

Robinwood Project



PROJECT PART-FINANCED
BY THE EUROPEAN UNION

North East SOUTH West
INTERREG III C

Analisi della funzionalità protettiva dei boschi in relazione ai tipi forestali della Liguria



ARE
Liguria spa

Agenzia Regionale per l'Energia della Liguria



istituto per
le piante da legno
e l'ambiente ipla spa

	Relazione Analisi della funzionalità protettiva dei boschi in relazione ai tipi forestali della Liguria	
		Marzo 2006
		Pagina 2 di 63

Gruppo di lavoro
IPLA SPA
Corso Casale, 476 - 10132 TORINO
Sito internet: www.ipla.org
posta elettronica: ipla@ipla.org

Autori
[Fabio Giannetti](#)
[Piergiorgio Terzuolo](#)
[Paolo Camerano](#)
[Alessandro Canavesio](#)

	Relazione	
	Analisi della funzionalità protettiva dei boschi in relazione ai tipi forestali della Liguria	Marzo 2006
		Pagina 3 di 63

INDICE

Introduzione	4
1. ANALISI BIBLIOGRAFICA ED INQUADRAMENTO DELLE PROBLEMATICHE ANALIZZATE.....	5
1.1. Progetto Desertnet.	5
1.2. Studio sull'Alta Val Polcevera	8
1.3. Inquadramento delle problematiche analizzate	11
2. MESSA A PUNTO DI UN APPROCCIO TEORICO ALLA FUNZIONALITÀ PROTETTIVA DEI BOSCHI LIGURI.....	15
2.1. Impostazione metodologica generale	17
2.2. Approccio metodologico alla problematica delle frane superficiali.....	18
2.3. Approccio metodologico alla problematica dell'erosione idrica superficiale	23
3. ANALISI DELLA FUNZIONALITÀ PROTETTIVA IN RELAZIONE AI TIPI FORESTALI DELLA LIGURIA	27
3.1. Elaborazione dei dati inventariali	27
3.2. Sintesi dei sopralluoghi e rilievi in campo	36
4. ANALISI DEGLI ASPETTI PROTETTIVI RELATIVI ALLE DIVERSE CATEGORIE E TIPI FORESTALI E SCHEMI DI INTERVENTO	37
4.1. Castagneto.....	38
4.2. Faggete.....	43
4.3. Orno-ostrieti.....	48
4.4. Querceti caducifogli.....	51
BIBLIOGRAFIA	55
ALLEGATO	56
SCHEDE RELATIVE AI SOPRALLUOGHI E RILIEVI ESEGUITI IN CAMPO	56

	Relazione	
	Analisi della funzionalità protettiva dei boschi in relazione ai tipi forestali della Liguria	Marzo 2006
		Pagina 4 di 63

Introduzione

La presente relazione illustra gli esiti del progetto di ricerca in corso di svolgimento da parte di IPLA S.pA. su incarico di ARE Liguria incentrato sull'aspetto dell'analisi della funzionalità protettiva in relazione ai tipi forestali della Liguria. L'incarico di consulenza si inserisce nell'ambito della Componente 2: "Aspetti idrogeologici" del progetto Interreg IIIC "Robinwood".

In questo ambito l'analisi prevista è rivolta alla definizione delle condizioni in cui le principali tipologie forestali definite per la Regione Liguria possono riuscire ad assolvere un'efficace azione protettiva nei confronti delle problematiche di dissesto idrogeologico. Ne consegue la possibilità di dettagliare le situazioni in cui i soprassuoli possono diventare fattore negativo o perlomeno indifferente nei confronti della stabilità del pendio e/o di fenomeni erosivi e prevedere modalità di intervento capaci di migliorare l'efficienza del bosco dal punto di vista protettivo.

Nell'ambito dell'incarico affidato all'IPLA sono stati definiti alcuni Lotti di attività di seguito elencati:

- A) Analisi bibliografica ed inquadramento delle problematiche analizzate
- B) Messa a punto di un approccio teorico alla funzionalità protettiva del bosco
- C) Analisi delle variabili relative ai suoli
- D) Analisi della funzionalità protettiva in relazione ai tipi forestali della Liguria
- E) Analisi di dati telerilevati per l'estrazione di parametri della copertura arborea utili per la modellizzazione.
- F) Assistenza nella preparazione dei dati ai fini della modellizzazione ed applicazione pratica in una area studio da definire per il prosieguo del progetto Robinwood.

La presente relazione illustra gli esiti ottenuti con riferimento alle attività del lotto A, B, C e D.

L'attività F rappresenta una applicazione pratica definita a partire dall'approccio teorico definito nella presente relazione e la sua realizzazione è prevista nei prossimi mesi a seguito della definizione dell'area di studio su cui concentrare l'analisi e l'applicazione del modello. L'attività E è strettamente correlata alla F perché in quanto prevede la sperimentazione di utilizzo di immagini satellitari come supporto all'estrazione di parametri della copertura forestale importanti ai fini dell'applicazione dei modelli.

	Relazione	
	Analisi della funzionalità protettiva dei boschi in relazione ai tipi forestali della Liguria	Marzo 2006
		Pagina 5 di 63

1. ANALISI BIBLIOGRAFICA ED INQUADRAMENTO DELLE PROBLEMATICHE ANALIZZATE

La prima attività svolta è stata rivolta alla raccolta di dati e informazioni derivanti da studi e ricerche svolte precedentemente in Liguria e riguardanti il tema specifico della relazione tra i soprassuoli forestali e problematiche idrogeologiche sul territorio.

In particolare i documenti specifici in cui apporti possono essere considerati importanti sotto questo punto di vista sono i seguenti:

- Esiti del progetto Desertnet;
- Progetto di studio svolto nella Comunità Montana Alta Val Polcevera e riguardanti la relazione tra stabilità dei versanti, tipologia dei soprassuoli e pratiche selvicolturali;
- Inventario multirisorse della Regione Liguria

Di seguito riportiamo una breve sintesi dei principali esiti del progetto Desertnet e di quello svolto sulla Val Polcevera con illustrazione dei punti che costituiscono riferimenti significativi per lo sviluppo della ricerca in corso. Per quanto riguarda invece l'inventario multirisorse è stato utilizzato per estrarre alcuni dati a livello di categorie e tipologie forestali sull'intero territorio ligure e supportare quindi alcune delle considerazioni e dei risultati ottenuti.

1.1. Progetto Desertnet.

Il progetto Desertnet ha riguardato lo studio dei processi di degradazione e delle conseguenti misure di prevenzione relativamente ai suoli sollecitati da incendi boschivi. In particolare è stata presa in considerazione e studiata la risposta idrologica e sedimentologica di un bacino interessato da incendi boschivi eseguita mediante l'utilizzo di simulatori di pioggia e il confronto tra due parcelle una rappresentativa della condizione precedente e l'altra di quella successiva al passaggio del fuoco. In sintesi il risultato principale è consistito nel verificare un sensibile incremento del deflusso superficiale e della produzione dei sedimenti nella particella percorsa dal fuoco rispetto a quella non disturbata.

Tale effetto principale si deve all'interazione di due aspetti determinanti:

Distruzione della copertura vegetale

- Distruzione della parte epigea della pianta. A questo effetto si accompagna spesso la difficoltà successiva di rinnovazione della vegetazione stessa. In particolare allo stress

	Relazione	
	Analisi della funzionalità protettiva dei boschi in relazione ai tipi forestali della Liguria	Marzo 2006
		Pagina 6 di 63

dell'incendio vero e proprio si accompagnano anche effetti legati nel periodo successivo al forte riscaldamento al suolo esposto in maggiore misura ai raggi solari con perdita di coesione e frammentazione del suolo stesso. All'incendio si accompagna spesso una forte proliferazione di rovo e vitalba che tollerano pH elevati e quindi sono favoriti dall'acidificazione che si verifica in seguito alle trasformazioni chimiche indotte nel suolo dal passaggio del fuoco.

- Distruzione delle radici fino a 10-20 cm di profondità (gradiente termico). Questo danno è particolarmente importante perché determina un aumento dell'erodibilità e della probabilità di manifestarsi di fenomeni franosi superficiali in seguito al venire meno dell'effetto di ancoraggio delle radici ed alla ridotta resistenza al taglio e alla trazione offerta dai tessuti vegetali morti.

Modificazione delle proprietà del suolo

I parametri dei suoli esaminati nell'ambito del progetto che sono stati presi in considerazione sono i seguenti: Spessore del suolo, scabrezza superficie del terreno, granulometria, percentuale sostanza organica, porosità, peso specifico orizzonti, conduttività idraulica. Gli effetti legati al passaggio del fuoco sulle caratteristiche dei suoli possono essere riassunti come segue:

- Formazione dello strato idrorepellente. Le alte temperature comportano trasformazioni chimiche delle sostanze organiche presenti nel suolo che in parte diventano aeriformi e si volatilizzano, in parte si mineralizzano e in parte costituiscono residui dati da idrocarburi densi e composti catramosi. Questi ultimi si solidificano all'interno del suolo e contribuiscono alla formazione di uno strato idrorepellente sub-superficiale.
- Diminuzione della capacità di trattenimento dell'acqua da parte del suolo e aumento dell'erodibilità. Questi effetti sono spesso fortemente correlati a quello precedente. In presenza di medie o forti precipitazioni ravvicinate all'evento la ridotta capacità di ritenzione idrica del suolo a causa della formazione di uno strato idrorepellente fa sì che le acque meteoriche scorrano in superficie erodendo lo strato più superficiale e trascinando a valle ceneri e materiali incombusti. Anche la distruzione dell'humus superficiale contribuisce alla ridotta fertilità e ritenzione idrica del suolo con conseguenze negative sulla regimazione idrica superficiale. Anche la riduzione della copertura del suolo da parte della vegetazione ha ovviamente effetto sulla maggiore capacità erosiva delle acque meteoriche.

