle Marche secondo ICFR 2001

Un ulteriore riscontro deriva dal confronto tra i dati degli Inventari Forestali Nazionali e quelli della Carta Tecnica Regionale (Tabella 2.4). Le due fonti richiedono però una premessa di metodo, poiché adottano legende non sovrapponibili. La CTR 2019 distingue le formazioni forestali in tre sole classi fisionomiche, conifere, latifoglie e altre superfici senza separare i popolamenti puri da quelli misti né riconoscere autonomamente le altre terre boscate. Gli INFC, al contrario, classificano la copertura in popolamenti di conifere e di latifoglie, popolamenti misti, altre terre boscate e superfici non classificate. Per rendere confrontabili i dati delle due fonti le classi di copertura sono state ricondotte a una legenda comune minima, accorpando nelle voci "conifere" e "latifoglie" anche le rispettive componenti miste della CTR. Ne deriva che alcune categorie distinte negli INFC, conifere e latifoglie miste e altre terre boscate, non trovano corrispondenza diretta nella CTR, dove risultano probabilmente incluse nelle classi principali. I trattini in tabella segnalano quindi non un dato mancante, ma una distinzione che la fonte non opera.

Tabella 1.4 Superfici forestali (ha) secondo INFC 2005, INFC 2015 e CTR 2019, ricondotte a una legenda comune

Tipo forestale	**INFC2005 (ha)**	**INFC2015 (ha)**	**CTR2019 (ha)**
Puro di conifere	5946	5559	21336
Puro di latifoglie	228965	226981	258339
Misto di conifere e latifoglie	24526	29207	-
Altre terre boscate	16682	21314	-
Non classificato	31958	30020	44244
Totale	**308077**	**313081**	**323919**

Oltre alle differenze di legenda, il confronto evidenzia uno scarto significativo nella stima dei boschi di conifere, che nella CTR (21.336 ha) risultano quasi quattro volte superiori al dato INFC (5.500-5.900 ha). Tale divergenza dipende in larga parte proprio dall'accorpamento, in quanto la classe "conifere" della CTR include anche i popolamenti misti a prevalenza di conifere e i rimboschimenti, che nel INFC vengono distribuiti invece tra le categorie "misto" e "altre terre boscate". Il dato delle latifoglie risulta più coerente tra le fonti, pur restando più elevato nella CTR (258.339 ha contro circa 227.000 ha), differenza riconducibile alla maggiore superficie forestale complessiva rilevata dalla cartografia regionale e ai diversi criteri di soglia. Come già descritto nel paragrafo 2.1.1, gli stessi Inventari distinguono tra Bosco e Altre Terre Boscate, distinzione che le cartografie a carattere continuo (ICFR, CFI, CTR) non operano. La superficie boschiva resta pressoché stabile tra INFC 2005 e 2015, mentre aumentano da circa 16.682 ha a 21.314 ha le Altre Terre Boscate. Il dato è rilevante e suggerisce l'aumento di formazioni che prima erano prevalentemente arbustive e che nel tempo si sono sviluppate in altezza e densità sebbene ancora non pienamente boschive. La CLC (Fig, 2.17), come già detto ha l'unità minima cartografabile di 25 ettari che fornisce una lettura della copertura fortemente generalizzata e poco idonea alla scala regionale delle Marche. Per renderla confrontabile con le altre fonti (ICFR e CFI).

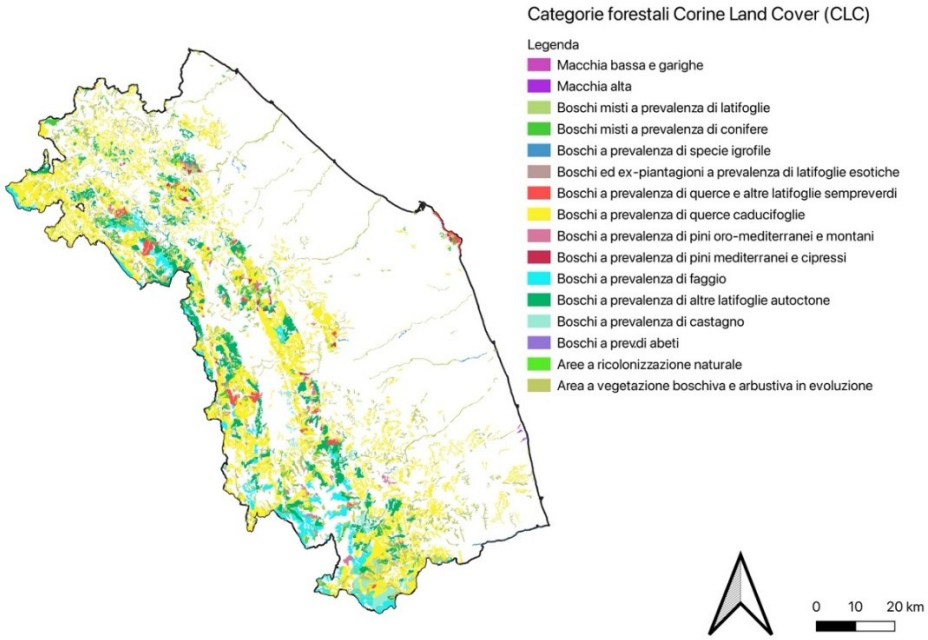


Figura 2.17 Distribuzione delle categorie forestali secondo CORINE Land Cover (CLC).

Le sue classi di copertura forestale sono state accorpate alle categorie comuni (Tab. 2.6). La CLC conferma il ruolo dominante delle querce caducifoglie (circa 115.944 ha) ed evidenzia un'ampia estensione di vegetazione boschiva e arbustiva in evoluzione (circa 52.349 ha), coerente con i processi di rinaturalizzazione; le faggete (17.475 ha) e i castagneti (5.110 ha) risultano invece più contenuti e, soprattutto per il faggio, ecologicamente più coerenti alla ICFR, per cui un ulteriore indizio dell'anomalia alla CFI segnalata sopra.

Tabella 2.5 Superfici delle categorie forestali regionali secondo classificazione CLC

Coperture forestali (CLC)	**Superfici (ha)**
Area a vegetazione boschiva e arbustiva in evoluzione	52349
Boschi a prevalenza di querce e altre latifoglie sempreverdi	4880
Boschi a prevalenza di querce caducifoglie	115944
Aree a ricolonizzazione naturale	75
Boschi a prevalenza di altre latifoglie autoctone	35448
Boschi a prevalenza di castagno	5110
Boschi a prevalenza di faggio	17475
Boschi a prevalenza di specie igrofile	948
Boschi ed ex-piantagioni a prevalenza di latifoglie esotiche	51
Boschi a prevalenza di pini mediterranei e cipressi	1528
Boschi a prevalenza di pini oro-mediterranei e montani	3528
Boschi a prev. di abeti	29

Boschi misti a prevalenza di latifoglie	3375
Boschi misti a prevalenza di conifere	10132
Macchia alta	131
Macchia bassa e garighe	36
TOTALE REGIONE MARCHE	**251039**

Tabella 2.6 Confronto della percentuale di categoria rispetto alla superficie totale per ogni cartografia tenuta in considerazione CLC, ICFR e CFI

Categoria	CLC	ICFR	CFI
Orno-ostrieti/Latifoglie varie	15%	27%	29%
Faggete	7%	8%	17%
Castagneti	2%	2%	2%
Querceti/Cerrete	46%	42%	31%
Leccete	2%	2%	2%
Ripariali	0%	9%	14%
Rimboschimenti	6%	8%	5%
Robinieti/Ailanteti	0%	1%	-
Arbusteti e cespuglieti	21%	3%	-

Anche il confronto con la CLC produce alcuni scostamenti meritevoli di un commento. Il valore nullo delle formazioni ripariali (Tabella 2.6) è verosimilmente un artefatto legato alla risoluzione spaziale minima di 25 ettari propria di questo dataset. Le formazioni ripariali si sviluppano tipicamente in fasce strette lungo i corsi d'acqua, una fisionomia difficilmente inquadrabile in modo compatto su 25 ha, per cui la CLC non riesce a isolarle come poligono autonomo e tende ad associarle alle classi di copertura limitrofe. Non si tratta quindi di un'assenza reale della categoria sul territorio, ma di un limite strutturale della scala e della soglia dimensionale della fonte. Anche il valore elevato di arbusteti e cespuglieti nella CLC (21%, contro il solo 3% dell'ICFR) merita una lettura critica. In CORINE questa quota corrisponde in buona parte alla classe "Aree a vegetazione boschiva e arbustiva in evoluzione" (52.349 ha, Tabella 2.5), ovvero le formazioni non ancora strutturate come bosco vero e proprio (per densità di copertura e altezza della vegetazione), ovvero in fase di ricolonizzazione, popolamenti radi o discontinui, vegetazione legnosa su substrati marginali. È plausibile che in questa classe rientrino anche soprassuoli di orno-ostrieti insediati su substrati detritici o rupicoli, dove le condizioni stazionali estreme limitano lo sviluppo in altezza e la chiusura della chioma, restituendo alla fotointerpretazione satellitare un aspetto più arbustivo che propriamente forestale. Resta comunque

un'ipotesi interpretativa, coerente con i limiti classificatori della CLC, più che un dato verificabile puntualmente con le fonti qui utilizzate.

L'analisi delle sovrapposizioni spaziali serve a meglio comprendere quanto di ciò che oggi viene cartografato come bosco trovi un effettivo riscontro nelle due cartografie forestali di riferimento. Il riferimento è la CTR 2019, che di fatto propone una "fotografia" della presenza del bosco nel territorio regionale, quantificabile in 323.919 ha. Scomponendo questa superficie con operazioni di intersezione e differenza in Qgis si ottengono le quattro classi riportate nella Tabella 2.7 e rappresentate nella Figura 2.18. La prima, e di gran lunga la più estesa, include la superficie forestale riconosciuta anche da entrambe le cartografie forestali, 222.407 ha, pari al 69% del totale. È la parte di piena concordanza tra le fonti e nella mappa corrisponde al fondo grigio della base "CTR Bosco" che resta visibile sotto le altre retinature e individua il patrimonio forestale consolidato lungo la dorsale appenninica e i sistemi collinari interni. Le altre tre classi, al contrario, mettono in luce le divergenze, cioè le porzioni di bosco CTR che una sola, o nessuna, delle due cartografie forestali conferma, 56.379 ha (17%) riconosciuti dalla sola CFI (in azzurro), appena 6.608 ha (2%) dal solo ICFR (in arancione) e 38.525 ha (12%) che nessuna delle due intercetta e che quindi soltanto la CTR classifica come bosco (in rosso). Poiché l'intera analisi si svolge entro il perimetro della CTR, ogni superficie in mappa è già, per definizione bosco per tale fonte: quando si parla di area "riconosciuta solo da ICFR" o "solo da CFI" si intende perciò il riconoscimento di una soltanto delle due cartografie forestali, che si somma a quello della CTR di base, mentre "riconosciuto solo da CTR" indica le aree che nessuna delle due conferma. Questa ripartizione non fa che confermare quanto già emerso dal confronto delle superfici complessive. CFI 2020 non riconosce 45.133 ha ovvero il 14% della CTR (le classi rossa e arancione insieme), mentre ICFR 2001 ne esclude una quota più che doppia, 94.904 ha ovvero il 29% (classi rossa e azzurra). La notevole differenza si spiega con i 20 anni di differenza delle due carte: CFI riesce invece a intercettare in misura assai maggiore l'espansione forestale avvenuta nell'intervallo temporale e in larga parte dovuta a boschi di neoformazione insediatisi su ex coltivi e pascoli abbandonati o ad *infilling* in boschi radi. Infine è opportuno considerare che non tutte le aree non riconosciute corrispondono a reale assenza di bosco: vi possono essere semplici

discordanze di delimitazione tra carte costruite in epoche e con tecniche diverse e da effetti di bordo lungo i confini dei poligoni. Il dato, insomma, va letto come misura della concordanza spaziale tra le fonti e della loro capacità di cogliere la dinamica forestale recente, più che come bilancio dell'errore dell'una o dell'altra.

Tabella 2.7 Ripartizione della superficie boscata della CTR 2019 in base al riconoscimento da parte delle cartografie forestali ICFR 2001 e CFI 2020, con valori in ettari e incidenza percentuale sul totale CTR.

Zona	Superficie (ha)	% su CTR
Riconosciuta CFI e ICFR	222.407	69
Riconosciuta solo CFI	56.379	17
Riconosciuta solo ICFR	6.608	2
Non riconosciuta da CFI e ICFR	38.525	12

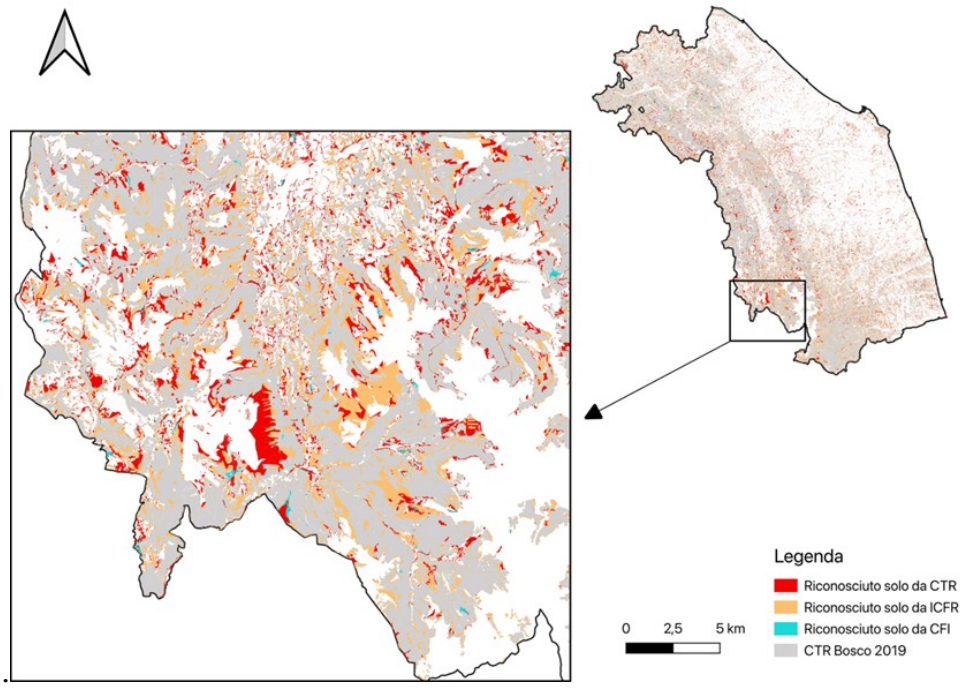


Figura 2.18 Concordanza spaziale tra le fonti forestali nelle Marche. In grigio le superfici riconosciute come bosco da entrambe le carte (CFI 2020 e ICFR 2001), nelle tinte intermedie quelle riconosciute da una sola fonte, in rosso le superfici che la sola CTR 2019 classifica come bosco e restano escluse da entrambe le cartografie forestali

2.2.3 Boschi di neoformazione

Oltre all'analisi quantitativa delle dinamiche forestali descritta nei paragrafi precedenti, si è ritenuto utile affiancare un confronto di natura visiva e qualitativa, mirato a documentare concretamente l'avanzamento del bosco su superfici agro-pastorali abbandonate. Le elaborazioni *raster* su base satellitare discusse in precedenza restituiscono infatti una stima quantitativa del fenomeno a scala regionale, ma non permettono di apprezzarne visivamente gli effetti concreti sul paesaggio, né di distinguere in modo intuitivo tra ambienti fisiografici diversi. Il confronto diretto tra una fotografia aerea storica e la classificazione forestale attuale della stessa area, per contro, rende immediatamente leggibile la trasformazione avvenuta e consente di

valutare la congruità delle dinamiche di espansione forestale. Il confronto (Figura 2.19) mostra, in tutti e quattro i siti considerati, una significativa espansione della copertura forestale rispetto alla situazione del 1978, le superfici che nell'ortofoto storica appaiono, in bianco e nero, come coltivi, pascoli o terreni nudi risultano, nella classificazione ICFR 2001, occupate da formazioni forestali riconducibili prevalentemente a orno-ostrieti, querceti di roverella e cerrete, coerentemente con la dinamica di ricolonizzazione spontanea dei terreni marginali abbandonati. Va precisato che il confronto resta volutamente qualitativo, non essendo stata condotta alcuna misura di superficie sui singoli siti, i risultati non vanno intesi come una stima autonoma dell'estensione del fenomeno, bensì come documentazione visiva a supporto e conferma delle dinamiche già quantificate a scala regionale.