	Relazione	
	Analisi della funzionalità protettiva dei boschi in relazione ai tipi forestali della Liguria	Marzo 2006
		Pagina 7 di 63

Nell'ambito dello studio più approfondito condotto sul bacino del torrente Branega sono stati analizzati siti particolarmente affetti da incendi negli ultimi anni. Il bacino analizzato è stato infatti interessato da 85 eventi di incendio boschivo dal 1978 ad oggi.

La tipologia forestale maggiormente interessata da incendi ripetuti è la fustaia di Pino marittimo.

In base ai dati dell'ultimo censimento inserito nel Piano Regionale di previsione, di prevenzione e lotta attiva contro gli incendi boschivi del 2003 in Liguria la superficie attualmente ricoperta da Fustaie di *Pinus pinaster* (Pino marittimo) è di circa 18.000 ettari. La specie è spontanea in Liguria ma si è diffusa in modo così massiccio per una serie di cause socio-economiche, storiche ed ecologiche.

Dalla fine del '800 al 1970 in Liguria è stata attuata una politica forestale atta a diffondere questa specie, con semine a spaglio a strisce ed rimboschimenti su terreni marginali, incolti e pascoli ancora in uso allo scopo di aumentare il valore dei fondi. Inoltre il Pino veniva utilizzato per arricchire i cedui poichè sostituisce vantaggiosamente le matricine esercitando una copertura meno intensa sui polloni. Il pino marittimo era anche utilizzato per produrre segati e parti di scafo di navi. Inoltre veniva praticata la resinazione per la produzione della pece necessaria per la cantieristica navale in legno (Vedi ad esempio la pineta di proprietà dei Marchesi D'Invrea nel comune di Varazze). A seguito dell'emanazione della R.D.L. 3267 del 1923 che introdusse il vincolo idrogeologico si fa strada una nuova visione del bosco secondo la quale questo viene visto non più esclusivamente come un bene privato ma "di un bene di interesse pubblico" soprattutto per gli aspetti legati alla protezione dei versanti. Il pino marittimo ha continuato quindi ad essere utilizzato in virtù delle sue caratteristiche ecologiche di spiccata rusticità, eliofilia e velocità di accrescimento dei semenzali che lo rendono capace di rinnovare abbondantemente nei boschi cedui subito dopo il taglio e subito dopo il passaggio dell'incendio. Infatti dopo 1 – 4 anni dall'evento si può arrivare a novelletti folti con più di 100.000 piantine/ha che opprimono e fanno scomparire la rigenerazione e la rinnovazione delle specie arbustive autoctone. Dopo l'abbandono colturale del bosco, avvenuto nel dopoguerra, le pinete si sono progressivamente degradate con la formazione di aree che presentano elevata sensibilità alla desertificazione viste le elevate pendenze dei versanti e le avverse condizioni pedo-climatiche e vegetazionali. Dal punto di vista socio economico il ripristino di queste aree risulta difficile a causa di diversi aspetti tra i quali è importante ricordare:

- La mancanza di convenienza economica ad intervenire sui versanti e coltivare il bosco a causa dei bassi valori di macchiatico del legname ritraibile, che non permettono redditi sufficienti agli operatori del settore;

	Relazione	
	Analisi della funzionalità protettiva dei boschi in relazione ai tipi forestali della Liguria	Marzo 2006
		Pagina 8 di 63

- La generale carenza di infrastrutture (strade forestali) che permettano una razionale gestione del patrimonio forestale;
- Normative che presentano importanti lacune di tipo burocratico (canoni attraversamento acque pubbliche);
- Mancanza di una filiera forestale funzionante (sistema bosco non sostenibile).

1.2. Studio sull'Alta Val Polcevera

Obiettivo

Studio che si prefiggeva di individuare le relazioni esistenti tra l'assetto vegetazionale e le attività selvicolturali in atto o passate rispetto e la stabilità dei versanti. Il lavoro giunge a conclusioni che possono essere considerate significative per le zone liguri interne con esposizioni meridionali ma senza contatto diretto con il mare.

Premesse

Non sempre il bosco possiede il tanto citato valore stabilizzante delle pendici o in particolari condizioni può non esplicitare compiutamente la sua funzionalità protettiva. La Comunità Montana Alta Val Polcevera ha portato avanti un discorso complesso di comparazione tra i problemi di stabilità dei versanti e quelli inerenti alle attività selvicolturali che su di essi insistono, analisi particolarmente importante nell'ambito di un territorio che per oltre il 60% della sua estensione territoriale è coperta da superfici forestali della diversa origine. A questo scopo sono state selezionate quattro aree campione per le loro caratteristiche morfologiche rappresentano un significativo campione della intera superficie regionale ligure. In queste porzioni di territorio più che in altri siti eventi meteorici particolarmente intensi hanno prodotto ingenti danni, evidenti tanto come movimenti franosi quanto come ampie superfici boschive danneggiate. E' importante considerare come l'influenza che la vegetazione può esercitare sulla stabilità dei versanti è limitata ai soli movimenti superficiali (quali ad esempio gli scivolamenti e le colate) anche se la vegetazione stesa ha influsso anche su aspetti inerenti la regolazione dei deflussi e l'eventuale mitigazione dell'erosione.

Metodologie impiegate

Al fine di condurre lo studio è stata giudicata essenziale l'analisi di cinque fattori che, sono in grado di influenzare la stabilità dei versanti boscati e cioè:

- Fattore geopedologico

	Relazione	
	Analisi della funzionalità protettiva dei boschi in relazione ai tipi forestali della Liguria	Marzo 2006
		Pagina 9 di 63

- Fattore vegetazionale
- Fattore stazionale
- Fattore climatico
- Fattore antropico

Fattore geopedologico

Per il fattore geopedologico si è optato per l'analisi separata della componente roccia madre e suolo. Le tipologie di roccia madre sono state studiate, caso per caso, attraverso l'analisi degli strati affioranti ovvero delle loro caratteristiche mineralogiche e morfologiche. Questo in considerazione che sono proprio gli strati più superficiali ad essere interessati da eventuali movimenti e soprattutto ad influenzare la tipologia del suolo che si va formando. L'analisi geologica effettuata è essenzialmente di tipo visivo mentre le analisi strettamente pedologiche, sono state condotte mediante l'analisi della stratigrafia attraverso lo scavo di profili e trivellate. Per ogni singolo orizzonte stratigrafico sono stati fissati i relativi parametri (colore, spessore, conformazione, pH, reazione agli acidi, granulometria) e di conseguenza si è definito la tipologia del suolo attraverso la classificazione tassonomica.

Fattore vegetazionale

Il fattore vegetazionale mira a mettere in evidenza le tipologie vegetazionali presenti sui versanti in frana e le loro caratteristiche edafico-stazionali. Al fine di stabilire l'influenza della vegetazione sui movimenti franosi sono stati presi in esame tanto i parametri ordinariamente rilevati per uno studio vegetazionale, quanto parametri più specificatamente legati agli scopi del lavoro .

In funzione del tipo di trattamento del bosco che è essenzialmente a ceduo coetaneo, la tipologia di rilievo è stata basata su aree di saggio di forma circolare del raggio di m. 15.

All'interno di tali aree campione sono stati rilevati i seguenti parametri:

- numero e diametro dei polloni e/o delle matricine
- identificazione delle specie arboree, arbustive ed erbacee presenti
- pendenza media, esposizione, quota
- numero delle ceppaie
- altezza media, densità ed età
- stato fitosanitario e danneggiamenti dovuti ad agenti atmosferici
- analisi dell'apparato radicale

	Relazione	
	Analisi della funzionalità protettiva dei boschi in relazione ai tipi forestali della Liguria	Marzo 2006
		Pagina 10 di 63

Al fine di garantire il massimo collegamento tra quello che è il fattore geopedologico e quello vegetazionale ogni qualvolta si è reso possibile i rilievi sono stati abbinati.

E' stata curata con particolare attenzione la parte di analisi dell'apparato radicale. In special modo sulle ceppaie ribaltate da eventi meteorici avversi, si è proceduto alle misurazioni relative al volume radicale, al tipo di apparato radicale, al grado di approfondimento raggiunto, alla disposizione radicale e in caso di ceppaie di recente ribaltamento anche la percentuale di radici morte.

Fattore stazionale

All'interno del fattore stazionale sono analizzati fattori molto differenti tra loro quali la pendenza dei versanti, l'esposizione, la quota.

Fattore climatico

Il fattore climatico comprende tanto l'analisi delle precipitazioni (solide e liquide), quanto l'analisi delle temperature. L'analisi è finalizzata a mettere in evidenza eventuali correlazioni tra il succedersi di eventi climatici particolari e la creazione di condizioni particolari per cui la vegetazione perde parte del suo potere di stabilizzazione dei versanti.

Non sono state considerate le precipitazioni nevose mentre assai interessanti sono gli eventi di galaverna e geloni che, per loro caratteristiche proprie, hanno da sempre influenzato l'evolversi della vegetazione nella stragrande maggioranza della vallata.

Gli eventi piovosi estremi sono stati presi in esame solo ed esclusivamente per evidenziare i picchi massimi di pioggia, anche se quando si presentano queste condizioni estreme l'effetto della vegetazione risulta molto ridotto o assente. Molto più importante è considerata la distribuzione delle piogge nell'arco dell'anno che con i suoi i picchi minimi, correlati ai massimi termici determina i periodi di minima disponibilità idrica per i vegetali. Tali periodi influenzano l'evoluzione trofica della vegetazione evidenziando eventuali periodi in cui si instaura condizioni di sofferenza delle piante e quindi potenziali fasi di flessione verso le importanti funzioni di protezione del suolo.

Fattore antropico

Nel fattore antropico rientrano tutte le attività che hanno modificato in maniera più o meno sostanziale l'assetto dell'ecosistema. Intendendo come ecosistema il complesso delle situazioni ambientali in cui si svolge lo studio. Rientrano nel fattore antropico le sistemazioni di versante, le sistemazioni idrogeologiche e le attività volte a favorire alcune entità specifiche ad elevata produttività.

	Relazione	
	Analisi della funzionalità protettiva dei boschi in relazione ai tipi forestali della Liguria	Marzo 2006
		Pagina 11 di 63

Caratteristiche delle aree di studio esaminate

Matrice geo-litologica

Le quattro aree di studio presentano caratteri di uniformità geologica essendo in prevalenza caratterizzati da argilliti ed argilloscisti a scarsa e scarsissima permeabilità secondaria e caratterizzati da superfici di contatto con il suolo particolarmente lisce e suscettibili a facile degradazione per la struttura cristallografica piuttosto labile. In alcune porzioni sono presenti rocce a componente più calcarea.

Caratteristiche geomorfologiche

Sono considerate sufficientemente costanti per avere sostanziale uniformità e analizzare esclusivamente l'aspetto legato alla vegetazione e all'ecosistema bosco. In tutti i casi si tratta di versanti a pendenze variabili tra un minimo del 30% ad un massimo del 70%. Tutti i bacini presentano posizioni di crinale e versanti che declinano in rivi, per cui l'effetto di scalzamento al piede dovuto all'erosione idrica è costantemente presente.

Aspetti vegetazionali

Abbastanza omogenei per quanto attiene alle essenze specifiche che edificano le superfici boschive; si tratta prevalentemente costituite da castagno, carpino nero ed occasionalmente di boschi misti tra le due specie sopraccitate. Si segnala la presenza di sporadiche roverelle, ornielli e di microstazioni di specie legate a particolari ambienti umidi quali ontani, salici e pioppi che si localizzano presso le aree di risorgiva o in corrispondenza delle sponde riparali più fresche ed umide.

Caratteri pedologici

Evoluzione dei suoli è spesso bloccata agli stadi iniziali e gli orizzonti sono abbozzati e primitivi salvo i primi due, ovvero l'orizzonte costituito dalla lettiera parzialmente decomposta e quello tipicamente organico (Suoli AC). Gli orizzonti minerali sono costituiti da un unico strato spesso di scarsa consistenza che è a diretto contatto con un cappellaccio di decomposizione piuttosto evidente. Localmente sono presenti suoli più evoluti.

1.3. Inquadramento delle problematiche analizzate

Da un'analisi generale della letteratura e degli lavori precedentemente svolti in Liguria sull'argomento rapporti tra copertura boschiva e fenomeni dissestivi sul territorio, si deduce che la tradizionale visione della vegetazione come fattore sempre positivo per la prevenzione delle frane e l'erosione superficiale comincia ad essere in parte modificata. Si fanno strada quindi approcci multidisciplinari che tendono a inserire la cenosi vegetale nel contesto più ampio e complesso delle

	Relazione	
	Analisi della funzionalità protettiva dei boschi in relazione ai tipi forestali della Liguria	Marzo 2006
		Pagina 12 di 63

interazioni tra i diversi fattori che agiscono nel contesto territoriale. E' comunque tuttora difficile cambiare convinzioni radicate sul ruolo del bosco nei confronti della protezione idrogeologica che considerano ad esempio il trattamento a fustaia come forma ecologicamente più funzionale ai fini della stabilità degli interi ecosistemi, compresa la stabilità dei versanti su cui insiste il popolamento. In molte zone e particolarmente nel contesto ligure fenomeni socio-economici quali il forzato rimboschimento delle superfici dismesse dall'agricoltura senza alcuna garanzia di manutenzione così come l'abbandono e la totale mancanza di cure colturali al bosco ha creato negli anni una serie di problematiche che influiscono in modo negativo sulla funzionalità protettiva della componente vegetale. Senza addentrarci in considerazioni ecologiche complesse è importante considerare che ogni cenosi vegetale, modificata da un qualsivoglia disturbo, intrinseco od estrinseco, tende in tempi più o meno lunghi a rimettersi in equilibrio con il proprio ambiente. Il ripristino delle condizioni di equilibrio passa attraverso fasi in cui possono essere elevati i rischi di instabilità particolarmente quando si tratta di cenosi molto "artificiali", cioè create e mantenute dall'uomo per i suoi fini e poi abbandonate.

Aspetti critici dal punto di vista vegetazionale

Gli ecosistemi più complessi sono caratterizzati da maggiori quantitativi energetici e quindi sono in grado di tutelare meglio la stabilità delle pendici ma possono essere particolarmente sensibili agli effetti di un'azione indiscriminata. In generale ogni attività condotta sul bosco deve essere valutata e ponderata non solamente in base a criteri puramente selvicolturali ma bensì su a partire da un'approccio multidisciplinare che deve vedere il bosco non solo come fonte produttiva rinnovabile ma come un complesso ecosistema, nel quale interagiscono fattori climatici, litologici, vegetazionali, morfologici e di sistemazione, con prevalente funzione ecologico-protettiva. Gli ecosistemi più semplificati in passato dall'azione umana, come ad esempio i cedui monospecifici, sono dotati di minori livelli energetici e quindi in genere meno efficienti dal punto di vista della funzionalità protettiva. In assenza di input gestionali da parte dell'uomo possono anzi venire a trovarsi in condizioni di forte disequilibrio e in alcuni possono costituire un fattore negativo per la stabilità con ripercussioni sui versanti.

Aspetti critici dal punto di vista geopedologico

Classe litologica: in Liguria si distinguono alcune tipologie di substrato particolarmente sfavorevoli, come ad esempio gli argilloscisti. In generale quando la matrice geo-litologica assume caratteri di bassa permeabilità secondaria e primaria e quindi le superfici di contatto con gli orizzonti del suolo

	Relazione	
	Analisi della funzionalità protettiva dei boschi in relazione ai tipi forestali della Liguria	Marzo 2006
		Pagina 13 di 63

risultano particolarmente lisce e suscettibili di lubrificazione le condizioni sono particolarmente critiche nei confronti della stabilità.

Grado di fratturazione: Fattore molto importante per la possibilità delle radici di penetrare e di ancorare gli strati più profondi a contatto con la roccia a quelli superficiali. Naturalmente maggiore fratturazione vuole dire una permeabilità maggiore e buona possibilità di sviluppo dell'apparato radicale.

Suoli superficiali di tipo AC (Presenza di due orizzonti quello organico di lettiera almeno parzialmente decomposta e quello organo-minerale a contatto con il substrato) con spessore limitato (35-40 cm). In queste condizioni il suolo è povero e non è in grado di supportare adeguatamente il popolamento sovrastante. Suoli più profondi sono migliori anche perché si formano in genere dove la pendenza è minore le condizioni stazionali generali più favorevoli. Ne consegue che il popolamento che vi cresce sopra è migliore (elevato livello energetico) sotto tutti i punti di vista ed ha una maggiore capacità stabilizzante. Particolarmente sfavorevole la condizione indotta nel suolo dal passaggio del fuoco con la formazione di uno strato idrorepellente e cambiamenti strutturali che tendono ad aumentare l'erosibilità della parte superficiale del suolo stesso.