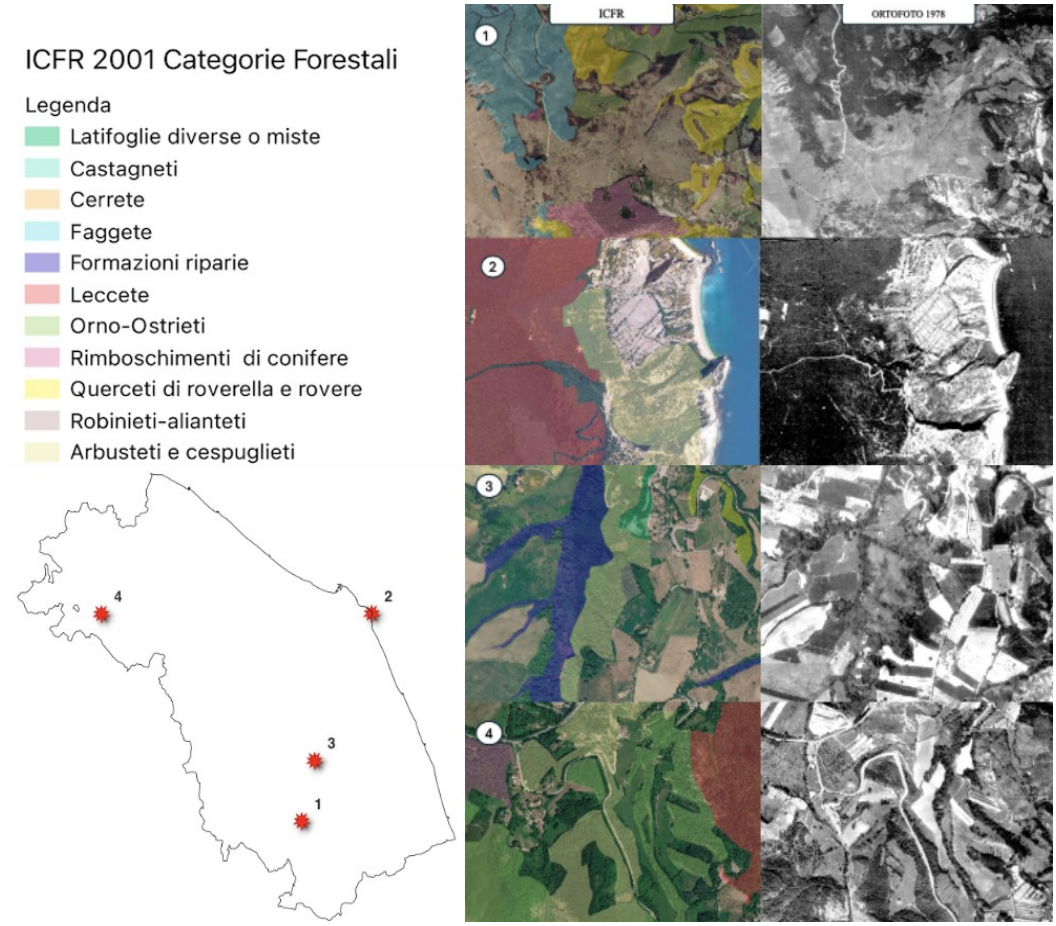


Figura 2.19 Confronto fra le ortofoto del volo 1978 e la categoria forestale ICFR 2001 in quattro siti campione rappresentativi dei principali ambienti fisiografici della regione Marche: [1] area interna centro-meridionale, [2] sistema costiero nord-orientale, [3] area centrale interna, [4] fascia collinare interna nord-occidentale verso il Montefeltro. La mappa di inquadramento a sinistra riporta l'ubicazione dei quattro siti, numerati coerentemente con i riquadri di dettaglio. Elaborazione su base WMS Regione Marche (ortofoto storiche) e cartografia ICFR 2001 (Regione Marche, 2001).

2.2.4 Le foreste regionali in aree protette e della RN2000

I siti individuati ai sensi della Direttiva Habitat (Direttiva 92/43/CEE del Consiglio, del 21 maggio 1992, relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche) attraversano un iter in due fasi, dapprima proposti dagli Stati membri e approvati dalla Commissione europea come Siti di Importanza Comunitaria (SIC), i quali, solo dopo la definizione da parte delle Regioni degli obiettivi e delle misure di conservazione sito-specifiche, vengono designati come Zone Speciali di Conservazione (ZSC), con decreto ministeriale adottato d'intesa con ciascuna regione e provincia autonoma interessata. Le Zone di Protezione Speciale

(ZPS), istituite ai sensi della Direttiva Uccelli (Direttiva 2009/147/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 30 novembre 2009, concernente la conservazione degli uccelli selvatici, versione codificata della precedente Direttiva 79/409/CEE), seguono invece un percorso più diretto, in quanto vengono designate direttamente dagli Stati membri ed entrano automaticamente a far parte della rete Natura 2000, senza il passaggio intermedio (MASE, 2025). La dicitura "SIC/ZSC" corrisponde quindi ai siti della Direttiva Habitat presenti nel dataset regionale, comprensivi sia dei SIC non ancora formalmente designati come ZSC sia di quelli già designati (Tab. 2.8 e Fig. 2.20).

Tabella 2.8 Superficie forestale (ha) e incidenza percentuale sul totale regionale ricadenti nelle principali categorie di tutela ambientale.

Sistema di tutela	Sup. forestale (ha)	% sup forestale regionale
SIC/ZSC	70.110	21,64
ZPS	81.002	25,01
Aree protette	55.730	17,20
Totale (con sovrapposizioni)	***206.842***	***63,85***
Totale (senza sovrapposizioni)	**176.085**	**54,36**

Le superfici forestali incluse all'interno delle ZPS risultano pari a circa 81.002 ha, corrispondenti al 25,01% della superficie forestale regionale, rappresentando il valore più elevato tra le singole categorie considerate. I SIC/ZSC comprendono invece circa 70.110 ha di bosco, pari al 21,64% del patrimonio forestale regionale, mentre le aree protette includono circa 55.730 ha, corrispondenti al 17,20% della superficie forestale totale. Va tuttavia precisato che le tre categorie non sono tra loro mutuamente esclusive, un medesimo poligono di bosco può infatti ricadere contemporaneamente in un SIC/ZSC, in una ZPS e in un'area protetta, per cui la semplice somma delle tre percentuali (pari a 63,85%) sovrastimerebbe la reale estensione del bosco tutelato, computando più volte le superfici in cui più forme di tutela si sovrappongono. Per ottenere una stima corretta è stata quindi condotta un'elaborazione Qgis di unione geometrica tra i tre *layer* di tutela, seguita dalla dissoluzione dei confini interni, così da ottenere un unico perimetro privo di sovrapposizioni (Fig. 2.21).

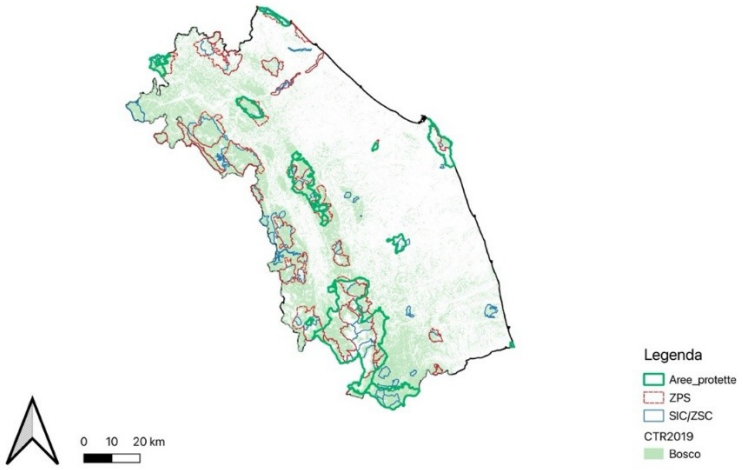


Figura 2.20 Distribuzione delle superfici forestali regionali (CTR2019) in relazione ai siti RN2000 (SIC/ZSC e ZPS) e delle aree protette della Regione

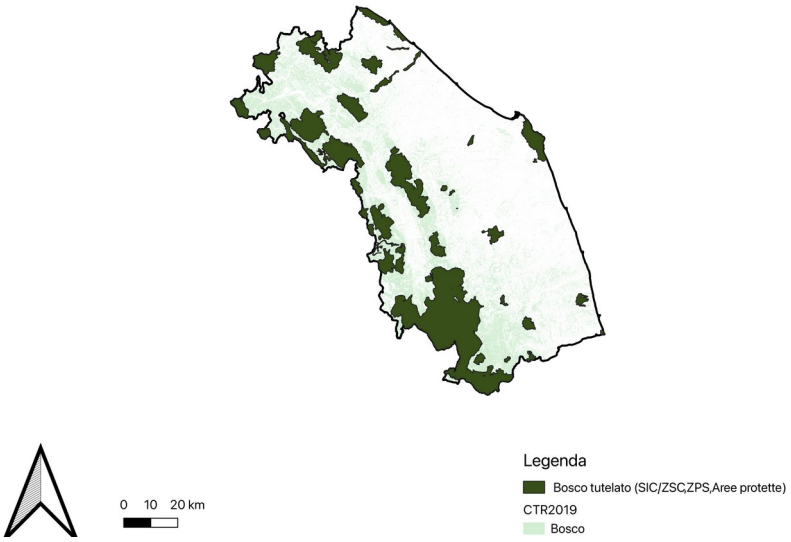


Figura 2.21 (Sopra) Distribuzione dei siti RN2000 (SIC/ZSC e ZPS) e delle aree protette della Regione. (Sotto) Superficie forestale (da CTR 2019) presente nelle aree protette o della RN2000.

Va tuttavia precisato che le tre categorie non sono tra loro mutuamente esclusive, un medesimo poligono di bosco può infatti ricadere contemporaneamente in un SIC/ZSC, in una ZPS e in un'area protetta, per cui la semplice somma delle tre percentuali (pari a 63,85%) sovrastimerebbe la reale estensione del bosco tutelato, computando più volte le superfici in cui più forme di tutela si sovrappongono. Per ottenere una stima corretta è stata quindi condotta un'elaborazione Qgis di unione geometrica tra i tre *layer* di tutela, seguita dalla dissoluzione dei confini interni, così da ottenere un unico perimetro privo di sovrapposizioni Fig. 2.20). Il bosco ricadente in almeno una forma

di tutela ambientale risulta pari a 176.085 ha, corrispondenti al 54,36% della superficie forestale regionale (CTR 2019); la differenza rispetto alla somma semplice delle tre categorie (206.842 ha, ovvero 30.757 ha in più) rappresenta l'estensione del bosco soggetto a più forme di tutela sovrapposte, concentrata prevalentemente nei grandi complessi montani dove SIC/ZSC, ZPS e aree protette tendono a coincidere spazialmente. L'osservazione della distribuzione cartografica mostra come la maggiore concentrazione delle superfici forestali tutelate sia localizzata prevalentemente nei settori interni della regione e lungo il sistema appenninico, dove si osserva una maggiore continuità della copertura forestale. Le principali sovrapposizioni tra superfici forestali e sistemi di tutela risultano infatti concentrate nei grandi complessi forestali montani e collinari interni, coerentemente con la distribuzione regionale delle principali categorie forestali e con la localizzazione degli habitat di maggiore interesse conservazionistico. Particolarmente significativo risulta il ruolo delle ZPS, che comprendono, tra le singole categorie, la quota di superficie forestale più estesa. Tale risultato potrebbe essere associato alla funzione svolta dai sistemi forestali regionali nella conservazione delle specie di interesse comunitario, soprattutto nei contesti caratterizzati da elevata continuità ecologica e ridotta frammentazione territoriale. Le aree protette, pur interessando singolarmente una quota inferiore della superficie forestale rispetto ai siti della Rete Natura 2000, mantengono comunque un ruolo strategico nella tutela dei principali sistemi forestali regionali e nella conservazione delle funzioni ecologiche e paesaggistiche ad essi associate.

CAPITOLO 3-
PRODUZIONE, PRODUTTIVITÀ E PERDITA DI BIOMASSA FORESTALE

3.1 Introduzione

La conoscenza integrata di volume legnoso, incremento, produttività e utilizzazioni autorizzate costituisce una condizione essenziale per una gestione forestale informata, sostenibile e verificabile. Tali dati permettono di stimare il capitale forestale, valutare la capacità di produzione, programmare i prelievi, controllare la legalità degli interventi e monitorare gli effetti della gestione nel tempo. La disponibilità, accessibilità e qualità di tali dati e informazioni è fondamentale sia a livello nazionale sia regionale e costituisce condizione imprescindibile per un'efficace pianificazione forestale. In Italia la situazione è nettamente migliorata a partire dagli anni'80 con il primo Inventario Forestale Nazionale (IFNI,1985) e poi con i due successivi (INFC 2005 e 2015). Dallo scorso anno è iniziato anche il terzo INFC i cui risultati peraltro non sono ancora disponibili. Molte regioni si sono poi dotate di Inventari Forestali Regionali che però non sempre sono stati sottoposti ad aggiornamento. E' il caso delle Marche che nel 2001 ha pubblicato il primo, e finora unico, Inventario e Carta Forestale Regionale a cura di IPLA su incarico della Regione Marche. Uno strumento molto dettagliato e utile, ma che ora, dopo oltre 25 anni dai rilievi in campo (1999-2000), è decisamente obsoleto. In questo capitolo sono riportati sia dati provenienti da bibliografia, documenti ufficiali, ma anche estratti da banche dati di enti territoriali.

3.2 Produzione e produttività delle foreste

La conoscenza del volume di massa legnosa presente nei boschi, generalmente espresso come *growing stock* espresso in m^3, costituisce la base per descrivere la consistenza del patrimonio forestale di un determinato territorio. Il volume può essere analizzato in rapporto alla superficie, alle specie, alle classi di età, alla fertilità stazionale e alla destinazione gestionale. Il volume legnoso rappresenta, inoltre, una

forma di capitale naturale: fornisce materia prima per le filiere forestali, contribuisce all'accumulo di carbonio e costituisce il presupposto per la valutazione delle possibilità di utilizzazione. Per questo motivo, gli inventari forestali nazionali considerano il volume della massa legnosa una delle principali variabili per la valutazione delle risorse forestali e della sostenibilità della gestione (Forest Europe, 2020; FAO, 2020). In Italia, le informazioni più complete sono raccolte dall'Inventario Nazionale delle Foreste e dei serbatoi forestali di Carbonio (INFC), che fornisce dati relativi al volume, alla composizione specifica, alla struttura dei soprassuoli, alla disponibilità per la produzione legnosa e alle utilizzazioni forestali (Gasparini et al., 2022; INFC2015).

Il volume complessivo (detto anche provvigione) della massa legnosa di una foresta o delle foreste di una regione o nazione, espresso generalmente in metri cubi, descrive il cosiddetto capitale fruttante. L'incremento esprime la variazione della massa legnosa nel tempo, solitamente 1 anno, ma spesso anche ogni dieci anni, ovvero il tempo che intercorre fra due inventari e/o piani di assestamento forestale. Gli incrementi a seconda che esprimano una variazione effettiva o relativa si possono distinguere in:

- incremento corrente, riferito all'aumento effettivo di volume in un determinato intervallo temporale (molto difficile da stimare soprattutto per grandi superfici boscate);
- incremento medio, ottenuto rapportando il volume prodotto da un soprassuolo all'età o al periodo considerato (quello più utilizzato negli inventari regionali e nazionali);
- incremento percentuale, ovvero il rapporto fra incremento corrente e la massa legnosa che lo ha prodotto (di utilizzo prettamente tecnico).
- Si possono considerare inoltre anche:
- incremento netto, che tiene conto anche della mortalità naturale, dei danni alle foreste e delle utilizzazioni forestali;
- la produttività, che mette in relazione la quantità di legno prodotto con la superficie e con il tempo, generalmente espressa in $m^3\ ha^{-1}\ anno^{-1}$.

Queste grandezze consentono di valutare la capacità produttiva di un bosco e di confrontare soprassuoli caratterizzati da specie, età, condizioni stazionali e modalità gestionali differenti. Questi parametri non costituiscono soltanto un riferimento per calibrare le utilizzazioni forestali, ma sono anche un indicatore della fertilità ovvero della produttività dei soprassuoli e della loro capacità di assorbimento di carbonio

organico. In questo senso, risulta utile distinguere tra *stock* e *sink*: analogamente ai concetti di massa e incremento legnoso, il primo indica la quantità di carbonio complessivamente immagazzinata in un determinato ecosistema in un dato istante, mentre il secondo esprime la capacità dello stesso di assorbire e accumulare carbonio nel tempo, determinando una riduzione netta della concentrazione di CO_2 in atmosfera (IPCC, 2019). Le informazioni quantitative sulla produzione e sulla produttività sono indispensabili per la redazione degli strumenti di pianificazione forestale. Esse consentono di:

- definire i turni e i periodi di curazione;
- programmare diradamenti, tagli di maturità e interventi di rinnovazione;
- stimare la ripresa forestale;
- organizzare la viabilità e l'esbosco;
- valutare la disponibilità di legname per le filiere locali;
- prevedere l'evoluzione futura dei soprassuoli mediante modelli di crescita.

In assenza di dati aggiornati, la pianificazione rischia di basarsi su stime teoriche o su informazioni non più rappresentative delle condizioni reali del bosco. Gli inventari periodici consentono invece di confrontare differenti momenti temporali e di individuare tendenze di aumento o riduzione della biomassa, cambiamenti nella composizione specifica e modificazioni nella capacità produttiva. La produzione di legname deve essere considerata all'interno della multifunzionalità forestale. Le stesse foreste forniscono contemporaneamente servizi di protezione idrogeologica, conservazione della biodiversità, regolazione del ciclo idrologico, stoccaggio del carbonio, ricreazione e valore paesaggistico. Una corretta conoscenza dei volumi, degli incrementi e dei prelievi consente di valutare i possibili compromessi tra produzione legnosa e altre funzioni. Ad esempio, un intervento può essere produttivamente conveniente, ma richiedere limitazioni o prescrizioni particolari in aree caratterizzate da elevata pendenza, presenza di habitat sensibili o funzione protettiva. La gestione sostenibile deve quindi perseguire un equilibrio tra produzione, conservazione e resilienza degli ecosistemi.

3.3 Le perdite di biomassa

3.3.1 Disturbi naturali e antropici

Nella pianificazione forestale è fondamentale conoscere le voci positive del bilancio: da un lato l'aumento della biomassa nei boschi esistenti e di quella dei nuovi boschi che si sono formati e dall'altro le diverse forme di perdita o trasferimento (trasformazione) della biomassa. L'analisi congiunta di consistenza, incremento e utilizzazioni permette di valutare l'evoluzione della risorsa forestale. In forma semplificata, il bilancio del volume può essere espresso come:

$$V_{t+1}=V_t+I-R-M \qquad [1]$$

dove:

V_{t+1} = volume legnoso all'anno t + 1

V_t = volume legnoso all'anno t

I = incremento annuo di volume legnoso

R = prelievi annui derivanti dalle utilizzazioni

M = perdite annue dovute a mortalità e disturbi (incendi, eventi meteorici, insetti, ecc.)

Una formulazione più dettagliata rispetto a quella generale è:

$$Bt_{+1}=B_t+G-HL-HI-LN-LA \qquad [2]$$

dove:

- $Bt+1$ = biomassa arborea viva al tempo t+1
- Bt = biomassa arborea viva al tempo t
- G = incremento annuo di biomassa;
- HL = utilizzazioni annue forestali legali;
- HI = utilizzazioni annue illegali o non autorizzate;
- LN = perdite annue causate da disturbi naturali;
- LA = perdite annue causate da disturbi antropogeni non riconducibili direttamente a utilizzazioni forestali.

Occorre tuttavia evitare il doppio conteggio: ad esempio, il legname abbattuto da una tempesta e successivamente recuperato mediante un taglio di bonifica (*salvage logging*) ha origine a seguito di un disturbo naturale, ma entra nel bilancio come prelievo antropico al momento della rimozione. Un aumento del volume complessivo,

quindi, non indica necessariamente una gestione ottimale, così come un livello elevato di utilizzazioni non implica automaticamente un sovrasfruttamento. È necessario considerare la distribuzione spaziale e temporale dei prelievi, la composizione dei soprassuoli, la rinnovazione, la mortalità e la qualità degli habitat. I dati relativi a incremento e utilizzazioni costituiscono quindi strumenti fondamentali per verificare se la gestione sia compatibile con il principio della sostenibilità forestale (Forest Europe, 2020; UNECE/FAO, 2017).