Capacità di ritenzione idrica del suolo. Questo fattore è legato al rilascio quanti-qualitativo della sostanza organica e quindi al dosaggio della quantità di humus che va a inglobarsi nella componente minerale nonché la sua qualità e le sue potenzialità colloidali. Ad esempio popolamenti a prevalenza di osteria sono in grado di creare una lettiera abbondante e facilmente alterabile che nell'arco di poco tempo produce un humus particolarmente ricco di sostanze colloidali; la sua integrazione nella componente minerale è quindi veloce, decisamente molto spinta. L'humus in pochi mesi penetra abbondantemente anche nei terreni più difficili come quelli argillosi. Con tale velocità di umificazione viene a determinarsi un cospicuo aumento delle sostanze umiche colloidali nel suolo che non ha corrispondente nella fase degradativa dell'humus. Tale fenomeno determina un aumento notevole nella capacità di ritenzione idrica del suolo che se associato ad elevate quantità di argille può divenire una delle principali concause di innesco di movimenti franosi. La lettiera prodotta da roverella e castagno è altresì molto più coriacea e di difficile degradazione per cui la produzione di humus è, in generale, molto più lenta e differita nel tempo (anche se funzione dell'andamento termo-pluviometrico annuale). Ne deriva che esso viene gradualmente e progressivamente inglobato dalla componente minerale. In questo secondo caso, appare evidente che la mineralizzazione della sostanza organica procede quasi di pari passo con la sua ossidazione e quindi, il bilancio umico rimane quasi costante. D'altro canto appare anche certo che la forte

	Relazione	
	Analisi della funzionalità protettiva dei boschi in relazione ai tipi forestali della Liguria	Marzo 2006
		Pagina 14 di 63

dotazione di sostanza organica favorisce l'aggregazione tra le particelle minerali, migliorando decisamente la componente strutturale del suolo, la sua porosità e la fertilità.

Aspetti legati ad eventi meteorologici avversi (Galaverna e gelate)

A parità di tipologia forestale (Ad esempio Ostrio-Castagneto) si evidenzia spesso una sostanziale differenza tra quanto accade in aree diverse in merito al dissesto diffuso innescato da eventi meteorici avversi. Tale differenza può essere ascritta a condizioni di esposizione più favorevoli dei versanti e nel contempo ad una maggiore flessibilità dell'ecosistema bosco che in certe condizioni è in grado di sopportare meglio gli eventi estremi. La variante che sembra influenzare la suscettibilità al danno e quindi al dissesto sono le caratteristiche fenotipiche e fenologiche delle superfici boschive. Questo è diretta funzione dell'energia che il sistema bosco nel suo complesso possiede e che è tanto maggiore quanto maggiore è la complessità e l'evoluzione dell'intero sistema. Ad esempio un bosco molto invecchiato edificato semplicemente da ostraia che si sviluppa su un suolo estremamente superficiale originato su di una matrice geolitologica di argilloscisti, possiede un'energia molto inferiore ad un castagneto di età media che si sviluppa su di un suolo mediamente profondo e a discreta fertilità, pur possedendo i due boschi caratteri dendrometrici del tutto paragonabili. La risposta di questi due popolamenti a eventi meteorici avversi potrà essere quindi notevolmente diversa.

	Relazione	
	Analisi della funzionalità protettiva dei boschi in relazione ai tipi forestali della Liguria	Marzo 2006
		Pagina 15 di 63

2. MESSA A PUNTO DI UN APPROCCIO TEORICO ALLA FUNZIONALITÀ PROTETTIVA DEI BOSCHI LIGURI

Il lavoro sviluppato si inserisce nel contesto della componente idrogeologica del progetto Robinwood la cui finalità dichiarata è quella di identificare ambiti di intervento e misure tese alla riduzione delle problematiche idrogeologiche su territori a forte boscosità come quelli dei partner coinvolti nel progetto. A questo scopo e nell’ottica di promuovere parallelamente una filiera tesa allo sfruttamento delle risorse legnose a fini energetici non si può prescindere nel caso della Liguria dal prendere in considerazione la funzionalità protettiva delle diverse formazioni boscate e come questa si esplica in relazione alle problematiche di dissesto esistenti sul territorio. Tale problematica si pone come prioritaria in una fase di pianificazione delle risorse che deve gioco forza precedere la messa in opera di piani di sfruttamento della risorsa a fini energetici. Non si può prescindere inizialmente dalla conoscenza del territorio con riferimento sia alla componente idrogeologica (dissesti attuali e potenziali) che alla copertura boscata con le sue caratteristiche intrinseche legate alle essenze presenti e indotte come conseguenza della gestione da parte dell’uomo. Una conoscenza approfondita di questi elementi e delle modalità di interazione tra l’ecosistema bosco e il territorio nel suo complesso consente di raggiungere due obiettivi fondamentali:

- Identificare le aree prive di particolari problematiche dal punto di vista idrogeologico nelle quali la gestione della risorsa può essere liberamente indirizzata a fini “produttivi” e in particolare, nell’ottica degli obiettivi di fondo del progetto Robinwood, ad alimentare la filiera legno-energia.
- Programmare gli interventi da effettuare sul bosco che, integrati in un piano complessivo delle azioni da mettere in atto sul territorio, possano effettivamente migliorare le condizioni del bacino e la sua capacità di risposta nei confronti di eventi meteorologici particolarmente rilevanti.

Da un punto di vista generale è importante sottolineare che la visione del bosco come componente sempre e comunque positiva e quindi di salvaguardia per la protezione dei versanti montani è attualmente in discussione e necessita di ripensamenti radicali. Emerge sempre più che per definire l’interazione sull’equilibrio idrogeologico di un bacino da parte della componente bosco è

	Relazione	
	Analisi della funzionalità protettiva dei boschi in relazione ai tipi forestali della Liguria	Marzo 2006
		Pagina 16 di 63

necessario uno studio approfondito delle relazioni tra i diversi tipi di copertura boscata e il territorio nell'ottica di giungere ad una ridefinizione della funzionalità protettiva dei soprassuoli.

Nel lavoro illustrato nel seguito questo aspetto è definito attraverso una serie di fasi successive di seguito elencate:

- Approccio teorico alla funzionalità protettiva dei boschi liguri e definizione dei parametri coinvolti nella modellizzazione;
- Inquadramento delle tipologie forestali liguri come funzionalità protettiva in base alle loro caratteristiche strutturali e mediante l'applicazione di una serie di parametri definiti;
- Modellizzazione GIS dei parametri coinvolti nell'analisi con esempio di applicazione pratica su di un'area studio.

L'esigenza di giungere ad un modello applicabile e replicabile si pone perché mentre la pianificazione forestale, orientata in passato esclusivamente alla funzione di produzione legnosa, si basa su parametri quantificabili e su metodi di analisi consolidati (Quantificazione di masse legnose, numero di soggetti arborei, valori economici, ecc.) le valutazioni in merito al valore protettivo del bosco sono in genere affidate alla soggettività del tecnico forestale. Come tali le valutazioni sono spesso prive di supporto metodologico, basate in genere esclusivamente sulla personale esperienza e sensibilità del tecnico supportate al massimo da qualche dato sulla pendenza dei versanti. Normalmente nel caso della funzione protettiva idrogeologica, la valutazione del tecnico si traduce quasi sempre in una discriminazione tra aree forestali ad alto valore protettivo, i cosiddetti "boschi di protezione", la cui gestione è completamente condizionata dalle limitazioni conseguenti e boschi ove l'orientamento colturale può invece liberamente perseguire altri obiettivi "funzionali" (ad esempio lo sfruttamento delle biomasse a fini energetici). Una zonizzazione basata su questi criteri appare oggi insufficiente e ottenuta mediante procedimenti soggettivi e sostanzialmente non riproducibili. Nel settore forestale sono oramai attivi indirizzi di ricerca, cui ci si richiama esplicitamente in questo lavoro, che propongono metodi e criteri di analisi che, su media scala territoriale, siano in grado di fornire dati oggettivi in base ai quali orientare le valutazioni pianificatorie nel campo della protezione idrogeologica. E' altrettanto importante sottolineare come un approccio di questo genere sia anche funzionale all'integrazione con altri strumenti di pianificazione, in particolare con quelli a scala di bacino orientata alla difesa del suolo e alla salvaguardia del reticolo idrografico.

	Relazione	
	Analisi della funzionalità protettiva dei boschi in relazione ai tipi forestali della Liguria	Marzo 2006
		Pagina 17 di 63

2.1. Impostazione metodologica generale

L'approccio metodologico illustrato nel seguito riprende in parte l'impostazione adottata nell'ambito del progetto di ricerca Riselvitania sottoprogetto 4.3 "Modelli e indicatori per la pianificazione territoriale a media scala nella gestione sostenibile del bosco" adattandola alle esigenze della regione Liguria e alle sue problematiche specifiche.

I due principi fondamentali che sono stati seguiti nell'approccio alla materia sono i seguenti:

- Separazione a livello concettuale dell'analisi per diverse problematiche di dissesto. In particolare per la Liguria sono stati tenuti separati i due aspetti frane superficiali e mitigazione deflussi/erosione del suolo che determinano le maggiori criticità. Il modo di agire della copertura forestale nei confronti delle due tipologie di fenomeni sono effettivamente diverse così come le variabili in gioco.
- Separazione tra la propensione al fenomeno considerato (a livello di stazione o unità di terre, considerata a prescindere dalla copertura della vegetazione) e funzionalità protettiva della copertura vegetale (attributo basato sulle caratteristiche intrinseche del soprassuolo e modulato in base ai "disturbi" vari indotti dall'uomo).