I disturbi naturali sono eventi o processi che determinano mortalità, danneggiamento o perdita di biomassa senza derivare direttamente da un'azione di utilizzazione forestale. Possono essere classificati in: biotici e abiotici. I primi comprendono: insetti xilofagi e defogliatori; funghi patogeni; batteri e altri microrganismi; fitopatie complesse associate a siccità e stress termico. Questi disturbi possono provocare defogliazione, riduzione dell'accrescimento, mortalità di singoli alberi o collasso di interi popolamenti. L'INFC2015 rileva separatamente diffusione, intensità e causa dei danni forestali, distinguendo le diverse categorie di patologie e danneggiamenti. Fra i disturbi abiotici rientrano: siccità prolungata e ondate di calore; vento e tempeste; neve e gelate; incendi di origine naturale; frane, alluvioni e valanghe; eventi estremi associati al cambiamento climatico. La biomassa colpita può rimanere temporaneamente in bosco come alberi morti in piedi o necromassa a terra, oppure essere rimossa successivamente. Per questo motivo la morte dell'albero e la perdita della biomassa dal comparto della vegetazione viva non coincidono necessariamente con una perdita immediata dal sistema forestale. In particolare, il legno morto continua a svolgere funzioni ecologiche rilevanti e rappresenta un serbatoio di carbonio. La sua decomposizione determina un rilascio progressivo di carbonio, mentre la combustione durante un incendio può produrre una perdita molto più rapida. I disturbi antropogeni sono causati dall'attività umana, ma non coincidono necessariamente con le utilizzazioni forestali. Tra i principali si possono ricordare:

- incendi colposi o dolosi;
- conversione del bosco ad altri usi del suolo;
- apertura di strade, infrastrutture e insediamenti;
- frammentazione degli habitat;
- inquinamento atmosferico e deposizioni di sostanze dannose;
- compattazione e alterazione del suolo;

- introduzione o diffusione di specie invasive;
- pascolo eccessivo o danneggiamento della rinnovazione;
- abbandono gestionale associato a un aumento del rischio di incendi e fitopatie.

La conversione permanente del bosco a un'altra forma d'uso del suolo deve essere distinta dalla semplice riduzione temporanea della biomassa. Un taglio raso seguito da rinnovazione forestale può determinare una forte diminuzione temporanea dello *stock*, ma non necessariamente una deforestazione. Al contrario, la trasformazione del suolo forestale in superficie agricola o infrastrutturale determina una perdita di superficie forestale e di capacità produttiva. È quindi utile distinguere tra deforestazione, cioè perdita della copertura forestale e cambio permanente d'uso del suolo e degrado forestale, cioè riduzione della struttura, della funzionalità o della capacità produttiva della foresta senza necessariamente perderne la classificazione formale. Questa distinzione è centrale anche nelle politiche europee contro la deforestazione e il degrado forestale.

3.3.2 Le utilizzazioni forestali legali

Le utilizzazioni forestali, cioè i prelievi di legname condotti a norma di legge secondo criteri selvicolturali, rappresentano lo strumento con cui la componente produttiva del bosco viene resa disponibile nella filiera foresta-legno. Una gestione attiva e regolare non si limita a fornire redditi dovuti alla vendita del legname (peraltro sempre più bassi in Appennino), ma è fondamentale per garantire la fornitura dei servizi ecosistemici, sempre più richiesti da una società ormai prevalentemente urbanizzata. È importante distinguere tra:

- utilizzazioni previste dagli strumenti di pianificazione;
- utilizzazioni autorizzate dagli enti competenti;
- utilizzazioni dichiarate o registrate;
- utilizzazioni effettivamente realizzate;
- prelievi derivanti da eventi accidentali o da interventi fitosanitari.

Le utilizzazioni forestali legali sono interventi di prelievo eseguiti nel rispetto della normativa regionale (o delle province autonome) vigente, degli strumenti di pianificazione, delle autorizzazioni e delle prescrizioni selvicolturali, per finalità produttive, colturali o di rinnovazione del soprassuolo. Si distinguono tradizionalmente in tagli intercalari e tagli di rinnovazione, cui si aggiungono anche interventi fitosanitari e tagli di recupero dopo disturbi (es. schianti, crolli o incendi). I

tagli intercalari sono interventi colturali che, asportando una parte della massa legnosa in piedi, non innescano, se non marginalmente, i processi di rinnovazione del soprassuolo, ma ne modificano la struttura, la densità o la composizione nel corso del ciclo produttivo. In fustaia si tratta essenzialmente dei diradamenti (ripuliture e sfolli non si eseguono più), mirati a favorire l'accrescimento delle specie o dei soggetti migliori riducendo la competizione inter e/o intra-specifica. Fra questi si annoverano anche gli interventi di di conversione dei cedui a fustaia (Bernetti, 2005). Nei cedui oggi le cure colturali non si praticano più perché non sono economicamente sostenibili e sono poco funzionali per il tipo di assortimenti ritraibili che forniscono. I tagli di rinnovazione, al contrario, hanno lo scopo di rinnovare il soprassuolo. In fustaia la rinnovazione può essere naturale, ottenuta attraverso tagli a raso su superfici limitate (max 0,5 ettari) e tagli successivi (*t. sementazione, t. secondari* e *t. di sgombero*) che favoriscono progressivamente l'insediamento della rinnovazione da seme. Nei soprassuoli disetanei la rinnovazione è invece continua e diffusa, realizzata tramite tagli a scelta colturale su singole piante o gruppi. Nel ceduo, il taglio di fine turno costituisce il taglio di rinnovazione agamica che innesca l'emissione di nuovi polloni dalle ceppaie. Nessuno di questi interventi, come già ricordato, costituisce riduzione della superficie boschiva, vietata (salvo alcune eccezioni per pubblica utilità) da leggi e regolamenti forestali e quindi le superfici interessate da tagli di rinnovazione sono a tutti gli effetti considerate boschive (Urbinati, 2017). Dal punto di vista del bilancio della biomassa, il prelievo legale rappresenta una diminuzione della biomassa arborea viva presente in bosco, ma non necessariamente una perdita ecologica complessiva. Una parte del carbonio viene trasferita nei prodotti legnosi, una parte rimane nei residui di lavorazione e una parte viene rilasciata durante l'uso energetico o la decomposizione. La legalità dell'intervento non coincide quindi con la sostenibilità automatica. Un taglio può essere formalmente autorizzato ma risultare non adeguato agli obiettivi di conservazione se viene valutato senza considerare:

- intensità e frequenza dei prelievi;
- capacità di rinnovazione;
- fertilità e stabilità del sito;
- presenza di habitat e specie protette;
- funzione protettiva del bosco;
- mantenimento della necromassa;

- effetti cumulativi a scala di bacino o di paesaggio.

È opportuno sottolineare che i dati sulle utilizzazioni autorizzate non coincidono necessariamente con l'insieme dei prelievi reali: possono esistere differenze dovute a ritardi amministrativi, mancata comunicazione, interventi di emergenza o attività non conformi alla normativa. Per questo motivo è utile integrare le fonti amministrative con inventari, rilievi di campo, telerilevamento e controlli sul territorio. La registrazione delle utilizzazioni regolarmente autorizzate è importante non solo per motivi produttivi, ma anche per garantire la conformità alle norme forestali, paesaggistiche, ambientali e di sicurezza. In Italia, il decreto legislativo 3 aprile 2018, n. 34, attribuisce rilievo alla gestione attiva e razionale del patrimonio forestale, alla pianificazione degli interventi e alla conoscenza e al monitoraggio degli ecosistemi forestali. La documentazione dei prelievi consente di collegare il materiale legnoso all'area di provenienza, al soggetto responsabile, al titolo autorizzativo e alle modalità di esecuzione dell'intervento. Tale tracciabilità è sempre più importante anche nel commercio internazionale del legno, nella certificazione forestale e nell'applicazione delle politiche europee di contrasto alla deforestazione e alla provenienza illegale dei prodotti forestali. I dati sulla produzione e sulle utilizzazioni costituiscono quindi una base conoscitiva per le politiche forestali nazionali, regionali ed europee. Essi sono utilizzati per la definizione di strategie climatiche, programmi di sviluppo rurale, politiche energetiche, bilanci del carbonio e valutazioni della disponibilità di biomassa. La disponibilità di serie storiche omogenee è particolarmente importante per analizzare gli effetti del cambiamento climatico, degli incendi, delle fitopatie e delle modificazioni della gestione. Recenti lavori europei hanno evidenziato la necessità di armonizzare dati relativi a volume, incremento e biomassa per migliorare il confronto tra Paesi e la valutazione delle risorse forestali a scala continentale (Pilli et al., 2024).

3.3.3 Le utilizzazioni forestali illegali

Le utilizzazioni illegali sono prelievi realizzati in violazione delle norme forestali, ambientali, paesaggistiche o amministrative. Possono comprendere:

- tagli eseguiti senza autorizzazione;
- superamento della superficie o del volume autorizzato;

- mancato rispetto dei confini della particella;
- taglio di specie o alberi non autorizzati;
- mancato rispetto dei turni o delle modalità di trattamento;
- falsificazione o omissione delle dichiarazioni;
- commercializzazione di legname di origine non documentata;
- tagli effettuati in aree protette in violazione delle prescrizioni.

È necessario distinguere l'illegalità dalla mancata contabilizzazione. Un prelievo può non comparire nelle statistiche perché:

- non soggetto a obbligo di comunicazione;
- destinato all'autoconsumo;
- effettuato nell'ambito di usi civici;
- registrato con ritardo;
- rilevato con una definizione diversa da quella utilizzata nelle statistiche inventariali.

Pertanto, non tutto ciò che manca nelle statistiche è necessariamente illegale. Tuttavia, una sistematica registrazione per difetto, può rendere difficile controllare la sostenibilità dei prelievi e può celare utilizzazioni non conformi. A livello europeo, il Regolamento UE n. 995/2010 ha introdotto obblighi di dovuta diligenza e tracciabilità per gli operatori che immettono legno e prodotti da esso derivati sul mercato. Il successivo Regolamento UE 2023/1115 ha ampliato il quadro, richiedendo che determinati prodotti forestali siano associati a una provenienza legale e non collegata a deforestazione o degrado forestale. La conoscenza di tali quantità permette di valutare il grado di mobilitazione della risorsa legnosa, l'efficienza della filiera e il rapporto tra potenzialità produttiva e prelievi reali. Inoltre, il confronto tra dati inventariali, autorizzazioni amministrative, statistiche forestali e informazioni provenienti dalle imprese può contribuire a individuare lacune informative, sottostime o differenze metodologiche.

3.4 Materiali e metodi

3.4.1 Stima della massa legnosa nelle Marche da fonti inventariali

Per la stima dei dati provvigionali sulle foreste regionali sono state utilizzate quelle già esplorate per la stima delle superfici boschive, ovvero gli Inventari Nazionali delle Foreste e dei serbatoi forestali di Carbonio (INFC 2005 e 2015) e l'Inventario e Carta Forestale Regionale (ICFR), (IPLA, Regione Marche, 2001). I primi sono basati su

rilievi dendrometrici di terza fase, condotti nelle Marche con una rete di circa 300 aree di saggio permanenti rilevate a terra. Questi forniscono stime statistiche di provvigione e incremento legnoso articolate per categoria forestale, sono disponibili sia a livello nazionale che regionale (Gasparini et al., 2022; De Laurentis et al., 2021) e costituiscono la fonte ufficiale più aggiornata e metodologicamente robusta per le Marche. I dati dendro-auxometrici di ICFR derivano da una sua rete capillare di oltre 2.400 aree di saggio rilevate a terra, ma sono riferiti al 2001. Sono inoltre stati utilizzati i dati desunti da 32 Piani Particolareggiati di Assestamento Forestale (PPAF) vigenti nella Regione Marche all'anno dello studio (Storti, 2023) e relativi a una superficie pianificata di circa 54.841 ha, circa il 22,6% della superficie forestale regionale. A differenza di INFC e ICFR, che restituiscono stime statistiche riferite all'intera superficie forestale regionale su base campionaria, i dati PPAF derivano dalla somma di rilievi dendro-auxometrici condotti a scala di singola proprietà o particella nell'ambito della redazione dei piani, e sono quindi disponibili solo per le superfici effettivamente pianificate.

3.4.2 Stima delle utilizzazioni nelle Marche con dati da rilevamento satellitare

Per stimare le utilizzazioni forestali regionali sono stati dapprima estratti e analizzati i dati da telerilevamemto satellitare, per avere un termine di confronto indipendente con la serie storica dei dati derivanti procedure amministrative. Esistono diversi sistemi di telerilevamento satellitare concepiti per il monitoraggio degli effetti dei disturbi sulla copertura forestale, fondati sull'analisi comparata di immagini acquisite prima e dopo l'evento (analisi ante-post). Poiché anche il taglio boschivo si traduce in una variazione di copertura arborea rilevabile da satellite, tali sistemi possono in linea di principio essere impiegati anche per il monitoraggio delle utilizzazioni forestali, sebbene con alcuni limiti intrinseci che è opportuno premettere, in quanto condizionano l'interpretazione dei risultati. In generale, il dato satellitare registra soltanto una differenza di copertura tra due immagini annuali, senza fornire alcuna informazione sulla conformità normativa dell'intervento che l'ha generata, non distingue un taglio autorizzato e regolarmente comunicato da uno abusivo, né è in grado di stabilire se l'area interessata rientri in un piano di gestione forestale o in un ceduo condotto secondo turno. Il dato satellitare, in definitiva, è un indicatore

orientativo di un cambiamento di copertura avvenuto, non una misura diretta e definitiva di un'utilizzazione forestale in senso normativo.

Un secondo limite riguarda invece l'attribuzione causale, il segnale di "*loss*" non distingue, di per sé, tra le diverse cause del cambiamento. Un incendio, uno schianto da vento, un attacco di bostrico e un taglio producono, agli occhi dell'algoritmo, lo stesso tipo di segnale spettrale, cioè una riduzione della copertura arborea. Non tutti i dataset colmano questo limite: alcuni prodotti di ampia diffusione, come *Global Forest Watch* (Hansen et al., 2013), misurano una perdita di copertura generica, comprensiva di qualunque causa, senza distinguere l'agente responsabile. Un esempio più recente, di natura tecnologicamente diversa, è *RADD Europe* (van der Woude et al., 2026), un sistema di allerta quasi in tempo reale basato su dati radar Sentinel-1 (banda C) piuttosto che su immagini ottiche Landsat; il segnale radar, non condizionato dalla copertura nuvolosa, consente un'osservazione più regolare rispetto ai dataset ottici, ma condivide con *Global Forest Watch* lo stesso limite di fondo, il disturbo viene segnalato come tale, senza distinzione dell'agente causale, per cui anche in questo caso un taglio boschivo risulta visivamente identificabile come variazione di copertura, ma non è possibile isolarlo automaticamente da altre cause di disturbo.

In questo studio è stato utilizzato lo *European Forest Disturbance Atlas* (EFDA), un dataset a copertura europea che tenta di superare proprio il limite suddetto (Viana-Soto e Senf, 2025). Si tratta di un *dataset* satellitare a copertura pan-europea, ricavato dalle serie temporali Landsat, che ricostruisce annualmente, per il periodo 1985-2023, le aree forestali interessate da disturbi della copertura arborea con risoluzione spaziale di 30 metri. Il *dataset* applica un algoritmo di classificazione che, oltre a rilevare la perdita di copertura, tenta di attribuire a ciascun *pixel* disturbato un agente causale specifico: vento, bostrico, incendio, taglio, oppure agenti misti quando più cause si sovrappongono. L'attribuzione dell'agente non avviene a livello di singolo *pixel*, ma di *patch*, cioè di gruppi di *pixel* disturbati nello stesso anno e spazialmente contigui: per ciascuna patch il modello calcola 18 predittori relativi a dimensione, forma, caratteristiche spettrali del disturbo e contesto del paesaggio circostante (Sebald et al., 2021; Senf e Seidl, 2021b; Seidl e Senf, 2024). Questi predittori vengono impiegati da un modello di classificazione (*random forest*) addestrato su un database di riferimento di oltre 12.000 eventi di disturbo documentati, relativi a incendi, schianti da vento e

attacchi di bostrico (i coleotteri xilofagi responsabili delle principali morie per cause biotiche in Europa), ricavati da fonti indipendenti quali il database europeo delle tempeste FORWIND, il database DEFID2 sugli attacchi di bostrico e il sistema EFFIS sugli incendi. Poiché non esiste, a scala europea, un database di riferimento altrettanto affidabile per gli interventi di taglio, il modello non viene addestrato a riconoscerlo direttamente: il taglio viene invece attribuito per esclusione, cioè a tutte le *patch* di disturbo che il modello non classifica come vento, bostrico o incendio, assumendo che il taglio costituisca l'agente di disturbo dominante in Europa (Patacca et al., 2023; Seidl e Senf, 2024). La discriminazione si basa in particolare su due caratteristiche: i disturbi naturali (vento e bostrico) tendono a formare patch di maggiori dimensioni, di forma più irregolare e raggruppate nel paesaggio, mentre i tagli tendono a produrre *patch* più piccole, di forma regolare e distribuite in modo più uniforme nello spazio e nel tempo (Fig. 3.1)(Senf e Seidl, 2021b).

Va segnalato un limite intrinseco a questo approccio, riconosciuto dagli stessi autori, quando un disturbo naturale viene seguito da un taglio di recupero del legname danneggiato (*salvage logging*), la risoluzione annuale del dataset non permette di distinguere la causa originaria del disturbo dal successivo intervento di prelievo, e l'evento viene attribuito nella sua interezza all'agente naturale che l'ha originato. Dal punto di vista strutturale, il dataset è organizzato come uno *stack raster* multi-banda, in cui ciascuna banda corrisponde a un anno della serie 1985-2023 e il valore di ciascun pixel codifica, per quell'anno, l'eventuale agente di disturbo rilevato (mediante un codice numerico) oppure l'assenza di disturbo.



Figura 3.1 Esempio della differente morfologia dei patch di disturbo classificati dall'EFDA in un settore del territorio marchigiano (valore puramente illustrativo): un'area a contorno irregolare classificata come incendio (arancione) a fronte di numerosi patch più piccoli e regolari classificati come tagli colturali (azzurro)(da: European Forest Disturbance Atlas (Viana-Soto e Senf, 2025).
https://albaviana.users.earthengine.app/view/european-forest-disturbance-map.

Va segnalato un limite intrinseco a questo approccio, riconosciuto dagli stessi autori, quando un disturbo naturale viene seguito da un taglio di recupero del legname danneggiato (*salvage logging*), la risoluzione annuale del dataset non permette di distinguere la causa originaria del disturbo dal successivo intervento di prelievo, e l'evento viene attribuito nella sua interezza all'agente naturale che l'ha originato. I dati sono stati scaricati per l'intero territorio italiano dal *repository Zenodo* (versione 2.1.1; Viana-Soto e Senf, 2025;) e ritagliati sul perimetro regionale delle Marche, mantenendo il sistema di riferimento nativo del dataset (ETRS89-LAEA Europe, EPSG:3035). Trattandosi di una proiezione equivalente, che conserva quindi le aree, ogni *pixel* corrisponde a una superficie costante e nota su tutto il territorio (30×30 m, cioè 900 m² = 0,09 ha), indipendentemente dalla posizione geografica. Questa proprietà è indispensabile per calcolare correttamente le superfici interessate da disturbo mediante conteggio dei *pixel*, senza dover applicare fattori di correzione legati alla deformazione cartografica. Nel presente lavoro è stato utilizzato il livello *disturbance_agent*, corrispondente alle 39 bande annuali del periodo 1985-2023. Per rendere l'analisi più robusta rispetto a singole annualità anomale, il periodo è stato aggregato in quattro decadi, costruite a ritroso a partire dall'anno più recente: 2014-2023, 2004-2013, 1994-2003 e, per l'intervallo residuo, 1985-1993. Quest'ultimo intervallo ha posto un problema metodologico comprendendo solo 9 anni invece di 10. Per rendere le quattro decadi confrontabili tra loro si è quindi scelto di esprimere le

superfici non solo come totale del decennio, ma anche come media annua. Per ciascuna decade sono stati isolati, banda per banda, i *pixel* con codice agente pari a 3 (taglio); un *pixel* è stato conteggiato come interessato da taglio nel decennio se il codice compare in almeno una delle annualità che lo compongono. Le superfici sono state calcolate tramite calcolo *raster* e statistiche zonali sul confine regionale. Va infine considerato un limite specifico per l'applicazione di questo tipo di dato al contesto forestale italiano. Il segnale di perdita di copertura rilevato dal satellite dipende dall'intensità della riduzione temporanea di copertura prodotta dalle diverse tipologie di intervento. Nel caso dei tagli di rinnovazione come il taglio a raso, la velocità con cui la copertura torna a risaturare, condiziona la durata della falsa persistenza del segnale di disturbo: nel ceduo, dove la rinnovazione avviene per polloni da ceppaie già dotate di un apparato radicale sviluppato, il recupero è relativamente rapido. Nelle fustaie coetanee tagliate a raso, invece, dove la rinnovazione naturale o posticipata è da seme, l'insediamento e l'accrescimento delle plantule sono molto più lenti, e le chiome possono richiedere diversi anni prima di garantire nuovamente una copertura colma. Un secondo limite, più significativo, riguarda invece i tagli intercalari nelle fustaie coetanee e i tagli di curazione tipici delle fustaie disetanee o irregolari (o nei rari cedui a sterzo), dove il prelievo di singole piante (o polloni) o piccoli gruppi non produce una riduzione sufficientemente ampia della copertura. Questi sono da ritenere analoghi ai cosiddetti disturbi "*non-stand-replacing*", per i quali la stessa documentazione dell'EFDA riporta errori di omissione sensibilmente più elevati rispetto ai disturbi "*stand replacing*". Questi tipi di intervento sono ampiamente diffuso nell'Europa centrale e meridionale (Viana-Soto e Senf, 2025) ed è quindi probabile che non vengano rilevati affatto dal sistema satellitare, indipendentemente dal tempo di recupero del soprassuolo.

3.4.3 Stima delle utilizzazioni nelle Marche da fonti amministrative

3.4.3.1 Aspetti generali

Il taglio del bosco nelle Marche, come in generale in Italia, è soggetto a un regime autorizzativo. Chi intende effettuare un intervento di utilizzazione forestale deve preventivamente informare l'ente territorialmente competente, individuato nelle Unioni Montane o, per i comuni non ricompresi in un'Unione Montana, negli uffici

decentrati della Regione presentando una comunicazione in una delle due forme previste dalla normativa vigente: la Denuncia di Inizio Lavori (DIL), riservata agli interventi di minore impatto come i tagli di ceduo a regime su superfici limitate, oppure la Domanda di Autorizzazione, richiesta invece per gli interventi di maggiore rilevanza, quali il taglio di fustaia o il ceduo su superfici più estese. È a partire da questo passaggio amministrativo, obbligatorio per legge, che si genera la possibilità stessa di tracciare le utilizzazioni forestali sul territorio: senza una comunicazione preventiva, e senza un ente che la registri, non esisterebbe alcuna base dati da cui ricostruire l'entità e la distribuzione dei tagli realizzati. Nel corso del tempo, questa tracciabilità amministrativa si è affidata a sistemi informativi diversi, succedutisi o sovrappostisi tra loro dapprima UTILFOR e, dal 2017, il suo successore C-SIFA, il primo gestito a livello regionale e il secondo a livello nazionale, ma sempre da dati regionali. Dal 2023 è attiva una sezione FORESTE del SIAR, il Sistema Informativo Agricoltura Regionale, Unico nel panorama regionale è infine il WebGis R3Woods implementato da oltre 20 anni dall'Unione Montana dell'Alto e Medio Metauro, specificamente per la gestione delle utilizzazione boschive nel proprio territorio.

3.4.3.2 I database UTILFOR e C-SIFA

Il progetto UTILFOR, avviato e gestito nel 2000 dal Corpo Forestale dello Stato (CFS), rappresenta la digitalizzazione di una prassi già consolidata: dal 1984 al 1999, infatti, il CFS raccoglieva le informazioni sulle utilizzazioni forestali su un registro cartaceo, il "Registro delle Utilizzazioni dei Boschi Privati", gestito a livello di Comando Stazione Forestale (Sperindei, 2006). UTILFOR è stato concepito con l'obiettivo primario di verificare la legalità degli interventi di taglio e di rilevare eventuali irregolarità, sanzionabili in via amministrativa o penale. La conoscenza sistematica di come le superfici forestali venissero effettivamente utilizzate ne costituiva una conseguenza, non l'obiettivo primario. Operativamente, ogni autorizzazione al taglio o denuncia di inizio lavori rilasciata dall'ente competente per territorio (allora le Comunità Montane) veniva trasmessa al Comando Stazione Forestale competente, che ne sottoponeva a verifica sul campo una quota campionaria, variabile nel tempo e per provincia; per ogni cantiere effettivamente visitato veniva compilato un verbale di controllo, indipendentemente dall'esito sanzionatorio. Il

campionamento riguardava quindi la sola attività di verifica *in situ*, non la base dati di partenza, che copriva la totalità delle autorizzazioni e denunce rilasciate sul territorio regionale. L'archiviazione dei dati veniva svolta a livello di Comando Stazione Forestale, sottoposta poi a una prima verifica da parte dei Coordinamenti Territoriali o Provinciali e infine assemblata, a cura del Coordinamento Regionale CFS, in un unico Data Base Regionale (Guidi et al., 2005). Il 1° gennaio 2017, in attuazione del D.Lgs. 19 agosto 2016, n. 177, le funzioni del CFS sono state assorbite dall'Arma dei Carabinieri che, attraverso i Comandi Unità Forestali, Ambientali e Agroalimentari (CUFAA) e la loro articolazione territoriale, hanno ereditato gli ambiti di vigilanza già delle stazioni dell'ex CFS. Nello stesso anno prende avvio anche il C-SIFA (Sistema Informativo Forestale, Ambientale e Agroalimentare), l'archivio informatico dei CUFAA regionali, centralizzato a livello nazionale. Si tratta di un sistema che non si limita al solo censimento e vigilanza sulle utilizzazioni forestali, ma raccoglie dati relativi all'intero spettro delle competenze istituzionali dei Carabinieri Forestali: dai controlli ambientali in senso lato (tutela del territorio, delle acque, della biodiversità, contrasto agli illeciti ambientali) alla sicurezza e ai controlli nel settore agroalimentare, fino alla vigilanza sulle attività silvo-pastorali propriamente forestali. Per quanto riguarda in particolare la componente relativa alle utilizzazioni forestali, il C-SIFA eredita direttamente la struttura informativa di UTILFOR, di cui costituisce a tutti gli effetti il prosieguo naturale. Esso infatti, non prevede una componente cartografica dedicata a questo specifico ambito, e le verifiche a campione sui cantieri di taglio vengono archiviate come record puntuali associati al cantiere, senza restituire la geometria della particella interessata. Per alcuni anni i due sistemi convivono, UTILFOR resta attivo in forma residuale, mentre il C-SIFA si consolida progressivamente come strumento di riferimento a livello nazionale. La sovrapposizione tra i due archivi, che finiscono per raccogliere in parte le stesse informazioni con logiche e formati differenti, termina con la dismissione di UTILFOR nell'annata silvana 2021-2022. La serie storica di UTILFOR rimane pertanto un documento essenziale per ricostruire l'andamento delle utilizzazioni forestali regionali nel periodo 2000-2022, altrimenti privo di qualsiasi fonte alternativa. E’ stata fatta una richiesta formale di accesso ai dati delle Marche, ma che ad oggi non ci è stato ancora fornito. A livello nazionale, non esistono oggi statistiche complete e sistematiche sulle

utilizzazioni forestali; il monitoraggio si è storicamente basato su un approccio censuario dell'ISTAT, fondato sui dati amministrativi delle procedure autorizzative regionali, e solo in alcuni casi integrato da tecniche di telerilevamento satellitare per la mappatura automatica delle superfici tagliate (Francini et al., 2021). Un limite, questo, che rende ulteriormente necessario l'aggiornamento della serie storica regionale oggetto del presente lavoro.

3.4.3.3 Il Sistema Informativo Agricoltura Regionale (SIAR)

Nelle Marche le comunicazioni e le autorizzazioni di taglio sono inserite nel Sistema Informativo Agricoltura Regionale (SIAR), il portale della Regione Marche realizzato per supportare le attività di *back office* dei funzionari regionali e le attività di front office dei Centri di Assistenza Agricola (CAA) inerenti agli interventi promossi, tramite la pubblicazione di bandi, dal servizio Agricoltura della Regione Marche. È il sistema che permette la presentazione elettronica delle domande di agevolazione e di contributi nel comparto agricolo rispondendo ai bandi attivi, pubblicati dalla Regione Marche e da gli altri enti pubblici istituzionali del territorio. attraverso cui oggi transitano. Il SIAR si è dotato di una sezione dedicata alle foreste solo a partire dal 2023 e dispone di una componente cartografica per le comunicazioni di taglio. Ai fini della pianificazione, le informazioni realmente necessarie sono peraltro più circoscritte rispetto all'intero apparato cartografico: occorrerebbe conoscere l'estensione della particella oggetto di comunicazione, il volume di legname previsto in uscita e, soprattutto, se l'intervento comunicato sia stato effettivamente eseguito. Quest'ultimo dato, tuttavia, non viene sistematicamente verificato dal SIAR, che si limita a registrare la comunicazione e l'eventuale autorizzazione, senza un riscontro strutturato sull'effettiva esecuzione dei lavori. L'impiego della sezione a supporto dei procedimenti amministrativi in materia di foreste e forestazione è stato formalmente disposto dalla Giunta regionale in attuazione degli articoli 6 e 15 del D.lgs. n. 34/2018 e dell'Azione Strumentale 1 della Strategia forestale nazionale, che prevede tra i risultati attesi l'uniformazione delle modalità di raccolta dei dati di utilizzazione forestale con georeferenziazione dei tagli (Regione Marche, 2023). La sezione FORESTE è entrata in funzione a partire dal 15 settembre 2023, data di inizio della stagione silvana 2023/2024 (Regione Marche, 2023); la componente cartografica del

sistema, che consente al richiedente di disegnare direttamente sulla piattaforma il poligono dell'area di intervento, è stata resa sistematicamente operativa solo a partire dal 2024/2025, circostanza che come si vedrà determina una minore consistenza dei dati relativi al 2023. L'iter procedurale segue quanto stabilito dalle PMPF (Regione Marche, 2018).

Il richiedente accede al sistema tramite identità digitale unica (SPID) e presenta l'istanza in una delle due forme previste dalle PMPF (Regione Marche, 2018): i) la Domanda di Autorizzazione (art. 2 PMPF) e ii) la Denuncia di Inizio Lavori (DIL, art. 3 PMPF). La prima costituisce il regime generale ed è richiesta per ogni taglio di fustaia, indipendentemente dalla superficie, per il bosco ceduo che non rientri nella definizione di "ceduo a regime" o che superi i 2 ettari, e comunque per qualsiasi intervento all'interno di siti della Rete Natura 2000, per i quali la procedura semplificata non è mai ammessa. È soggetta a imposta di bollo ai sensi dell'articolo 4, allegato A, del D.P.R. n. 642/1972, ed è rilasciata dall'Ente competente entro 60 giorni (stato "Autorizzata" nella base dati SIAR) con validità biennale, prorogabile di un'ulteriore stagione silvana o anno nel caso di fustaie. La DIL sostituisce l'autorizzazione in via semplificata, fatto salvo quanto previsto per la Rete Natura 2000, nei seguenti casi: a) taglio di utilizzazione di bosco ceduo a regime per una superficie continua e accorpata non superiore a 2 ettari, dove per ceduo a regime si intende un ceduo con età compresa fra il turno minimo e massimo previsto e con una dotazione di matricine inferiore a 180 piante per ettaro; b) diradamento, sfollo e altre cure colturali di bosco ceduo a regime, entro lo stesso limite di 2 ettari; c) utilizzazione di superfici già ricomprese in un Piano economico, particolareggiato o di assestamento forestale approvato dalla Giunta regionale. La DIL è presentata in carta semplice, senza imposta di bollo, almeno 30 giorni prima dell'inizio dei lavori, e si perfeziona con il decorso del termine se l'Ente competente non sospende il procedimento per accertamenti (da cui deriva, nella base dati SIAR, lo stato "Assentita"); ha validità biennale, eventualmente prorogabile. Va precisato che la soglia dei 2 ettari non distingue in modo assoluto le due procedure separa piuttosto il ceduo a regime, per cui è ammessa la DIL fino a quella superficie, da tutto il resto (fustaie di qualsiasi estensione, ceduo oltre i 2 ettari), per cui è sempre necessaria l'autorizzazione. Per gli interventi di maggiore impatto, ossia il taglio di rinnovazione o il diradamento in

fustaia su superfici superiori ai 2 ettari e l'avviamento ad alto fusto o l'utilizzazione turnaria del ceduo su superfici superiori ai 6 ettari, la domanda deve inoltre essere corredata da un progetto di taglio boschivo redatto da un tecnico abilitato, secondo i contenuti minimi (aree di saggio, rilievi dendro-auxometrici, elaborati cartografici) fissati nell'allegato E delle PMPF (Regione Marche, 2018). Nel modulo di domanda, inoltre, il richiedente deve dichiarare se l'area di intervento ricada, in tutto o in parte, in un sito della Rete Natura 2000 (SIC/ZSC o ZPS) o in un'area naturale protetta. Nel primo caso la procedura semplificata della DIL non è comunque ammessa e l'intervento è sempre soggetto ad autorizzazione, nell'ambito della quale confluisce la Valutazione di Incidenza secondo le Linee guida regionali di recepimento dell'Intesa Stato-Regioni-Province autonome del 28 novembre 2019 (Regione Marche, 2021). Nel secondo caso è necessario il nulla osta dell'Ente gestore dell'area protetta competente, individuato secondo l'articolazione riportata nel Programma Quinquennale per le Aree Protette (Assemblea Legislativa delle Marche, 2021). Ai fini della vigilanza, copia di ogni autorizzazione o DIL, con i relativi elaborati progettuali, è trasmessa alla Stazione Carabinieri Forestale territorialmente competente (Regione Marche, 2018), che ne cura i controlli sul campo nell'ambito delle funzioni ereditate dal soppresso Corpo Forestale dello Stato (D.Lgs. n. 177/2016).

3.4.3.4 Il WebGis R3Woods dell'Unione Montana dell'Alto e Medio Metauro

A scala locale, l'Unione Montana dell'Alto e Medio Metauro (in precedenza Comunità Montana) integra il dato amministrativo con proprie elaborazioni cartografiche in ambiente GIS, gestite tramite il software R3Woods (tecnologia WebGIS). Il sistema, sviluppato dalla Comunità Montana come programma pilota nell'ambito del progetto "Gestione sostenibile delle risorse forestali delle Marche" (Regione Marche, Programma ASSO 2008), era già operativo nel 2009 (Sabatini, in Urbinati, 2009), quindi con una serie storica potenzialmente ben più lunga rispetto al decennio di dati richiesto per il presente lavoro.

3.5 Risultati

3.5.1 Provvigioni e incrementi di massa legnosa nei boschi delle Marche

Come riferimento di scala (cfr. Tabella 3.1), a livello nazionale l'INFC 2005 stima un volume legnoso complessivo nei boschi italiani dell'ordine di 1,4 miliardi di m³, pari a una provvigione media di circa 151 m³/ha, con un incremento annuo di circa 35,9 milioni di m³, pari a circa 3,9 m³/ha/anno (Gasparini e Tabacchi, 2011). L'INFC 2015 conferma questo ordine di grandezza, con un volume complessivo di circa 1,5 miliardi di m³ e un incremento annuo di circa 37,8 milioni di m³, pari a 4,2 m³/ha in media, da cui deriva una provvigione media nazionale dell'ordine dei 165 m³/ha, con valori generalmente più elevati nelle fustaie e più contenuti nei cedui (De Laurentis et al., 2021). Per la Regione Marche, la provvigione unitaria è stata ricavata a partire dalla fitomassa arborea epigea INFC della categoria Boschi alti, applicando una densità media del legno di 0,65 Mg/m³, coerente con la prevalenza di latifoglie (querce, carpino nero, cerro) nel patrimonio forestale regionale. Il procedimento restituisce una provvigione unitaria di circa 104 m³/ha nel 2005 e circa 123 m³/ha nel 2015 (Tabella 3.1), valori pienamente in linea con quello rilevato dall'ICFR (107 m³/ha).