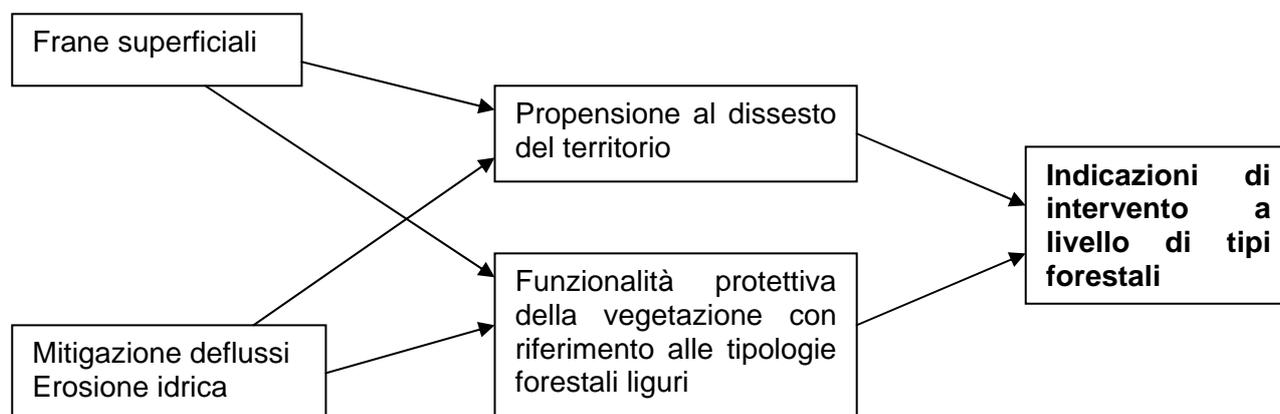


Figura 1: Schema che illustra l'approccio metodologico seguito

L'instabilità dei versanti è il risultato di una serie di processi geomorfici naturali influenzati in varia misura dall'azione dell'uomo. In questo contesto la copertura vegetale può essere un fattore importante capace di influire sull'equilibrio tra le forze che, in senso positivo e negativo, tendono a rimodellare la superficie terrestre.

	Relazione	
	Analisi della funzionalità protettiva dei boschi in relazione ai tipi forestali della Liguria	Marzo 2006
		Pagina 18 di 63

Se si considera un approccio geologico alla pericolosità di frana i fattori considerati in genere determinanti sono la pendenza, la litologia e alcune caratteristiche collegate al litotipo come la giacitura e il grado di alterazione. In questa visione il ruolo della copertura vegetale viene spesso trascurato o considerato al massimo come aumento del sovraccarico, anche perché non vengono in genere presi in considerazione i fenomeni di dissesto superficiale che interessano più che altro suoli e substrati pedogenetici. Il tecnico forestale tende da parte sua a trascurare gli aspetti legati alla funzione di stabilizzazione dei versanti concentrandosi sugli aspetti relativi alla consistenza della risorsa legnosa.

E' necessario quindi un approccio multidisciplinare al problema in modo da chiarire l'interazione complessa tra la vegetazione legnosa, soprattutto arborea, nel contrastare le tensioni e sforzi di taglio all'interno degli strati di suolo esplorati dalle radici e nel ridurre la possibilità di fenomeni di dissesto di tipo superficiale.

2.2. Approccio metodologico alla problematica delle frane superficiali

I fenomeni franosi superficiali sono riferibili generalmente alla mobilitazione di coltri di alterazione superficiali genericamente definite ivi compresi i suoli soprastanti e, in qualche caso, la parte superiore del substrato roccioso, spesso profondamente alterata e fratturata, per uno spessore complessivo mediamente intorno al metro e comunque inferiore ai 3 metri. In particolare dati di letteratura derivanti dall'analisi di circa 200 fenomeni verificatisi in Piemonte in occasione dell'evento alluvionale del 1994 riferiscono di uno spessore coinvolto medio tra 50 cm e 75 cm ed una ampiezza media del fronte di frana compresa tra 10 e 20 m. Si tratta dunque di fenomeni nei quali l'azione di stabilizzazione svolta dagli apparati radicali può risultare particolarmente importante e significativa.

Le frane superficiali sono fenomeni classificabili ad azione istantanea perché si esauriscono nello spazio di pochi secondi viaggiando a velocità comprese tra 2 e 9 m/s. Oltre alla notevole energia cinetica questi fenomeni sono caratterizzati da una elevata densità di fenomeni per unità di superficie. E' usuale comprendere nella definizione dei fenomeni di mobilitazione delle coltri superficiali sia il fenomeno franoso in senso stretto che la sua possibile evoluzione in colata. In alcuni casi i fenomeni franosi possono sconfinare nei processi di tipo torrentizio quando la colata si incanala entro incisioni preesistenti.

	Relazione	
	Analisi della funzionalità protettiva dei boschi in relazione ai tipi forestali della Liguria	Marzo 2006
		Pagina 19 di 63

Le variabili principali considerate nella classificazione di questi fenomeni sono principalmente legate alla quantità d'acqua presente nella massa mobilizzata. Si va quindi da porzioni della coltre superficiale che traslano mantenendo sostanzialmente la loro integrità senza portare all'esposizione della superficie di scivolamento (*Incipient translational soil-slide*; Varnes, 1978), a coltri che si spostano in modo più netto portando ad un denudamento della superficie di scivolamento e ad un accumulo di blocchi disarticolati ma ancora dotati di una loro integrità interna (*Translational soil-slide*; Varnes, 1978). L'aumento della quantità d'acqua presente porta a fenomeni che evolvono in colata; in questi casi si manifesta un effetto erosivo lungo la traiettoria e la contemporanea presa in carico di altro materiale detritico che spesso sfocia in una forma di accumulo lobata ben distinguibile (*Earth-flow*; Varnes, 1978). Nell'ambito delle colate vengono poi distinte le colate di detriti (*Debris-flow*), se la frazione solida è dominata da pietrame grossolano, e la colata fangosa (*Mud-flow*) se tende invece a prevalere la frazione granulometricamente più fine. Nei casi di saturazione estrema della massa franosa questa può degenerare in una colata talmente fluida che il materiale viaggia in sospensione attraverso un flusso di tipo laminare (*Disintegrating soil-slip*; Kesseli, 1943).

I fenomeni franosi superficiali hanno statisticamente la maggiore frequenza su pendii con pendenza compresa tra i 25° e 35° gradi e si osserva una particolare frequenza di innesco in corrispondenza di punti di inflessione che determinano un cambio di pendenza con passaggio da meno ripido a più ripido. Punti particolarmente critici possono quindi essere localizzati in corrispondenza di orli di scarpate naturali, terrazzamenti antropici e tagli stradali. Nel meccanismo di innesco di questi fenomeni si ha spesso un contributo determinante da parte di condizionamenti antropici legati alla regimazione delle acque superficiali soprattutto a seguito del convogliamento e della concentrazione di acque ruscellanti.

L'impostazione adottata separa quindi l'aspetto della propensione alla tipologia di dissesto, nello specifico rappresentato dalle frane superficiali, considerato alla luce di fattori predisponenti esogeni ed endogeni (litologia, morfologia e clima) rispetto alla copertura forestale e alla sua capacità di esplicare una funzionalità protettiva. La copertura forestale è inquadrata a partire dalle tipologie forestali definite per la Regione Liguria integrate dagli aspetti relativi alla struttura definiti in base alla forma di governo, all'assetto e allo stadio di sviluppo del soprassuolo.

	Relazione	
	Analisi della funzionalità protettiva dei boschi in relazione ai tipi forestali della Liguria	Marzo 2006
		Pagina 20 di 63

Nel caso delle frane superficiali l'impostazione concettuale adottata fa riferimento al metodo del pendio infinito, tra i più utilizzati nell'analisi di stabilità dei versanti e adatto a descrivere i movimenti di massa tipo superficiali, caratterizzati schematicamente dal cedimento di strati di suolo che sovrastano un orizzonte impermeabile, tipicamente rappresentato dal substrato roccioso. In questo approccio le cause d'innescio del movimento sono riferibili principalmente all'infiltrazione verticale di acqua capace di generare una falda temporanea al contatto con il livello meno permeabile sottostante. Il conseguente aumento della pressione dei pori rende quindi instabile il pendio.

Il modello si basa su alcune semplificazioni quali il parallelismo fra piano di scivolamento, piano di campagna e tavola d'acqua, omogeneità dello strato di suolo considerato ed estensione illimitata della superficie di scivolamento (assenza di appoggi laterali). In generale la resistenza al taglio dello strato di terreno soprastante l'orizzonte impermeabile viene valutata mediante equazioni di equilibrio fra forze destabilizzanti e forze resistenti stimando un *fattore di stabilità (FS)* come:

$$FS = (\text{Forze resistenti}) / (\text{Forze destabilizzanti}).$$

Le componenti considerate sono:

- peso del terreno (tensione tangenziale come forza destabilizzante, componente normale come forza resistente);
- peso della vegetazione (componenti come sopra);
- contenuto in acqua (agente di riduzione della resistenza al taglio);
- angolo di attrito interno dei materiali;
- coesione del suolo;
- coesione dovuta alle radici delle piante.

Nel dettaglio è possibile esaminare l'influsso della copertura vegetale sulle diverse componenti analizzate.

Peso della vegetazione

Il peso della biomassa vegetale appare generalmente poco influente e alcuni autori (Hammond et al., 1992) hanno trovato in proposito che il sovraccarico dovuto al peso delle piante può essere trascurato per spessori del terreno maggiori di 150 cm, mentre solo per suoli superficiali (profondità inferiore a 60 cm) questa componente acquisterebbe una certa importanza. E' comunque da considerare come la forza peso della vegetazione sia scomponibile in due parti, una normale alla superficie (che va ad aumentare l'attrito del suolo) e l'altra parallela al pendio (che si somma agli

	Relazione	
	Analisi della funzionalità protettiva dei boschi in relazione ai tipi forestali della Liguria	Marzo 2006
		Pagina 21 di 63

sforzi di taglio). La prima componente prevale in genere sulla seconda ed in ogni caso all'aumento della biomassa epigea corrisponde un incremento di quella ipogea, che ha un notevole effetto coesivo sul terreno.

Contenuto in acqua

Tra gli effetti del soprassuolo si segnala l'aumento della capacità d'invaso superficiale (lettiera) e dell'infiltrazione a seguito della riduzione della velocità delle acque di ruscellamento (maggiore scabrosità) e dell'accresciuta permeabilità dovuta alla presenza delle radici e a fenomeni di crepacciatura. Si tratta in questi casi di fenomeni che favoriscono l'infiltrazione rispetto allo scorrimento superficiale e tendono ad aumentare il potenziale idrico con effetti non sempre positivi per quanto riguarda le frane superficiali. La presenza di un soprassuolo forestale d'altra parte grazie all'effetto di estrazione di acqua dal suolo tende a determinare un abbassamento del potenziale stesso.

Angolo di attrito interno dei materiali

Si registra un aumento della resistenza al taglio del suolo dovuto all'azione dei fasci di tessuti radicali

Coesione dovuta alle radici delle piante

La presenza di radici, in particolare di specie arboree, influisce soprattutto in tre modi (Waldron, 1977):

- garantendo una banda di rinforzo laterale che tiene in posto gli strati sottostanti di terreno;
- ancorando uno strato di suolo instabile ad un supporto sottostante più stabile penetrato dalle radici;
- agendo come "palificata" di ancoraggio della porzione di terreno posta a monte delle ceppaie e/o come archi di scarico delle tensioni.

Le caratteristiche delle specie vegetali singole ed associate (presenza di fittone, profondità potenziale, etc.) in combinazione con le caratteristiche stazionali (pendenza, suolo, presenza di falde, etc.) condizionano l'efficacia dell'azione, che comunque si traduce in un contributo positivo alla forza di coesione del suolo. La coesione radicale tende a diminuire rapidamente in corrispondenza del substrato litoide, almeno quando questo non sia infiltrato dalle radici stesse; la capacità di penetrazione delle radici è in genere regolata da una combinazione di fattori quali la profondità del suolo, le caratteristiche del litotipo, l'assetto stratigrafico, il grado di fessurazione

	Relazione	
	Analisi della funzionalità protettiva dei boschi in relazione ai tipi forestali della Liguria	Marzo 2006
		Pagina 22 di 63

della roccia, le specie arboree coinvolte e le condizioni pedoclimatiche. L'effetto protettivo delle radici si esplica anche quando il piano di scivolamento sia posizionato più in basso rispetto al livello massimo di esplorazione radicale, grazie agli effetti di ancoraggio laterale e nella zona di distacco più a monte. La coesione degli apparati radicali sembra influenzare la stabilità dei versanti in misura tanto più significativa quanto maggiore è la pendenza e minore è lo spessore del terreno.

Il maggior effetto coesivo sembra attribuibile alle radici fini con diametro compreso fra 1 e 20 mm per le specie arboree. Alla luce di questi dati anche l'azione stabilizzante esercitata dagli apparati radicali degli arbusti andrebbe rivalutata, anche tenuto conto della profondità di tutto rilievo raggiunta da alcune specie. Le radici possono anche determinare un aumento della disgregazione nella parte superficiale del substrato roccioso con allargamento di fenditure. Nello stesso tempo però la presenza delle radici garantisce un ancoraggio ai frammenti disgregati, almeno sino alla morte della pianta e la conseguente decomposizione dei tessuti legnosi e apparati radicali.

In seguito alle considerazioni sopra esposte l'uso delle risorse forestali ha conseguenze dirette sulla stabilità dei versanti. L'eliminazione parziale o totale della copertura arborea in seguito al taglio può provocare infatti effetti destabilizzanti legati alla riduzione della coesione radicale e all'aumento del contenuto in acqua nel suolo. Questi effetti sono più marcati nelle stazioni ripide e con suoli superficiali. Ulteriori problemi sono legati all'apertura di piste e di strade forestali per realizzare gli interventi che altera il profilo del versante e la circolazione idrica superficiale portando alla luce falde temporanee sottosuperficiali. Dal punto di vista idraulico l'asportazione della vegetazione determina l'aumento del contenuto in acqua del suolo per effetto della minore intercettazione da parte delle chiome e della riduzione dell'evapotraspirazione. Ciò può determinare l'estensione della porzione di suolo in condizioni di temporanea saturazione o quasi-saturazione, con aumento dei carichi e diminuzione delle forze di coesione. L'entità della risalita della falda in seguito al taglio, e quindi del suo effetto destabilizzante, dipende tuttavia dalle caratteristiche della stazione (litologia, morfologia e suolo) e soprattutto dall'andamento pluviometrico e termico nelle fasi susseguenti il taglio.

	Relazione	
	Analisi della funzionalità protettiva dei boschi in relazione ai tipi forestali della Liguria	Marzo 2006
		Pagina 23 di 63

2.3. Approccio metodologico alla problematica dell'erosione idrica superficiale

Molti dei modelli in uso riguardo alla problematica dell'erosione del suolo si basano innanzitutto sulla stima del deflusso superficiale che è un aspetto strettamente correlato. Uno dei modelli più utilizzati per il deflusso superficiale è quello del Curve Number (CN) basato su alcuni parametri dipendenti sostanzialmente dal tipo idrologico del suolo e dalle caratteristiche della copertura vegetale. Il tipo idrologico a sua volta è prevalentemente legato alle caratteristiche tessiturali e strutturali del suolo.

In termini generali si assume infatti che il volume del deflusso superficiale P in un evento di piena sia proporzionale a quello precipitato I depurato dell'assorbimento iniziale I_a in funzione del rapporto tra volume specifico infiltrato F e volume specifico S che rappresenta la massima ritenzione potenziale del suolo (Ranzi e Rosso, 1994). La relazione data è:

$$P = \frac{(I - I_a)^2}{I - I_a + S}$$

Il fattore S dipende essenzialmente dalle caratteristiche del suolo e della sua copertura rappresentabili dal parametro CN, che è adimensionale e varia da 1 a 100.

$$S_s = \frac{25400}{CN} - 254$$

Il CN a sua volta viene stimato, per condizioni medie di imbibizione con riferimento alla pioggia totale caduta nei 5 giorni precedenti l'evento di piena, incrociando le caratteristiche ideologiche del suolo e l'uso/copertura prevalente delle terre. Dal CN per valori medi di imbibizione è possibile quindi stimare quelli delle condizioni estreme relative ai terreni inizialmente asciutti e a quelli fortemente imbibiti.

Il deflusso superficiale può essere considerato uno degli elementi, seppur di particolare importanza, da assumere come input nell'ambito di modelli più generali riguardanti l'erosione dei suoli.

Tra questi il più noto è quello che fa riferimento all'equazione USLE (Universal Soil Loss Equation), conosciuta anche come relazione di Wischmeier e Smith (1978), e successivamente rivisitata (1985) come RUSLE (Revised USLE) dal Dipartimento dell'Agricoltura degli Stati Uniti. Si tratta di un modello teorico di previsione delle perdite di suolo (su base annua) causate dall'erosione idrica superficiale, in parcelle definite sotto il profilo dell'uso del suolo, del tipo di suolo (erodibilità), dei fattori topografici e delle tecniche di gestione dei suoli in relazione alla specifica aggressività delle precipitazioni (erosività) calcolata per periodi poliennali. L'equazione

	Relazione	
	Analisi della funzionalità protettiva dei boschi in relazione ai tipi forestali della Liguria	Marzo 2006
		Pagina 24 di 63

della USLE, nata originariamente in un contesto agronomico e per l'applicazione a livello di singole parcelle, è attualmente un metodo ampiamente riconosciuto ed applicato in molte verifiche sperimentali. Viene anche adattato per la previsione dell'erosione superficiale a scala di versante o di bacino idrografico anche se in questo caso la superficie del bacino deve essere ripartita in aree assimilabili a parcelle, caratterizzate da sostanziale uniformità dei parametri considerati nell'equazione. L'equazione generale è così espressa:

$$A = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P$$

A rappresenta la media nello spazio e nel tempo della quantità di suolo eroso per unità di superficie (Unità di misura ton/ha-anno).