Tabella 3.1 Provvigione legnosa e incremento medio annuo delle foreste italiane e delle Marche secondo INFC 2005 e 2015 e ICFR 2001 (solo per Marche).

Fonte / livello	Anno	Provvigione totale (m³)	Provvigione unitaria (m³/ha)	Incremento medio (m³/ha/anno)
Italia (INFC)	2005	≈1,4 mld	≈151	≈3,9
Italia (INFC)	2015	≈1,5 mld	≈165	≈4,2
Marche (INFC)	2005	≈30,3 mil*	≈104	2,71
Marche (INFC)	2015	≈35,9 mil*	≈123	3,3
Marche (ICFR)	2001	21,5 mil	107	4,6

**Provvigione stimata a partire dalla fitomassa arborea epigea INFC (categoria Boschi alti), convertita in volume assumendo una densità media del legno di 0,65 Mg/m³.*

Il dato ICFR, riferito alla superficie forestale di 256.170 ha oggetto del rilievo dendroauxometrico, restituisce una provvigione totale di 21.512.391 m³, pari a 107,2 m³/ha, con un'area basimetrica di 23,5 m²/ha e una densità media di 4.961 piante/ha (995.672.202 alberi complessivi). L'incremento corrente annuo medio regionale è di 4,6 m³/ha/anno. Il dettaglio per categoria (dati ICFR) mostra una forte variabilità, si passa dagli 79,9 m³/ha degli ostrieti e dagli 84,4 m³/ha dei querceti di roverella, ai valori nettamente più elevati di castagneti (225,4 m³/ha) e leccete (123,3 m³/ha); anche

l'incremento annuo è disomogeneo, con le formazioni ripariali che si distinguono per il valore più alto (7,1 m³/ha/anno) a fronte del 2,6 m³/ha/anno dei querceti di roverella, coerentemente con la maggiore dinamicità di queste cenosi. Su una porzione limitata di territorio regionale, la provvigione media stimata dai Piani Particolareggiati di Assestamento Forestale è di circa 90,3 m³/ha, sensibilmente inferiore a quella rilevata dall'ICFR sull'intera superficie forestale regionale (107,2 m³/ha). La ripresa complessivamente prescritta dai piani è pari a 927.085 m³ sull'intera durata di validità, corrispondente a una ripresa media annua di 1,86 m³/ha/anno (Tabella 3.2).

Tabella 3.2 Provvigione legnosa e ripresa media annua stimate dai Piani Particolareggiati di Assestamento Forestale (PPAF) vigenti nelle Marche (Storti, 2023).

Parametro	Valore
N. PPAF analizzati	32
Superficie pianificata (ha)	54.841
% su superficie forestale regionale	22,6%
Provvigione totale (m^3)	4.950.506
Provvigione unitaria (m^3/ha)	90,3
Ripresa totale su durata piano (m^3)	927.085
Ripresa media annua (m^3/ha/anno)	1,86

Il confronto tra le fonti (Figura 3.2) evidenzia un quadro complessivamente coerente. Le tre stime di provvigione unitaria per le Marche (107 m³/ha nell'ICFR 2001, 104 m³/ha nel 2005 e 123 m³/ha nel 2015) sono dello stesso ordine di grandezza, pur derivando da metodologie differenti (fitomassa convertita, nel caso INFC; rilievo dendroauxometrico diretto, nel caso ICFR), e tutte risultano sensibilmente inferiori alla media nazionale (151-165 m³/ha). Questo scarto è in larga parte spiegabile dalla composizione del patrimonio forestale marchigiano, dominato dal ceduo (cfr. Tabella 3.7), forma di governo che per propria natura selvicolturale mantiene volumi in piedi più contenuti rispetto alla fustaia, ben più diffusa nella media nazionale, specie nelle regioni alpine e prealpine dove si concentra la maggior parte della provvigione legnosa italiana. La provvigione media stimata dai PPAF (90,3 m³/ha) risulta a sua volta inferiore anche al dato ICFR, poiché i PPAF sono prevalentemente disponibili per proprietà demaniali e collettive e quindi soggette a gestione attiva e periodica, è plausibile che la loro provvigione media risulti più contenuta proprio in virtù dei prelievi già effettuati nel tempo, a differenza della media regionale ICFR e INFC, che comprendono anche superfici private meno gestite e con soprassuoli più maturi. Relativamente all'incremento, i due INFC mostrano per la Marche un aumento da 2,71 a 3,3 m³/ha/anno tra il 2005 e il 2015, coerente con l'analogo incremento rilevato a scala nazionale (da 3,9 a 4,2 m³/ha/anno) e con l'aumento della provvigione stimata nello stesso periodo (da 104 a 123 m³/ha). Il valore incrementale di ICFR (4,6 m³/ha/anno), sensibilmente più alto, va letto alla luce sia della diversa epoca di rilevamento (2001) sia di una metodologia di stima non direttamente comparabile con quella INFC. Il saggio di utilizzazione medio regionale, calcolato come rapporto tra

ripresa e provvigione legnosa sui piani vigenti (Storti, 2023), è pari al 21% (media semplice tra le Unioni Montane), un valore che si discosta sensibilmente dagli incrementi correnti annui osservati nelle altre fonti (par. 3.5.1), essendo un dato riferito all'intera durata di validità dei piani e non a un tasso annuo, e che va quindi letto come intensità di prelievo pianificata sul patrimonio esistente più che come confronto diretto con gli incrementi biologici annui.

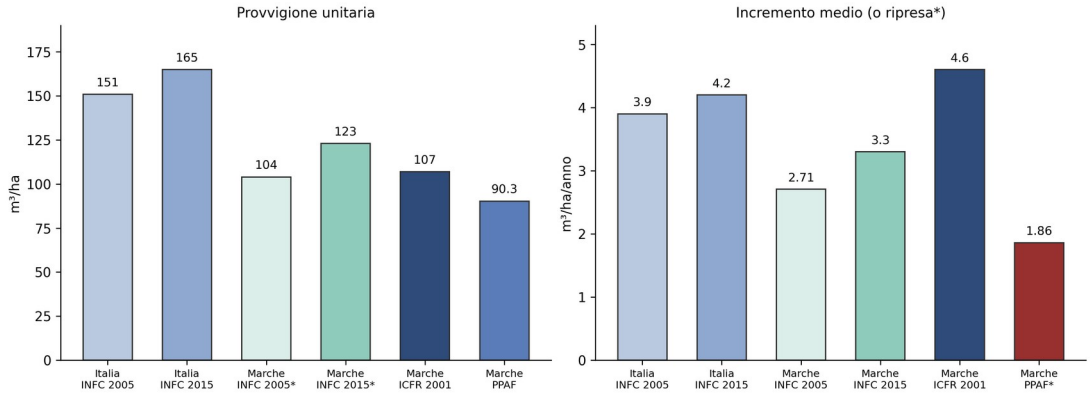


Figura 3.2 Confronto tra le fonti disponibili per la Regione Marche e il riferimento nazionale: (a) provvigione unitaria (m³/ha); (b) incremento medio annuo (m³/ha/anno); il valore PPAF in (b) rappresenta la ripresa gestionale prescritta dai piani, non l'incremento biologico, e non è direttamente comparabile con gli altri valori.

3.5.2 Le utilizzazioni secondo i dati satellitari EFDA

L'analisi condotta sui dati satellitari EFDA restituisce una stima indipendente della superficie interessata da disturbo attribuibile al taglio, articolata per decade dal 1985 al 2023 (Tabella 3.3). La decade 1985-1993 mostra il valore medio annuo più elevato dell'intera serie. Questo dato va letto con una cautela metodologica specifica. La documentazione dell'EFDA segnala che l'accuratezza della classificazione è inferiore nelle annate più vecchie della serie, con possibili errori di attribuzione che si riducono sensibilmente solo a partire dai primi anni 2000 (Viana-Soto e Senf, 2025). Parte del valore più elevato registrato in quel decennio potrebbe quindi riflettere una minore accuratezza di classificazione in quel periodo, più che un reale calo delle utilizzazioni nei decenni successivi.

Tabella 3.3 Superficie forestale interessata da disturbo attribuito a taglio secondo il European Forest Disturbance Atlas, per decade (1985-2023).

Decade	Anni	Ettari totali	Ettari medi/anno
1985-1993	9	6927	770
1994-2003	10	6596	660
2004-2013	10	6254	625
2014-2023	10	5576	558

La serie mostra una tendenza decrescente lungo l'intero periodo considerato, dai 770 ha/anno della prima decade ai 558 ha/anno dell'ultima, con le due decadi più recenti (2004-2013 e 2014-2023) che si attestano rispettivamente a 625 e 558 ha/anno, valori comunque nettamente inferiori alla soglia teorica di prelievo sostenibile stimata da Urbinati (2009) per le Marche (2.800-3.000 ha/anno).

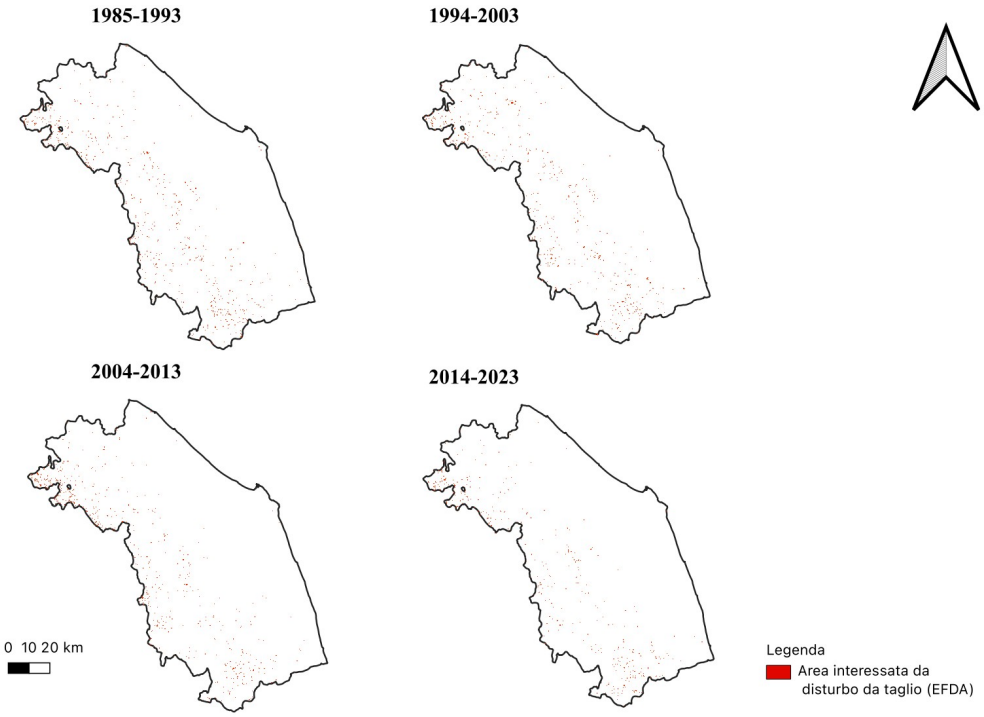


Figura 3.3 Distribuzione spaziale delle utilizzazioni nelle Marche secondo l' European Forest Disturbance Atlas nelle diverse decadi del periodo 1985-2023.

Nell'ultima decade (2014-2023) l'annualità 2017 concentra da sola circa il 24% del totale decennale (1.359 ha su poco più di 5.575 ha), un valore quasi quattro volte superiore alla media delle altre annualità dello stesso decennio (Figura 3.4). Non è da

escludere che parte di questo acme derivi da interventi di taglio di soccorso su piante danneggiate dal sisma del 2016, più che da un'intensificazione ordinaria dell'attività forestale. Resta comunque plausibile anche l'ipotesi di un errore di attribuzione dell'algoritmo di classificazione, come già documentato dalla letteratura che assegna questi picchi improvvisi e localizzati nel tempo non tanto ad un reale aumento dei tagli, ma a variazioni nella sensibilità dell'algoritmo o nella disponibilità di immagini prive di nuvole in un determinato anno (Breidenbach et al., 2022). Lo stesso tipo di cautela interpretativa già segnalato in letteratura a proposito di stime satellitari di incremento improvviso delle utilizzazioni forestali in Europa, poi ridimensionate da analisi successive (Ceccherini et al., 2020).

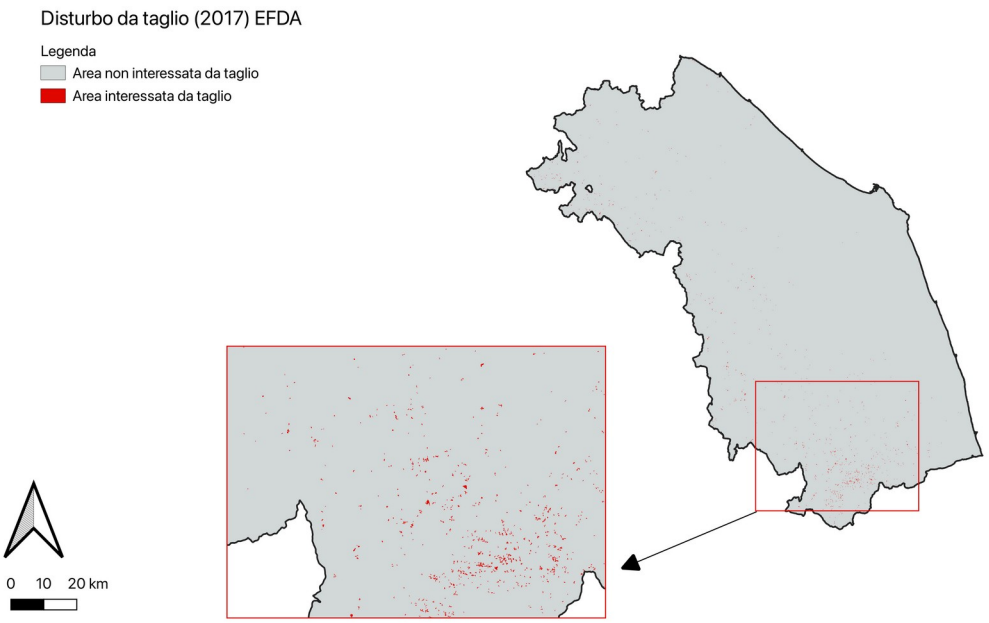


Figura 3.4 Distribuzione spaziale delle utilizzazioni nelle Marche secondo l' European Forest Disturbance Atlas nel 2017, anno di maggiore incidenza nel corso dell'ultima decade.

3.5.3 Le utilizzazioni secondo UTILFOR

Il primo e più completo riferimento disponibile riguarda la stagione silvana 2000/2001 (Guidi e Barra, 2005), i cui risultati derivano dal controllo a campione di 2.393 cantieri su 3.744 autorizzazioni e denunce (tasso di controllo pari al 64%) complessivamente rilasciate nella regione Marche. La tagliata media risultava pari a

0,67 ha mentre il tasso di utilizzazione annuo, riferito all'intera superficie forestale regionale, si attestava su valori inferiori all'1%, che raddoppiavano al 2% se riferiti alla sola superficie a ceduo. Il prelievo legnoso complessivo è espresso in quintali, unità di misura tradizionalmente impiegata per la legna da ardere, ammontava a 1.088.670 qli su 2.253 cantieri, corrispondente a un prelievo medio di 483 qli per cantiere e a circa 675 qli/ha (ovvero circa 60-65 m^3/ha) sulla superficie controllata. Come tipologia di intervento, il 94% dei cantieri riguardava tagli di maturità nei cedui, il 2% tagli intercalari nei rimboschimenti e il 4% conversioni di cedui oltre turno in fustaia. Sperindei (2006), sempre con dati UTILFOR, ha ricostruito l'intera serie storica (22 anni dalla stagione silvana 1983/84 a quella 2004/05) delle utilizzazioni forestali su un campione di tre comuni (Apecchio e S. Agata Feltria, in provincia di Pesaro-Urbino, e Ussita, in provincia di Macerata). I tagli complessivamente hanno interessato complessivamente 4.166 ha, a fronte di 3.901 domande di taglio presentate; la superficie media utilizzata è stata di 1,07 ha, con un tasso di utilizzazione annuo di poco superiore all'1,5% della superficie forestale comunale. Si tratta di un valore più elevato, ma coerente con quello regionale rilevato per il 2000/2001 (Guidi e Barra 2005). Il prelievo legnoso nell'intero periodo nei tre comuni è stato di oltre 3,28 milioni di qli, corrispondenti ad un prelievo medio di 840 qli per tagliata e a circa 790 qli/ha, valori paragonabile a quelli regionali.

Tabella 3.4 Indicatori sulle utilizzazioni forestali marchigiane desunti da fonti pubblicate sul progetto UTILFOR e altri, in assenza della serie storica completa.

Periodo	Tagliata media (ha)	Tasso di utilizzo annuo (%)	Prelievo medio (qli/ha)	Fonte
2000/2001	0,67	<1	675	Guidi e Barra, 2005
1983-2005	1,07	1,5	790	Sperindei, 2006

3.5.4 Le utilizzazioni forestali secondo i dati amministrativi (SIAR)

Il database estratto dalla Regione Marche il 3 agosto 2026 comprende 1.797 domande relative al taglio boschivo, per una superficie complessiva di 1.640 ha distribuita in 4.053 particelle catastali di 70 comuni (Tab. 3.5). Il sistema è attivo solo da settembre 2023 e la componente cartografica è stata consolidata solo nella stagione silvana 2024/2025, pertanto i dati del 2023 e quelli del 2026 (quest'ultimo relativo solo alla porzione dell'anno fino alla data di estrazione nel mese di luglio 2026) vanno letti come parziali, non confrontabili in modo diretto con il biennio centrale 2024-2025.

Tabella 3.5 Domande di taglio boschivo registrate nel SIAR per anno (2023-2026, dati parziali per 2023 e 2026).