I sei coefficienti che compongono l'equazione (la cui taratura viene solitamente effettuata a partire dai dati climatici e in base alle caratteristiche dei versanti relativi all'area di studio) sono definiti come segue:

R è un come fattore di erosività da parte della pioggia e del deflusso superficiale viene calcolato come prodotto dell'energia totale (**E**) dell'evento meteorico, per la massima intensità di pioggia dell'evento di una durata di 30 minuti (**I 30**).

K, definito come fattore di erodibilità del suolo in relazione alle proprietà chimico fisiche dello stesso, descrive la percentuale di suolo eroso da una pioggia con indice di erosività **R** misurato su una parcella standard nella quale i fattori **L**, **S**, **C**, **P** assumono valore unitario. Normalmente la stima di questo parametro si ricava attraverso l'utilizzo di un abaco.

L ed **S** che indicano rispettivamente il fattore di lunghezza del pendio (che esprime il rapporto tra la lunghezza e la quantità di materiale eroso) e il fattore di pendenza (che esprime l'effetto della pendenza del versante sulla quantità di materiale eroso). Unitamente esprimono nel complesso l'effetto della topografia sull'erosione.

C è il fattore di copertura vegetale ed uso del suolo e tiene conto del tipo di vegetazione o coltura presente e degli interventi eseguiti su di essa. Nel caso di versanti sottoposti ad uso agricolo si determina attraverso opportuni abachi di calcolo in funzione dei periodi di crescita della vegetazione; nel caso di versanti naturali, in funzione del tipo di copertura vegetale e della sua estensione.

P è il fattore di conservazione del suolo, che varia in funzione delle differenti lavorazioni e coltivazioni agricole che possono determinare asportazione di suolo.

Si può notare quindi che i vari modelli prevedono parametri che in base al tipo di copertura determinano un fattore che incide sull'entità del deflusso superficiale o sull'erodibilità stessa del

	Relazione	
	Analisi della funzionalità protettiva dei boschi in relazione ai tipi forestali della Liguria	Marzo 2006
		Pagina 25 di 63

suolo. In particolare per quanto riguarda il bosco la sua influenza sul deflusso idrico è legata, oltre che alla copertura arborea e arbustiva, soprattutto alla capacità del suolo forestale di assorbire e trattenere quantità di acqua superiori a quelle di un suolo nudo riducendo, a vantaggio dell'infiltrazione, lo scorrimento superficiale dell'acqua e i relativi rischi di erosione idrica .

Analizzati nel dettaglio gli effetti della copertura boschiva per quanto riguarda l'erosione idrica sono riconducibili ad una serie di elementi chiave:

- Riduzione dell'energia cinetica delle gocce di pioggia e quindi dell'erosività e mitigazione degli afflussi per intercettazione fogliare (assorbimento ed evaporazione);
- Effetti idrologici legati alla riduzione della velocità di scorrimento delle acque di ruscellamento e all'aumento dei fenomeni di crepacciatura (maggiore scabrosità) a vantaggio dell'infiltrazione;
- Concentrazione dei flussi da parte delle specie erbacee cespitose, che può comportare un aumento localizzato della velocità di ruscellamento;
- Effetti di protezione del terreno da parte della lettiera nei confronti del passaggio di uomini, animali e mezzi e dalla stressa azione meccanica delle acque di scorrimento;
- Agglomerazione delle particelle di suolo da parte delle radici con effetti di consolidamento del suolo e riduzione dell'erodibilità.
- Azione collante della sostanza organica dei suoli forestali che contiene molecole in grado di aggregare gli elementi strutturali con un effetto parallelo di l'incremento della porosità. Quest'ultima influenza a sua volta la capacità di ritenuta idrica, il peso specifico, e la capacità di penetrazione delle radici nel suolo

E' facile notare come alcuni effetti che possono contribuire in modo negativo alla stabilità dei versanti per le frane superficiali possano viceversa avere effetti diversi per gli aspetti erosivi. Uno degli aspetti più evidente è il rapporto tra scorrimento superficiale e infiltrazione che agisce in modo differente per le due tipologie dissestive.

Questo giustifica la separazione concettuale dei due fenomeni e l'analisi separata della funzionalità protettiva dei boschi per le due tipologie di fenomeni.

Anche il possibile effetto legato ad interventi sul bosco deve essere considerato da punti di vista diversi rispetto alla problematica delle frane superficiali. In termini generali per quanto riguarda l'erosione diventa decisivo l'aspetto del grado di scopertura del suolo che si viene a creare in

	Relazione Analisi della funzionalità protettiva dei boschi in relazione ai tipi forestali della Liguria	
		Marzo 2006
		Pagina 26 di 63

seguito al taglio e la velocità della ripresa dopo l'intervento. Particolare attenzione deve poi essere posta alla progettazione e realizzazione di piste ed alle tecniche di esbosco utilizzate che possono essere fonte di innesco di fenomeni erosivi.

	Relazione	
	Analisi della funzionalità protettiva dei boschi in relazione ai tipi forestali della Liguria	Marzo 2006
		Pagina 27 di 63

3. ANALISI DELLA FUNZIONALITÀ PROTETTIVA IN RELAZIONE AI TIPI FORESTALI DELLA LIGURIA

I risultati verranno esposti con riferimento ai seguenti punti:

- Elaborazione dei dati inventariali per categoria e tipologia forestale in funzione di alcuni dati stazionali.
- Risultati dei sopralluoghi e rilievi in campo.
- Analisi degli aspetti protettivi relativi alle diverse tipologie forestali e relativi schemi di intervento.

3.1. Elaborazione dei dati inventariali

I dati dell'inventario multirisorse realizzato in Liguria agli inizi degli anni '90 sono stati elaborati al fine di evidenziare, partendo da un dato presumibilmente rappresentativo dell'intero territorio regionale, le tipologie forestali maggiormente caratterizzate da problematiche dissestive relative ai movimenti di massa superficiali e all'erosione. E' comunque necessario sottolineare che i dati elaborati derivanti dall'inventario multirisorse sono stati presi come tali senza poter ovviamente verificarne la qualità e correttezza se non in maniera indiretta attraverso controlli sulla coerenza e congruità dei dati. Si ritiene che pur non potendo misurare l'affidabilità del dato possano comunque essere un ausilio importante fornendo un quadro di riferimento generale delle problematiche analizzate se non in termini quantitativi almeno come indicazione di massima.

Un primo passo fondamentale per effettuare le elaborazioni dei dati inventariali è stata l'attribuzione di una tipologia forestale alle aree di saggio (ADS). Si è quindi proceduto ad attribuire alle ADS dell'inventario una categoria e/o tipologia forestale in base ai criteri ed alle chiavi di riconoscimento definite dall'IPLA nell'ambito del lavoro di inquadramento generale delle tipologie forestali liguri. Il confronto e il collegamento continuo con i colleghi che si occupano di quest'ultimo progetto è stata quindi l'indispensabile premessa che ha consentito di mettere a punto le elaborazioni. L'attribuzione delle categorie e, quando possibile, del tipo forestale alle aree di saggio è avvenuto in base a due possibili approcci:

- Analisi dei rilievi fitosociologici collegati all'ADS. In questo caso la metodologia seguita nell'inventario prevedeva la possibilità di effettuazione anche di più rilievi per ADS di cui uno sempre relativo alla fisionomia prevalente e uno o due secondari all'interno di

popolamenti relativi a stadi dinamicamente collegati con la fitocenosi principale. Quindi in alcuni casi è stato necessario attribuire una tipologia principale ed una secondaria facendo riferimento ai diversi rilievi.

- Analisi dei dati dendrometrici in base ai quali nella maggior parte dei casi è stato possibile attribuire solamente la categoria fisionomica definita in base alla prevalenza della specie che costituisce più del 50% della copertura.

Si ribadisce che queste attribuzioni non avendo un riscontro di rilievi fatti direttamente a terra ma essendo basate semplicemente da una analisi dei dati così come riportati per ogni singola ADS possono sicuramente essere soggette ad interpretazioni errate ed errori. Le elaborazioni fatte a partire da questi dati, pur con le cautele del caso, si ritiene possano comunque essere ritenute rappresentative della situazione ligure e, in mancanza di altri dati cartografici o inventariali riferibili alle tipologie, dare indicazioni comunque interessanti a livello regionale.

Nel diagramma riportato è stata rappresentata la distribuzione a livello di categorie dei boschi liguri così come risultante dall'elaborazione delle ADS. Si nota la netta predominanza dei castagneti (34% del totale) seguiti da orno-ostrieti (14%), faggete (11%) e querceti di rovere e roverella (10%); queste quattro categorie vanno a costituire il 69% dei boschi regionali. In termini di presenza percentuale fanno seguito le boscaglie e i rimboschimenti.