Anno	N. domande	Autorizzazioni	DIL	Superficie totale (ha)	Massa legnosa prevista (qli)	Massa legnosa prevista (qli/ha)
2023[1]	37	2	35	41,6	12.260	295
2024	252	97	155	366,4	223.334	609,5
2025	1.048	437	611	894,4	517.372	578,5
2026[1]	460	135	325	337,8	151.034	447,1
Totale	**1.797**	**671**	**1.126**	**1.640,20**	**904.000**	**551,2**

[1] *Annualità parziali (2023: dati solo da settembre; 2026: dati solo fino al 3 agosto, data di estrazione).*

I dati analizzati per anno e per Unione Montana mostrano una notevole eterogeneità sul territorio regionale (Tab. 3.6).

Tabella 3.6 Superficie interessata da domande di taglio boschivo per Unione Montana e anno, periodo 2023-2026 (ha). Elaborazione su dati SIAR, Regione Marche (dati parziali per il 2023 e per il 2026).

Unione Montana	2023	2024	2025	2026	Totale
Monti Azzurri	–	1,08	66,4	26,93	94,41
Sibillini	–	4,4	65,14	–	69,54
Catria e Nerone	–	13,45	6,52	–	19,97
Montefeltro	–	59,91	85,84	44,85	190,6
Potenza Esino Musone	35,7	200,08	330,88	60,88	627,55
Tronto e Valfluvione	–	83,38	283,72	149,62	516,73
Esino Frasassi	5,86	4,09	42,83	30,2	82,98
Marca di Camerino	–	–	13,06	25,33	38,39
Totale	**41,56**	**366,4**	**894,4**	**337,81**	**1.640,17**

L'UM del Potenza Esino Musone e l'UM dell'Esino Frasassi risultano le uniche con dati disponibili nel 2023, mentre altre UM, come quella dei Monti Azzurri o quella della Marca di Camerino, compaiono nella base dati solo a partire dal 2024 o dal 2025. UM dei Sibillini e UM del Catria e Nerone non presentano invece ancora domande registrate per il 2026 all'atto dell'estrazione. Questa eterogeneità temporale sembra indicare una fase di adozione non uniforme del sistema da parte degli enti competenti, più che con una reale assenza di attività di taglio in quei territori. A livello territoriale la distribuzione per Unione Montana mostra una netta prevalenza dei territori appenninici meridionali: l'UM del Tronto e Valfluvione (517 ha, 25% delle domande) e l'UM del Potenza Esino Musone (628 ha, 22% delle domande) concentrano insieme quasi la metà della superficie complessiva, seguite dall'UM dei Monti Azzurri (94 ha) e dall'UM del Montefeltro (191 ha). A livello provinciale la provincia di Macerata

(43% delle domande) e quella di Ascoli Piceno (29%) risultano nettamente più rappresentate rispetto a Pesaro-Urbino (16%), Ancona (7%) e Fermo (5%).

In Tab. 3.7 i dati sono suddivisi per tipo colturale che risulta non compilato per 160 domande, corrispondenti a 110 ha, si tratta di un valore mancante solo apparente, poiché coincide esattamente con il numero di domande relative a castagneti da frutto, categoria per cui la classificazione in ceduo/fustaia non è pertinente.

Tabella 3.7 Numero di domande di taglio boschivo e superficie interessata suddivisa per tipo strutturale del soprassuolo, periodo 2023-2026 (Elaborazione da dati SIAR, Regione Marche).

Tipo colturale	N. domande	Superficie (ha)	% su totale
Ceduo semplice (≤100 matr./ha)	158	142	9
Ceduo matricinato (100-180 matr./ha)	1204	835	51
Ceduo composto (180-300 matr./ha)	5	6	0
Ceduo intensamente matricinato (≥300 matr./ha)	7	24	2
Fustaia coetanea	214	448	27
Fustaia transitoria	11	58	4
Fustaia disetanea	22	11	1
Fustaia irregolare	16	5	0
n.d. (castagneto/tartufaia)*	160	110	7
Totale	**1.797**	**1640**	

** Il campo forma di governo non è compilato per le domande relative a castagneti da frutto e tartufaie, per cui la classificazione ceduo/fustaia non è pertinente.*

Il dato conferma la coerenza interna della base informativa piuttosto che una sua lacuna. Al netto di questa categoria, il ceduo matricinato si conferma la forma di governo largamente prevalente. Per tipo colturale, il bosco propriamente detto rappresenta il 91% delle domande (1.636), il castagneto da frutto il 9% (160), residuale la tartufaia naturale. Prevale nettamente il ceduo matricinato (835 ha, 1.204 domande), seguito dalla fustaia coetanea (448 ha, 214 domande) e dal ceduo semplice (142 ha, 158 domande); più contenute le forme di governo più complesse (ceduo composto, ceduo intensamente matricinato, fustaia disetanea e irregolare), coerentemente con la struttura del patrimonio forestale regionale dominato dal ceduo.

La Figura 3.5 riporta la distribuzione spaziale delle domande di taglio boschivo registrate nel SIAR nell'intero periodo considerato, con la sola distinzione per anno, ma non per Unione Montana o tipologia di intervento.

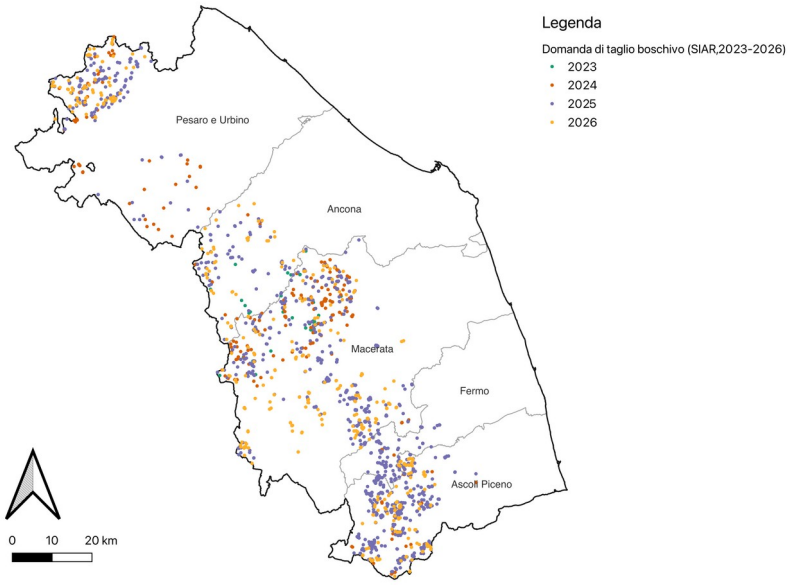


Figura 3.5 Distribuzione spaziale delle 1.797 domande di taglio boschivo registrate nel SIAR nel periodo ottobre 2023 - agosto 2026, sovrapposte ai confini delle cinque province marchigiane. Elaborazione QGIS.

La rappresentazione conferma quanto emerso dai dati tabellari e cioè, che la densità delle domande aumenta sensibilmente da nord a sud della regione, con una concentrazione delle domande di taglio superiore nelle province di Macerata e Ascoli Piceno rispetto a Pesaro-Urbino e Ancona, in linea con la ripartizione per Unione Montana discussa in precedenza. Va ricordato che ogni punto rappresenta una singola domanda e non la sua estensione reale, che è mediamente inferiore all'ettaro; la mappa va quindi letta come indicatore di frequenza spaziale del fenomeno, non come rappresentazione in scala delle superfici tagliate. Il 63% delle domande (1.126 su 1.797, per 835 ha di ceduo matricinato più le altre forme di ceduo a regime) è stato presentato con la DIL, mentre il 37% (671 domande) ha seguito la procedura di Autorizzazione. L'incrocio tra tipo di domanda e forma di governo conferma esattamente quanto atteso dalla disciplina PMPF, la superficie massima registrata per una DIL è pari esattamente a 2 ha, e tutte le fustaie, comprese quelle di piccola estensione, risultano gestite esclusivamente tramite Autorizzazione (214 domande di Fustaia Coetanea, 22 di Fustaia Disetanea, 16 di Fustaia Irregolare, 11 di Fustaia Transitoria) (Fig. 3.8). Per tipo di intervento, il taglio a raso (sui cedui) è prevalente (753 ha), seguito dai diradamenti (598 ha) e, a distanza, da diradamento e sfollo combinati (74 ha), recupero di castagneti abbandonati (71 ha) e avviamento all'alto fusto (65 ha). L'esbosco avviene per il 98% dei casi mediante trattori (1.754 domande), mentre le tecniche più impattanti sul piano idrogeologico (gru a cavo, avvallamento) restano marginali.

Tabella 3.8 Superficie interessata dalle principali tipologie di intervento selvicolturale dichiarate nelle domande di taglio SIAR, periodo 2023-2026. Sono riportate le sole categorie con superficie complessiva superiore a 15 ha; le restanti 35 combinazioni di interventi, ciascuna di entità minore, sono aggregate nella voce "Altre combinazioni". Elaborazione su dati SIAR, Regione Marche.

Tipo di intervento	Superficie (ha)	% su totale
Taglio a raso	752,58	46
Diradamento	598,31	37
Diradamento, sfollo	73,61	5
Recupero castagneto abbandonato	70,64	4
Taglio di avviamento all'alto fusto	65,17	4
Taglio a scelta colturale	16,03	1
Altre combinazioni (35 categorie)	63,83	4
Totale	**1.640,17**	**100**

La precedente Tabella 3.5 riporta anche la presunta massa legnosa ricavabile dal taglio, dichiarata dal richiedente in quintali; sull'intero periodo la massa complessiva dichiarata ammonta a circa 904.000 quintali (≈ 90.400 t), pari a una media di circa 551 qli/ha (≈ 55 t/ha), valore coerente con l'ordine di grandezza della provvigione media regionale di 107,2 m³/ha stimata dall'ICFR, tenuto conto che il dato SIAR è una stima dichiarativa del solo prelievo e non della provvigione in piedi. Il dato per singola annualità mostra una variabilità significativa, da 295 qli/ha nel 2023 a 609 qli/ha nel 2024; va tuttavia considerato che le annualità 2023 e 2026 sono parziali, per cui il confronto più robusto resta quello tra 2024 (609 qli/ha) e 2025 (578 qli/ha), sostanzialmente stabile. La qualità e la completezza del dato caricato risultano tuttavia disomogenee a livello locale, poiché la gestione delle comunicazioni di taglio è demandata alle singole Unioni Montane, con un'efficienza gestionale che varia sensibilmente da un territorio all'altro. Fa eccezione, come già descritto l'Unione Montana dell'Alto e Medio Metauro, il cui caso resta tuttavia isolato e non replicato altrove, utile come esempio di buona pratica locale ma non in grado, da solo, di colmare la disomogeneità del sistema a scala regionale.

3.5.5 Le utilizzazioni secondo R3Woods (Unione Montana dell'Alto e Medio Metauro)

I dati di R3Woods costituiscono l'unica serie continua decennale disponibile a livello locale nelle Marche, utile sia come verifica di coerenza interna sia come indicazione della stabilità del fenomeno nel tempo (Tabella 3.9 e Figura 3.6).

Tabella 3.9 Superficie totale interessata da domande di taglio boschivo nel territorio dell'Unione Montana dell'Alto e Medio Metauro, per stagione silvana (2016/2017-2025/2026). Elaborazione su dati R3Woods, UM Alto e Medio Metauro.

Stagione silvana	N. domande	Autorizzazioni	DIL	Superficie totale (ha)	Massa legnosa presunta (qli)	Massa legnosa Presumtai/ha)
2016/2017	360	17	343	419	191.121	456,1
2017/2018	345	14	331	472	199.046	421,7
2018/2019	336	17	319	400	184.878	462,2
2019/2020	382	39	343	376	175.940	467,9
2020/2021	376	41	335	331	140.995	426
2021/2022	418	54	364	361	168.845	467,7
2022/2023	449	60	389	409	176.625	431,8
2023/2024	349	58	291	426	171.642	402,9
2024/2025	262	28	234	306	199.337	651,4
2025/2026	317	26	291	300	177.675	592,2
TOTALE	**3.594**	**354**	**3.240**	**3800**	**1.786.104**	**470**

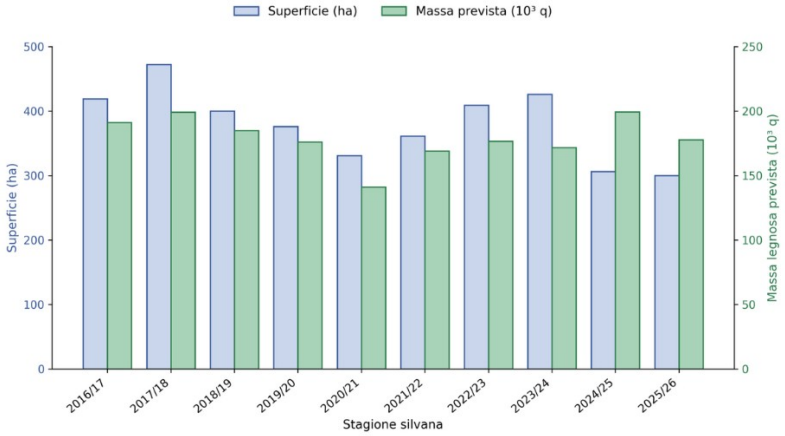


Figura 3.6 Andamento della superficie totale e della massa legnosa prevista dalle domande di taglio boschivo nel territorio dell'Unione Montana dell'Alto e Medio Metauro, per stagione silvana (2016/2017-2025/2026).

La Figura 3.7 mostra la distribuzione spaziale delle domande di taglio sull'intero territorio dell'Unione Montana, senza una concentrazione geografica dominante di una singola stagione silvana i colori, associati alle diverse annualità, risultano ben mescolati su tutta l'area, a indicare un'attività di taglio distribuita in modo relativamente costante nel tempo e nello spazio, coerentemente con quanto già osservato nella serie storica (Tabella 3.8, Figura 3.5). Rispetto alla mappa delle domande SIAR a scala regionale (Figura 3.4), qui la rappresentazione non è puntuale ma poligonale, poiché il dato R3Woods restituisce la geometria reale della particella oggetto di comunicazione anziché un singolo punto di localizzazione.

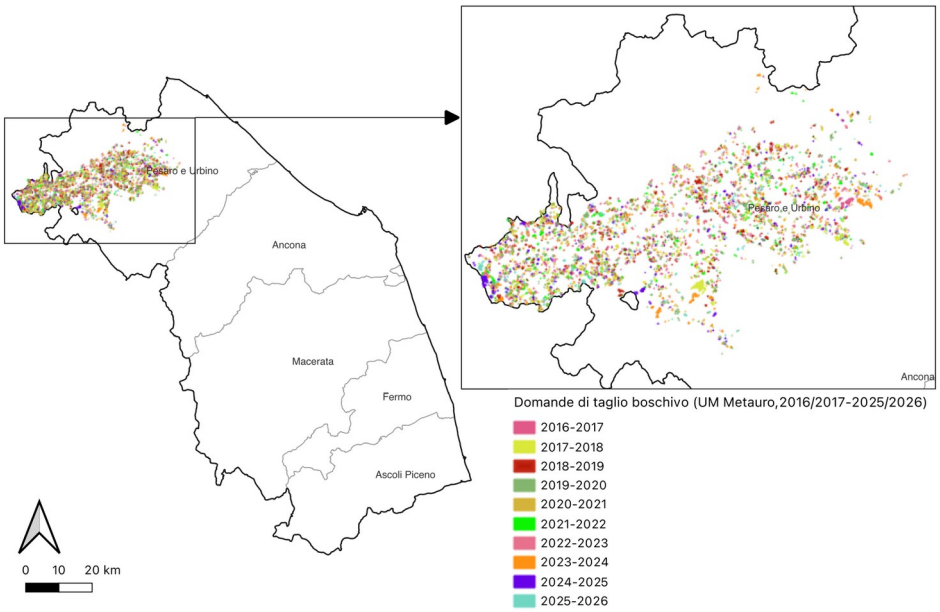


Figura 3.7 Distribuzione spaziale delle domande di taglio boschivo registrate su R3Woods nel territorio dell'Unione Montana dell'Alto e Medio Metauro, per stagione silvana (2016/2017-2025/2026). Elaborazione QGIS su dati UM Alto e Medio Metauro.

Le stagioni 2024/2025 e 2025/2026 mostrano un rapporto massa/superficie sensibilmente più elevato rispetto alle stagioni precedenti (651 e 592 qli/ha contro una media di circa 440 qli/ha nel resto della serie), a fronte di superfici che restano invece tra le più basse dell'intera serie storica. Una possibile spiegazione risiede nell'innalzamento del turno minimo legale di taglio dei cedui, che regolerebbe l'età minima alla quale il soprassuolo può essere utilizzato: se le PMPF regionali hanno recentemente elevato tale soglia, i popolamenti giunti a taglio nelle ultime stagioni risulterebbero mediamente più vecchi e quindi con una maggiore massa legnosa accumulata per unità di superficie, a fronte di un numero inferiore di interventi. La serie si mantiene relativamente stabile, tra i 300 e i 470 ha/anno, senza una tendenza netta di crescita o calo, e conferma su scala locale l'ordine di grandezza già osservato a livello regionale nel dato SIAR 2024-2025. Ciò conferma la fattibilità tecnica di un'integrazione sistematica tra dato amministrativo e cartografia GIS a livello di singola Unione Montana, ma resta, come già osservato, un'esperienza isolata la sua estensione a scala regionale richiederebbe uno standard minimo comune, oggi assente. Nella verifica dell'effettiva esecuzione dell'intervento, si concentra peraltro la criticità più rilevante dell'intero sistema di monitoraggio regionale. Le uniche verifiche disponibili sono quelle a campione condotte da UTILFOR prima e dal C-SIFA poi, per cui non esiste, per la generalità delle comunicazioni di taglio presentate, un riscontro sistematico che ne attesti l'effettiva realizzazione. Il taglio comunicato e autorizzato non comporta infatti un obbligo di conclusione dei lavori, la mancata disponibilità di finanziamenti, in particolare per le utilizzazioni nei boschi pubblici, può interrompere o rinviare l'intervento senza che questo venga registrato in alcun archivio, ne consegue che una quota non quantificabile delle superfici formalmente autorizzate al taglio potrebbe non essere mai stata effettivamente utilizzata. Questa incertezza di fondo rappresenta una delle principali criticità che la Regione dovrà affrontare nella costruzione di un sistema di monitoraggio delle utilizzazioni realmente affidabile.

Dal confronto con altre esperienze PFR emergono alcune indicazioni operative per il futuro PFR delle Marche. Il caso piemontese mostra bene cosa succede quando la digitalizzazione delle comunicazioni di taglio viene accompagnata, fin dall'origine, dalla georeferenziazione sistematica del dato, non si ottiene solo un monitoraggio più efficiente dei cantieri, ma diventa possibile un'analisi di secondo livello. L'incrocio tra

il Sistema Informativo Forestale Regionale (SIFOR) e il database sulla disponibilità legnosa regionale (CDLP), infatti, ha permesso di stimare volumi, assortimenti e valore economico delle utilizzazioni forestali, trasformando uno strumento pensato inizialmente per il controllo amministrativo in una vera fonte statistica di settore. Il caso lombardo documenta invece un'altra criticità superata, ossia la possibilità di presentare la denuncia di taglio presso un qualsiasi ente abilitato, indipendentemente dalla competenza territoriale, ha eliminato quella frammentazione gestionale multi-ente che nelle Marche pesa ancora molto, dato che la qualità del dato finisce per dipendere dall'efficienza della singola Unione Montana. Per le Marche un percorso di miglioramento non può più passare da UTILFOR, che con la sua dismissione ha di fatto chiuso una fase storica del monitoraggio regionale delle utilizzazioni, i punti di partenza realistici oggi sono il C-SIFA e il SIAR. L' aspetto prioritario da risolvere, quindi, non è recuperare o rilanciare l'archivio regionale, ma costruire una sinergia strutturata tra la Regione e il Comando Regione Carabinieri Forestale, così che i dati raccolti dal C-SIFA possano confluire, in modo continuativo e non episodico, in un modulo forestale dedicato all'interno del SIAR già esistente. Solo così si eviterebbe che le informazioni sulle utilizzazioni restino confinate all'interno di un sistema di polizia forestale pensato per il controllo a campione, senza mai diventare una base statistica pienamente utilizzabile a fini di pianificazione, come invece riesce a fare il Piemonte incrociando i propri dati con il database sulla disponibilità legnosa regionale (CDLP). Se a questo si affiancasse un incrocio sistematico con i dati dendrometrici già disponibili a livello regionale (ICFR, INFC), anche le Marche potrebbero arrivare a una restituzione quantitativa delle utilizzazioni forestali analoga a quella oggi disponibile in Piemonte. Resterebbe infine da definire uno standard minimo di qualità del dato, uguale per tutte le Unioni Montane, prendendo come modello la buona pratica già avviata dall'Unione Montana dell'Alto e Medio Metauro, che integra il dato amministrativo con proprie elaborazioni Gis.

Il confronto tra il dato satellitare e quello amministrativo oggi disponibile attraverso il SIAR conferma, con una fonte di natura del tutto diversa, il limite già discusso della rilevazione da telerilevamento. Nel solo 2025, primo anno di funzionamento a regime del sistema, le domande di taglio registrate nel SIAR hanno interessato 894 ha, un valore superiore di circa 1,6 volte rispetto alla media annua di 558 ha stimata

dall'EFDA per l'ultimo decennio disponibile (2014-2023). Lo scarto è coerente con quanto già osservato a proposito dei limiti del dato satellitare nel cogliere il ceduo, il cui taglio, per la rapidità della ricrescita post-turno, tende a non essere registrato come perdita di copertura arborea nell'anno immediatamente successivo, o a esserlo solo in parte. Il dato SIAR, per contro, essendo di natura dichiarativa e amministrativa, non risente di questo limite ma sconta l'incertezza opposta, ossia la possibilità che una quota di superfici autorizzate non venga poi effettivamente utilizzata. I due dataset restano quindi complementari più che sovrapponibili, ma la loro lettura congiunta rafforza l'indicazione di fondo, ossia che le utilizzazioni forestali marchigiane si mantengono su livelli nettamente inferiori alla soglia teorica di prelievo sostenibile stimata da Urbinati (2009).

3.5.6 Sintesi comparativa delle fonti sulle utilizzazioni forestali

Il presente lavoro costituisce il primo tentativo di ricomporre in un quadro unico le fonti disponibili sulle utilizzazioni forestali marchigiane, UTILFOR, SIAR e R3Woods, mai state prima confrontate sistematicamente tra loro. Le quattro fonti amministrative esaminate in questo capitolo, UTILFOR, il suo aggiornamento (Sperindei 2006), il SIAR e R3Woods, non costituiscono una serie storica unica e continua, ma coprono periodi, scale territoriali e livelli di completezza differenti, la cui lettura congiunta richiede alcune cautele (Tabella 3.10).

Tabella 3.10 Sintesi comparativa degli indicatori sulle utilizzazioni forestali marchigiane secondo le diverse fonti disponibili (UTILFOR, SIAR, R3Woods, EFDA), per periodo e scala territoriale di riferimento. I valori non costituiscono una serie storica continua e omogenea, per le ragioni discusse nel testo.

Periodo	Scala	Tagliata media (ha)	Tasso di utilizzo annuo (%)	Prelievo medio (qli/ha)	Superficie media annua (ha/anno)	Fonte
2000/2001	Regionale	0,67	<1	675	n.d.[1]	UTILFOR (Guidi e Barra, 2005)
1983-2005	Locale	1,07	≈1,5	790	n.d.[1]	UTILFOR (Sperindei, 2006)
2014-2023	Regionale	n.d.	n.d.[1]	n.d.[1]	558	EFDA (Viana-Soto e Senf, 2025)
2023-2026	Regionale	0,91	n.d.[1]	551	630	SIAR
2016/2026	Locale	1,06	n.d.[1]	470	380	R3Woods

[1] *Non calcolabile in modo comparabile con le altre fonti*

UTILFOR resta la fonte con la copertura regionale più solida, ma anche la più datata, l'unico dato pubblicato relativo all'intera regione riguarda la stagione 2000/2001 (Guidi e Barra, 2005), con una tagliata media di 0,67 ha e un tasso di utilizzo annuo inferiore all'1% (2% sulla sola superficie a ceduo). L'aggiornamento di Sperindei (2006) estende la serie fino al 2004/2005, ma solo su un campione di tre comuni, non sull'intera regione; gli indicatori restano nello stesso ordine di grandezza (tagliata media 1,07 ha, tasso ≈1,5%), a conferma di una relativa stabilità del fenomeno nel primo decennio degli anni 2000. Dopo il 2004/2005, tuttavia, non è stato possibile reperire ulteriori indicatori aggregati pubblicati e verificabili per l'intero periodo, il sistema UTILFOR è proseguito operativamente fino alla sua dismissione nell'annata silvana 2021/2022 (cfr. par. 3.4.3.1), ma resta un vuoto informativo di circa vent'anni fra il dato Sperindei e l'avvio del SIAR, non altrimenti documentabile con le fonti verificate in questa sede.

Il SIAR, dal 2023, colma parzialmente questo vuoto, ma con un profilo diverso da UTILFOR, è un sistema regionale nato per finalità amministrative, non di monitoraggio statistico, e la sua adozione territoriale è ancora disomogenea (par. 3.5.4), motivo per cui il tasso di utilizzo annuo non è qui calcolabile in modo attendibile. Il dato più robusto disponibile, relativo al biennio centrale 2024-2025, mostra comunque una tagliata media (0,91 ha) e un prelievo per ettaro (551-609 qli/ha)

coerenti con l'ordine di grandezza osservato da UTILFOR vent'anni prima, un'indicazione di continuità del fenomeno più che di cambiamento strutturale.

R3Woods, pur limitato a una singola Unione Montana, offre l'unica serie continua decennale disponibile (2016/2017-2025/2026) e fornisce quindi il termine di paragone più solido sulla stabilità temporale del fenomeno a scala locale. La sua tagliata media (1,06 ha) è sorprendentemente vicina a quella rilevata da Sperindei trent'anni prima sullo stesso tipo di territorio collinare-montano (1,07 ha), mentre il prelievo medio (470 qli/ha) risulta inferiore a quello SIAR e UTILFOR, verosimilmente per la diversa composizione colturale locale. Sulla serie R3Woods è inoltre possibile, a differenza delle altre fonti, quantificare la variabilità annua del fenomeno, nelle dieci stagioni disponibili (2016/2017-2025/2026) la superficie interessata da domande di taglio si attesta in media a 380 ha/anno, con una deviazione standard di 53 ha e un intervallo compreso tra 300 ha (2025/2026) e 472 ha (2017/2018) un'oscillazione contenuta, che confema la relativa stabilità già osservata nel testo. Lo stesso calcolo non è invece proponibile sulle altre fonti per ragioni diverse, UTILFOR 2000/2001 è un dato di singola stagione, non una serie; Sperindei (2006) riporta solo il totale cumulato sull'intero turno di 22 anni, senza la scomposizione annuale che permetterebbe di calcolarne la variabilità; il SIAR, infine, offre solo due stagioni complete (2024 e 2025), un campione troppo piccolo perché una media o una deviazione standard abbiano un significato statistico robusto.

Il confronto in termini di superficie media annua, esteso anche al dato satellitare EFDA (par. 3.5.2), è possibile solo per le fonti più recenti: SIAR (≈630 ha/anno, biennio 2024-2025), EFDA (558 ha/anno, media 2014-2023) e R3Woods (380 ha/anno, media 2016-2025). Non è invece calcolabile per UTILFOR, che riporta l'attività effettivamente controllata (2.253 cantieri, pari al 64% delle autorizzazioni) ma non la superficie complessiva realmente tagliata sull'intero territorio regionale. Tra le tre fonti confrontabili, i valori SIAR ed EFDA risultano dello stesso ordine di grandezza, mentre R3Woods, riferito alla sola scala locale di un'Unione Montana, si mantiene coerentemente più basso. Il confronto diretto tra SIAR ed EFDA per la sola stagione 2025 (par. 3.5.5), quando entrambe le fonti sono nel pieno regime operativo, mostra il dato amministrativo (894 ha) superiore di circa 1,6 volte a quello satellitare,

coerente con il limite già discusso dell'EFDA nel sottostimare i tagli di ceduo per la rapida ricrescita post-turno.

Un confronto complementare, a scala nazionale, è offerto dal Rapporto sullo stato delle foreste e del settore forestale in Italia (RAF Italia 2017-2018), che raccoglie dati amministrativi regionali sugli interventi selvicolturali attraverso un questionario dedicato (Indicatori 2.1-2.4). Significativamente, anche in questa sede la Regione Marche non ha fornito alcun dato per l'annualità 2017, una circostanza che riflette a scala nazionale la stessa frammentazione informativa qui documentata. Tra le regioni limitrofe, l'Emilia-Romagna e la Toscana dichiarano per il solo 2017 superfici interessate da autorizzazioni e comunicazioni di taglio rispettivamente di circa 11.600 e 18.500 ha, ordini di grandezza nettamente superiori alla media annua rilevata dal SIAR per le Marche (circa 630 ha nel biennio 2024-2025). Il confronto numerico diretto, tuttavia, ha un valore limitato, non solo per la distanza cronologica tra le due rilevazioni, ma soprattutto perché il dato SIAR riflette un'adozione territoriale ancora parziale del sistema (cfr. par. 3.5.4), mentre quello RAF deriva da un questionario compilato direttamente dalle amministrazioni regionali con procedure consolidate. Il dato più significativo di questo confronto non è quindi la differenza tra le superfici, ma la conferma che la stessa lacuna informativa riscontrata per le Marche in questo lavoro emerge anche nel principale rapporto ufficiale di settore a scala nazionale.

Nel complesso, pur in assenza di una serie storica realmente continua e omogenea, le quattro fonti convergono su un quadro coerente, tagliate di dimensione contenuta (0,7-1,1 ha), rese per ettaro comprese tra 450 e 800 qli/ha, e livelli di prelievo annuo, dove calcolabili, ampiamente inferiori alla soglia teorica di prelievo sostenibile stimata da Urbinati (2009) per l'intera regione (2.800-3.000 ha/anno), soglia peraltro confermata anche dal dato satellitare EFDA, che nell'ultimo decennio disponibile stima una media di 558 ha/anno di superficie interessata da taglio. La principale criticità che emerge da questo confronto non riguarda quindi l'intensità del prelievo, ma la sua tracciabilità nel tempo, la mancanza di continuità fra le fonti disponibili rende difficile distinguere una reale stabilità del fenomeno da un semplice succedersi di sistemi di rilevazione incompatibili fra loro.

CONCLUSIONI

Il presente lavoro costituisce un contributo preliminare, ma fondamentale alla redazione del nuovo Programma Forestale Regionale (PFR) delle Marche, perché verifica lo stato e l'affidabilità delle basi conoscitive su cui il PFR dovrà fondarsi. Lo scopo della tesi era duplice, da un lato confrontare le diverse fonti disponibili sulla consistenza e sulla distribuzione del patrimonio forestale regionale, individuandone le criticità di aggiornamento; dall'altro quantificare le utilizzazioni forestali (per superficie e massa legnosa) sulla base dei dati amministrativi ufficiali, valutando i limiti dei database regionali in vista del nuovo strumento di pianificazione.

Relativamente alle superfici forestali, l'analisi dei dati restituisce un quadro coerente sull'andamento di lungo periodo, con un aumento progressivo della superficie forestale regionale a partire dal minimo nei primi del '900. Nel confronto più recente e di maggior dettaglio, che riguarda anche la tipologia forestale, si evidenziano alcuni importanti criticità. Alcune categorie forestali risultano oggi nettamente più estese rispetto a vent'anni fa, altre significativamente ridotte, con oscillazioni che, per ampiezza e velocità, sono difficilmente spiegabili con la sola dinamica naturale della vegetazione. Questo non è un dettaglio marginale, significa che, per larghe porzioni del territorio regionale, non è oggi possibile stabilire con certezza quale tipo di bosco occupi effettivamente una determinata superficie, né se le variazioni osservate tra le due fonti riflettano un cambiamento reale del paesaggio forestale o, più semplicemente, una differenza di definizione, di scala cartografica o di criterio di classificazione tra chi ha prodotto l'una e chi ha prodotto l'altra fonte. Non è stato possibile, con i dati e i tempi a disposizione, isolare con certezza le due componenti il che è la principale difficoltà incontrata, e resta un nodo aperto che il lavoro può solo segnalare, non risolvere. Questa incertezza sulle superfici e sulle tipologie forestali non è quindi un limite soltanto cartografico o statistico, pregiudica a monte la possibilità stessa di pianificare. Senza una classificazione forestale affidabile diventa difficile

stimare il rischio di incendio, che dipende dal tipo di combustibile presente in bosco; quantificare i servizi ecosistemici offerti, parametrati sulla tipologia forestale; e programmare in modo realistico la produzione legnosa, che richiede di conoscere non solo l'estensione ma anche la struttura e la produttività dei popolamenti. È un problema che riguarda l'intera base conoscitiva su cui si dovrà fondare il nuovo PFR, prima ancora di qualunque scelta di gestione.

Relativamente alle utilizzazioni forestali, il lavoro ha messo per la prima volta a confronto sistematico le diverse fonti amministrative disponibili: UTILFOR (C-SIFA), SIAR e R3Woods. Nonostante la forte discontinuità tra queste fonti, per periodo storico coperto, scala territoriale e livello di adozione del sistema, gli indicatori disponibili convergono su un quadro sostanzialmente stabile nel tempo, l'intensità del prelievo forestale non mostra segnali né di un significativo aumento né di una riduzione marcata rispetto a vent'anni fa, e resta ampiamente compatibile con la soglia di sostenibilità indicata in letteratura per la regione. La difficoltà principale, qui, non è quindi l'entità del prelievo ma la sua tracciabilità nel tempo, la successione di sistemi di rilevazione incompatibili tra loro e la gestione frammentata tra le diverse Unioni Montane impediscono di ricostruire una serie storica realmente continua e comparabile su tutto il periodo.

Un ulteriore elemento di confronto, complementare ai dati amministrativi, è offerto dal telerilevamento satellitare. I dataset di monitoraggio dei disturbi forestali (l'EFDA, basato su serie storiche Landsat, e più recentemente RADD Europe, basato su dati radar Sentinel-1) permettono una stima indipendente delle superfici interessate da variazioni di copertura arborea, senza dipendere dalle comunicazioni degli operatori forestali. Il confronto tra queste fonti e i dati amministrativi mostrano risultati coerenti negli ordini di grandezza, ma va letto con un'importante cautela metodologica, l'affidabilità del dato satellitare non è uniforme per tutte le tipologie di intervento. Un taglio a raso, che riduce nettamente la copertura delle chiome, viene rilevato con buona sicurezza mentre interventi meno drastici come i tagli successivi, i diradamenti o i tagli a scelta colturale, che prelevano singole piante o piccoli gruppi senza un'apertura netta del soprassuolo, non sono facilmente individuati dal satellite, indipendentemente dal tempo di recupero della vegetazione. Il dato satellitare, in altre parole, tende a sottostimare selettivamente le forme di gestione più prudenti e continuative a favore di

quelle più intensive e concentrate, un limite opposto a quello dei dati amministrativi, che coprono in teoria tutte le tipologie di intervento ma sono soggetti a comunicazione volontaria, ritardi e disomogeneità di adozione. Le due fonti risultano quindi complementari più che sovrapponibili, e la loro lettura congiunta, più che la sola scelta di una delle due, rappresenta la strada più solida per un futuro monitoraggio regionale.

Le priorità del futuro PFR riguardano quindi non tanto la definizione di nuovi obiettivi gestionali, quanto la costruzione delle condizioni conoscitive che li rendano possibili. La prima, resa ancora più evidente da quanto osservato sulle superfici forestali, è l'aggiornamento dell'inventario forestale regionale dove l'ICFR resta, a oltre vent'anni dai rilievi in campo, l'unico riferimento dendroauxometrico disponibile per l'intera regione, e la sua obsolescenza è la condizione necessaria per risolvere alla radice le incertezze qui documentate sulle tipologie e sulle superfici, oltre che per allineare le Marche agli obblighi di rendicontazione previsti dal quadro europeo e nazionale. La seconda è il coordinamento tra gli enti responsabili della raccolta del dato sulle utilizzazioni, Regione, Unioni Montane e Comando Regione Carabinieri Forestale, verso un canale di operabilità unica strutturato tra il C-SIFA e il modulo forestale del SIAR, che superi l'attuale frammentazione multi-ente. Solo a partire da questa base conoscitiva rinnovata il PFR potrà definire obiettivi, priorità e criteri di gestione realmente fondati sullo stato effettivo del patrimonio forestale marchigiano.

BIBLIOGRAFIA

AMAP, 2025. Agenzia per l'Innovazione nel Settore Agroalimentare e della Pesca delle Marche – attività di monitoraggio fitosanitario e biodiversità forestale. Regione Marche, Osimo.

ARPA Marche, 2025. Consumo di suolo nelle Marche – dati 2024. Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale delle Marche, Ancona.

Assemblea Legislativa delle Marche, 2021. Programma Quinquennale per le Aree Protette (PQuAP) 2021/2025. Deliberazione n. 17 del 4 agosto 2021, legge regionale 28 aprile 1994, n. 15, articolo 7. Ancona.

Autorità di bacino distrettuale dell'Appennino Centrale, 2024. Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) – Marche. Autorità di bacino distrettuale dell'Appennino Centrale, Roma.

Bernetti, G., 2005. Selvicoltura speciale. UTET, Torino.

Biondi, E., Casavecchia, S., Pesaresi, S., 2002. La vegetazione delle Marche. Regione Marche, Ancona.

Biondi, E., Allegrezza, M., Baldoni, M., Casavecchia, S., Pinzi, M., Taffetani, F., 2010. Le serie di vegetazione della Regione Marche. In: Blasi C. (a cura di), La Vegetazione d'Italia. Palombi Editori, Roma: 231-255.

Breidenbach, J., Ellison, D., Petersson, H., Korhonen, K.T., Henttonen, H.M., Wallerman, J., Fridman, J., Astrup, R., Kauppi, P.E., Wernick, I.K., 2022. Harvested area did not increase abruptly – How advancements in satellite-based mapping led to erroneous conclusions. Annals of Forest Science 79: 2.

Ceccherini, G., Duveiller, G., Grassi, G., Lemoine, G., Avitabile, V., Pilli, R., Cescatti, A., 2020. Abrupt increase in harvested forest area over Europe after 2015. Nature 583: 72-77.

Celesti-Grapow, L., Pretto, F., Carli, E., Blasi, C., 2010. Flora vascolare alloctona e invasiva delle regioni d'Italia. Università degli Studi di Roma La Sapienza, Roma.

Chirici, G., Marchetti, M. (a cura di), 2019. Le foreste italiane. Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze.

Consiglio delle Comunità Europee, 1992. Direttiva 92/43/CEE del Consiglio, del 21 maggio 1992, relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche. Gazzetta Ufficiale delle Comunità Europee, L 206 del 22 luglio 1992.

Corona, P., Becagli, C., Cantani, P., Chianucci, F., Di Salvatore, L., Di Salvatore, U., Romano, R., Vacchiano, G., Ferretti, F., 2020. Elementi di orientamento per la

pianificazione forestale alla luce del testo unico in materia di foreste e filiere forestali. Rete Rurale Nazionale 2014-2020, Scheda n. 22.1 e 22.2 Foreste, CREA, Roma.

Corona, P., Cucca, B., Alivernini, A., 2022. Un percorso sfidante per la pianificazione forestale in Italia. Forest@ 19: 95-97.

Corte costituzionale, 2008. Sentenza n. 105/2008. Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana, Roma.

CREA Foreste e Legno, 2020. Carta Forestale d'Italia – metodologia e dati. Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria, Roma.

De Laurentis, D., Papitto, G., Gasparini, P., Di Cosmo, L., Floris, A., 2021. Le foreste italiane. Sintesi dei risultati del terzo Inventario Forestale Nazionale INFC2015. CREA – Centro di ricerca Foreste e Legno (CREA-FL); Arma dei Carabinieri, Comando Unità Forestali, Ambientali e Agroalimentari. 44 pp.

European Commission, 2013. A new EU Forest Strategy for forests and the forest-based sector. COM(2013) 659 final, Bruxelles.

European Commission, 2020. EU Biodiversity Strategy for 2030. COM(2020) 380 final, Bruxelles.

European Commission, 2021. New EU Forest Strategy for 2030. COM(2021) 572 final, Bruxelles.

European Environment Agency (EEA), 2018. CORINE Land Cover – Technical Guidelines. European Environment Agency, Copenhagen.

Ferretti, F., Sboarina, C., Tattoni, C., Vitti, A., Zatelli, P., Geri, F., Comini, B., Ciolli, M., 2018. The 1936 Italian Kingdom Forest Map reviewed: a dataset for landscape and ecological research. Annals of Silvicultural Research, 42 (1).

Ferretti, F., Alberti, G., Badalamenti, E., Campagnaro, T., Corona, P., Garbarino, M., La Mantia, T., Malandra, F., Maresi, G., Morresi, D., Piermattei, A., Pividori, M., Romano, R., Salvadori, C., Sibona, E., da Silveira Bueno, R., Sitzia, T., Urbinati, C., Vitali, A., Pelleri, F., 2019. Boschi di neoformazione in Italia: approfondimenti conoscitivi e orientamenti gestionali. Rete Rurale Nazionale 2014-2020, CREA, Roma.

Forest Europe, 1993. Resolution H1 – General Guidelines for the Sustainable Management of Forests in Europe. Second Ministerial Conference, Helsinki.

Francini, S., D'Amico, G., Mencucci, M., Seri, G., Gravano, E., Chirici, G., 2021. Telerilevamento e procedure automatiche: validi strumenti di supporto al monitoraggio delle utilizzazioni forestali. Forest@ 18: 27-34.

Gasparini, P., Di Cosmo, L., Floris, A., Notarangelo, G., Rizzo, M., 2016. Guida per i rilievi in campo. INFC2015 – Terzo inventario forestale nazionale italiano. CREA – Unità di Ricerca per il Monitoraggio e la Pianificazione Forestale; Arma dei Carabinieri, MASAF, Trento.

Gasparini, P., Di Cosmo, L., Floris, A., De Laurentis, D. (eds.), 2022. Italian National Forest Inventory — Methods and Results of the Third Survey / Inventario

Nazionale delle Foreste e dei Serbatoi Forestali di Carbonio — Metodi e Risultati della Terza Indagine. Springer.
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; CRA-MPF. Edagricole, Milano.
Guidi, G., Barra, F., Baleani, G., 2005. Utilizzazioni Forestali, Stagione Silvana 2000-2001. Analisi di Settore. Corpo Forestale dello Stato, Coordinamento Regionale per le Marche, Ancona. Pubblicato come supplemento n. 2 al n. 110 di Sherwood – Foreste ed Alberi Oggi, Compagnia delle Foreste, Arezzo.
Hansen, M.C., Potapov, P.V., Moore, R., Hancher, M., Turubanova, S.A., Tyukavina, A., Thau, D., Stehman, S.V., Goetz, S.J., Loveland, T.R., Kommareddy, A., Egorov, A., Chini, L., Justice, C.O., Townshend, J.R.G., 2013. High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change. Science 342(6160): 850-853.
INFC, 2005. Inventario Nazionale delle Foreste e dei serbatoi forestali di Carbonio. Corpo Forestale dello Stato, CRA-ISAFA, Trento.
INFC, 2015. Inventario Nazionale delle Foreste e dei serbatoi forestali di Carbonio – Rapporto nazionale. CREA Foreste e Legno, Roma.
IPCC, 2003. Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry. Institute for Global Environmental Strategies, Hayama, Giappone.
IPCC, 2019. 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Calvo Buendia, E., Tanabe, K., Kranjc, A., Baasansuren, J., Fukuda, M., Ngarize, S., Osako, A., Pyrozhenko, Y., Shermanau, P., Federici, S. (eds). IPCC, Ginevra, Svizzera.
IPCC, 2023. Climate Change 2023: Synthesis Report. Intergovernmental Panel on Climate Change, Geneva.
IPLA S.p.A., 2001. Inventario e Carta Forestale della Regione Marche. Regione Marche, Torino.
ISPRA, 2024. Dissesto idrogeologico in Italia: pericolosità e indicatori di rischio – Edizione 2024. Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, Roma.
ISPRA-SNPA, 2024. Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici – Edizione 2024. ISPRA, Roma.
ISTAT, 1947. Statistica forestale italiana. Istituto Nazionale di Statistica, Roma.
ISTAT, 1974. Statistica forestale italiana. Istituto Nazionale di Statistica, Roma.
ISTAT, 1994. Statistiche forestali nazionali. Istituto Nazionale di Statistica, Roma.
ISTAT, 2024. Censimento permanente della popolazione e delle abitazioni – Marche, anno 2022. Istituto Nazionale di Statistica, Roma.
MASAF, 2022. Strategia Forestale Nazionale. Ministero dell'Agricoltura, della Sovranità Alimentare e delle Foreste, Roma.

MASE, 2025. *Rete Natura 2000.* Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica, Roma. Disponibile su: https://www.mase.gov.it/portale/rete-natura-2000

Morettini, L., Compagnucci, R., 2025. Aree interne, spopolamento e trasformazioni territoriali nelle Marche. Università Politecnica delle Marche, Ancona.

Parlamento europeo e Consiglio dell'Unione Europea, 2009. Direttiva 2009/147/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 30 novembre 2009, concernente la conservazione degli uccelli selvatici (versione codificata). Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea, L 20 del 26 gennaio 2010.

Patacca, M., Lindner, M., Lucas-Borja, M.E., et al., 2023. Significant increase in natural disturbance impacts on European forests since 1950. Global Change Biology, 29, 1359-1376.

Patrignani D., 2026. Comunicazione orale. Colloquio presso la Regione Marche sul funzionamento del sistema informativo SIAR e sull'iter di autorizzazione al taglio boschivo.

Pincin, A., 2025. Il vincolo forestale nelle carte: una riflessione a seguito della pubblicazione della Carta Forestale d'Italia. Sherwood – Foreste ed Alberi Oggi, Compagnia delle Foreste, Arezzo. Disponibile su: https://www.rivistasherwood.it/t/commenti-proposte/vincolo-forestale-carte-forestali.html

Presidenza della Repubblica, 2018. Decreto Legislativo 3 aprile 2018, n. 34 – Testo unico in materia di foreste e filiere forestali. Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana, Roma.

Presidenza della Repubblica, 2001. Decreto Legislativo 18 maggio 2001, n. 227 – Orientamento e modernizzazione del settore forestale. Gazzetta Ufficiale, Roma.

Presidenza della Repubblica, 2004. Decreto Legislativo 22 gennaio 2004, n. 42 – Codice dei beni culturali e del paesaggio. Gazzetta Ufficiale, Roma.

Presidenza della Repubblica, 2016. Decreto Legislativo 19 agosto 2016, n. 177 – Disposizioni in materia di razionalizzazione delle funzioni di polizia […] (assorbimento del Corpo Forestale dello Stato). Gazzetta Ufficiale, Roma.

Regione Marche, 1978. Ortofoto volo Marche 1977-78-79. Servizio WMS Cartografia e informazioni territoriali, Regione Marche, Ancona.

Regione Marche, 2005. Legge regionale 23 febbraio 2005, n. 6 – Legge forestale regionale, e successive modifiche (L.R. 18 marzo 2014, n. 3; L.R. 16 febbraio 2015, n. 3; L.R. 28 aprile 2017, n. 15). Bollettino Ufficiale della Regione Marche.

Regione Marche, 2009. Piano Forestale Regionale delle Marche. Deliberazione Amministrativa n. 114 del 26 febbraio 2009, Assemblea Legislativa delle Marche, Ancona.

Regione Marche, 2018. Rete Ecologica delle Marche (REM) – Quadro conoscitivo, Sintesi interpretative e Quadro propositivo. Deliberazione della Giunta Regionale n. 1288 del 1° ottobre 2018, Regione Marche, Ancona.

Regione Marche, 2018. Deliberazione della Giunta regionale 17 dicembre 2018, n. 1732 – Prescrizioni di massima e di polizia forestale regionali – Disciplina delle attività di gestione forestale. Regione Marche, Ancona.

Regione Marche, 2021. Intesa Stato-Regioni-Province autonome 28 novembre 2019. DPR n. 357/97. L.R. n. 6/2007. Adozione delle Linee guida regionali per la Valutazione di incidenza quale recepimento delle Linee guida nazionali. Deliberazione della Giunta regionale, Ancona.

Regione Marche, 2023. Deliberazione della Giunta regionale – D.lgs. n. 34/2018, artt. 6 e 15. Strategia forestale nazionale, Azione Strumentale 1 – SinFOR. Impiego del sistema informativo regionale SIAR a supporto dello svolgimento dei procedimenti amministrativi in materia di foreste e forestazione. Regione Marche, Ancona.

Regione Marche, 2024. Le Marche in cifre – aprile 2024. Settore Controllo di gestione e Sistemi Statistici, Regione Marche, Ancona.

Regione Marche, 2025. Piano Regionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (PRACC) 2024-2030 (DACR n. 84/2025). Regione Marche, Ancona.

Regione Marche, Servizio Agricoltura, Forestazione e Pesca, [s.d.]. Rapporto Ambientale per la Valutazione Ambientale Strategica del Piano Forestale Regionale (PFR) della Regione Marche. Regione Marche, Ancona.

Regolamento (UE) 2024/1991 del Parlamento europeo e del Consiglio sul ripristino della natura. GUUE.

Repubblica Italiana, 1923. Regio Decreto 30 dicembre 1923, n. 3267 – Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani. Gazzetta Ufficiale, Roma.

Repubblica Italiana, 1977. Legge 27 dicembre 1977, n. 984 – Coordinamento degli interventi pubblici nei settori della zootecnia, della produzione ortoflorofrutticola, della forestazione […]. Gazzetta Ufficiale, Roma.

Repubblica Italiana, 2001. Legge costituzionale 18 ottobre 2001, n. 3 – Modifiche al Titolo V della parte seconda della Costituzione. Gazzetta Ufficiale, Roma.

Repubblica Italiana, 1985. Legge 8 agosto 1985, n. 431 – Conversione in legge, con modificazioni, del D.L. 27 giugno 1985, n. 312 […] (legge Galasso). Gazzetta Ufficiale, Roma.

Rivas-Martínez, S., Penas, A., Díaz, T.E., 2001. Biogeographic Map of Europe. Cartographic Service, University of León, Spain.

Sabatini, N., 2009. Il sistema R3 Woods per la gestione dei tagli boschivi. In: Urbinati, C. (a cura di), Foreste in forma. La gestione sostenibile nei boschi delle Marche. Regione Marche, Comunità Montana dell'Alto e Medio Metauro, Università Politecnica delle Marche (Programma ASSO 2008), pp. 110-111.

Sanchioni, A., 2024. *Analisi climatica della regione Marche per le strategie di adattamento e mitigazione del settore agricolo al cambiamento climatico*. AMAP – Agenzia per l'Innovazione nel Settore Agroalimentare e della Pesca, U.O. Agrometeorologia, Regione Marche.

Sebald, J., Senf, C., Seidl, R., 2021. Human or natural? Landscape context improves the attribution of forest disturbances mapped from Landsat in Central Europe. Remote Sensing of Environment, 262, 112502.

Senf, C., Seidl, R., 2021b. Storm and fire disturbances in Europe: Distribution and trends. Global Change Biology, 27, 3605-3619.

Seidl, R., Senf, C., 2024. Changes in planned and unplanned canopy openings are linked in Europe's forests. Nature Communications, 15, 4741.

Sitzia, T., Trentanovi, G., Dainese, M., 2010. Natural forest expansion in Italy: patterns and processes. Forest Ecology and Management.

Soldini, L., Darvini, G., 2025. *Variation in the Extreme Temperatures and Related Climate Indices for the Marche Region, Italy*. Climate, 13(3), 58.

Sperindei, D., 2006. Utilizzazioni forestali nelle Marche nel ventennio 1984-2005: analisi di tre aree campione. Tesi di Laurea in Scienze Forestali e Ambientali (Relatore: Prof. C. Urbinati). Università Politecnica delle Marche, Ancona.

Storti, G., 2023. La pianificazione forestale nelle Marche: stato dell'arte, criticità e prospettive. Tesi di Laurea Magistrale in Scienze Forestali, dei Suoli e del Paesaggio (Relatore: Prof. C. Urbinati; Correlatore: Dr. A. Vitali). Università Politecnica delle Marche, Ancona.

Tazioli, A., 2026. Comunicazione orale. Note alla stesura del nuovo Piano Paesistico Regionale delle Marche

Urbinati, C. (a cura di), 2009. Foreste in forma. La gestione sostenibile nei boschi delle Marche. Progetto «ASSO» 2008, Regione Marche – Comunità Montana dell'Alto e Medio Metauro; Università Politecnica delle Marche.

Urbinati, C., 2012. *Il paesaggio forestale delle Marche: dinamismi recenti, tutela ed esigenze gestionali*. Proposte e ricerche, a. XXXV, n. 68, pp. 31-45.

Urbinati, C., 2016. Lavorare in bosco nelle Marche. Università Politecnica delle Marche, Ancona.

Van der Woude, S., Reiche, J., Balling, J., Nabuurs, G.J., Sterck, F., Welsink, A.J., Slagter, B., Herold, M., 2026. European forest disturbance alerting using Sentinel-1. Remote Sensing of Environment, 337, 115325. https://doi.org/10.1016/j.rse.2026.115325

Viana-Soto, A., Senf, C., 2025. The European Forest Disturbance Atlas: a forest disturbance monitoring system using the Landsat archive. Earth System Science Data, 17(6): 2373-2404.

RINGRAZIAMENTI

Il mio ringraziamento più sentito va al relatore, Prof. Carlo Urbinati che nonostante i numerosi impegni, non mi ha mai fatta sentire sola in questo percorso, accompagnandomi con consigli che porterò sempre con me e trasmettendomi, con la sua capacità unica di insegnare, una vera passione per questa disciplina.

Ringrazio inoltre il correlatore, Prof. Alessandro Vitali, per la pazienza e la disponibilità con cui ha seguito questo lavoro.

Un ringraziamento va anche a chi ha reso possibile la parte più concreta di questa tesi, fornendomi i dati senza i quali gran parte dell'analisi non sarebbe stata possibile, il Mar. Ca. Luca Bagnara, del Gruppo Carabinieri Forestale di Ascoli Piceno, la Dott.ssa Beatrice Guglielmi, per i dati del SIAR della Regione Marche, Tommaso Camilloni, per i dati relativi all'Unione Montana dell'Alto e Medio Metauro.

Il grazie più grande va ai miei genitori, per tutti i sacrifici che hanno fatto affinché potessi arrivare fino a questo traguardo.

Ringrazio i miei amici, che mi hanno sopportata in ogni lamentela, pianto e gioia di questo percorso, e un pensiero speciale va agli amici conosciuti durante gli anni universitari, persone fantastiche, che sono grata di aver incontrato e che porterò per sempre nel cuore.