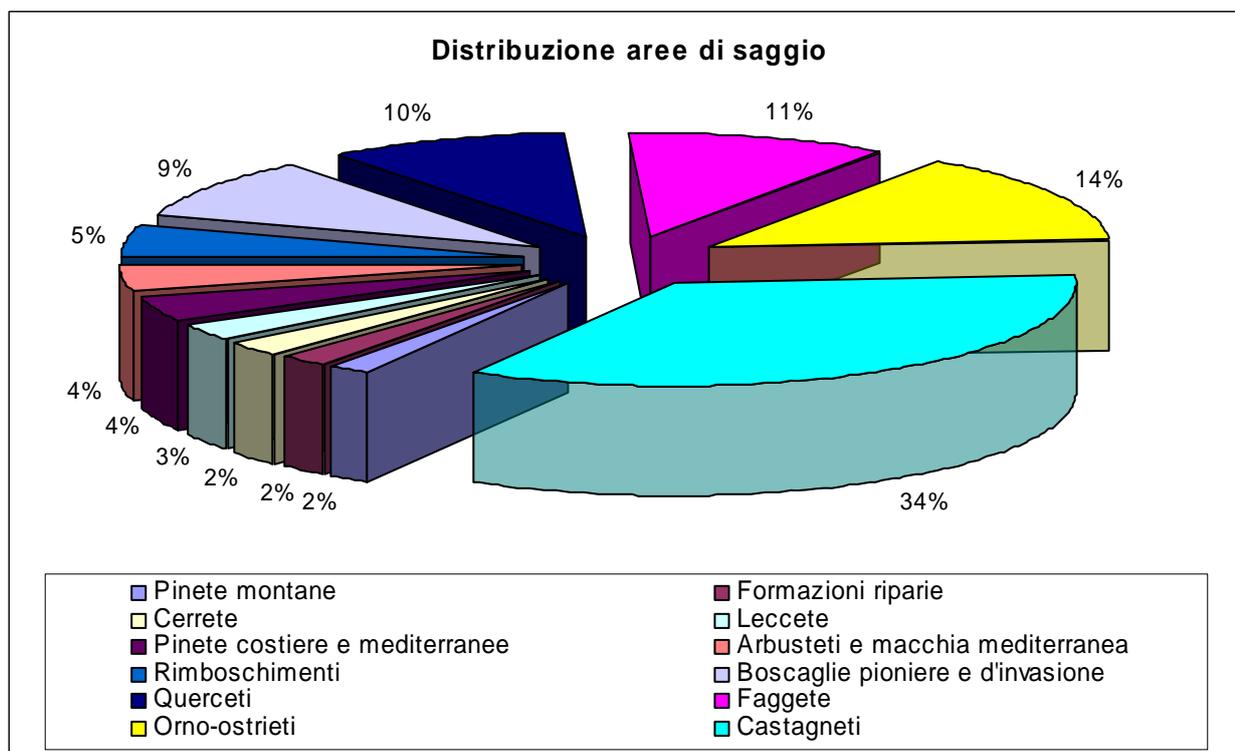


Figura 2: Distribuzione percentuale delle categorie forestali regionali liguri in base alle attribuzioni alle ADS dell'inventario multirisorse.

	Relazione	
	Analisi della funzionalità protettiva dei boschi in relazione ai tipi forestali della Liguria	Marzo 2006
		Pagina 29 di 63

Ad ogni area di saggio sono anche associate informazioni stazionali tra cui è riportata una voce relativa alla “erosione” che, in base alle indicazioni riportate sul manuale di rilevamento, si basa sul riconoscimento di forme di erosione idrica, eolica, di massa (distinta in movimenti superficiali e profondi) e antropica.

Per quanto riguarda l’erosione idrica come indicatori di attività si fa riferimento ad una serie di elementi quali il grado di copertura della lettiera, il grado di esposizione di radici arboree, la dimensione dei rigagnoli, la presenza di eventuali incisioni profonde ecc.. Con riferimento invece ai movimenti di massa è da segnalare come quelli definiti superficiali comprendano solamente i soliflussi e la reptazione (*Soil creep*) mentre le piccole frane superficiali cosiddette di “smottamento” vengono assimilate alla categoria dei movimenti profondi. Visti i criteri di suddivisione delle categorie e non conoscendo l’affidabilità del dato rilevato si è ritenuto che un’analisi che tenesse distinte le varie sottocategorie d’erosione fosse poco significativa, anche perché alcune di queste risultano gioco forza molto poco rappresentate nelle ADS. Per le analisi che seguono sono quindi state prese in considerazione indistintamente tutte le ADS in cui sono stati segnalati fenomeni di erosione idrica e di “massa”.

Il dato più generale relativo quindi alla presenza nell’ADS e nelle immediate vicinanze di segni genericamente riferibili ad erosione in atto o a movimenti di massa secondo la definizione adottata, è stato innanzitutto stratificato a livello di categoria forestale (vedi grafico a seguire).

Come era facile prevedere le categorie più frequenti a livello di presenza sul territorio viste in precedenza sono anche quello con il maggior numero di ADS in cui sono stati segnalati segni di erosione. Se si considera però l’incidenza in termini percentuali sul totale delle ADS emergono decisamente come più problematici i castagneti con il 79%, mentre le faggete (69%), l’orno-ostrieto (66%) e i querceti (63%) presentano percentuali simili. Anche le pinete costiere (91%) e le zone a macchia mediterranea (72%) mostrano di essere molto frequentemente affette da questi problematiche anche se in questo caso il campione di ADS di riferimento è limitato e scarsamente rappresentativo.

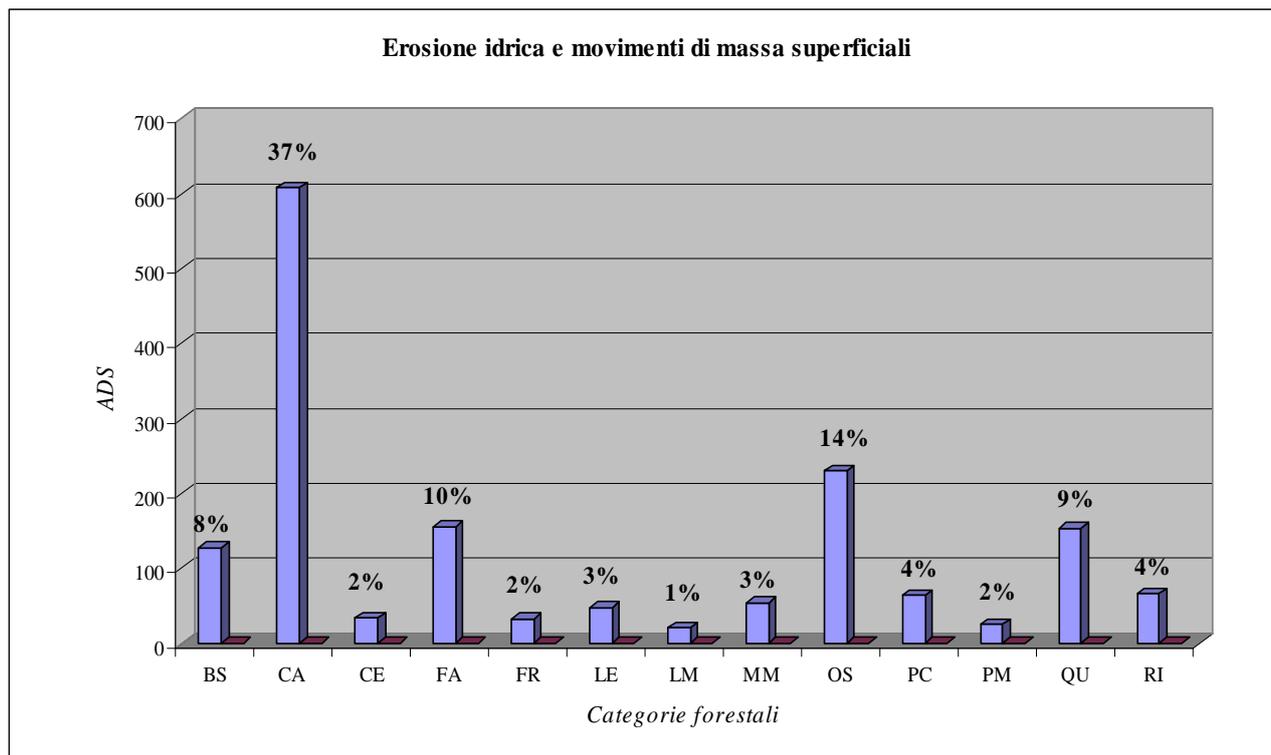


Figura 3: Numero di ADS con segni di erosione e/o frane superficiali (Leggibile sull'asse delle y) e percentuale relativa rispetto al totale delle ADS per categoria forestale. AB = Abetine di abete bianco, MM = Arbusteti e macchie mediterranee, AM = Arbusteti collinari, montani e subalpini, BS = Boscaglie pioniere e d'invasione, LM = Boschi di latifoglie mesofite, CA = Castagneti (ca), CE= Cerrete, FA = Faggete, FR = Formazioni riparie, LE = Leccete e sugherete, OS = Orno-ostrieti, PC = Pinete costiere e mediterranee, PM = Pinete montane, QU = Querceti di rovere e roverella, RI = Rimboschimenti.

Nelle pagina seguente è riportata una tabella con i dati delle ADS con erosione distinti questa volta per tipologia forestale. Questo dato consente di analizzare le tipologie che sono presumibilmente più affette da problematiche erosive e/o dissestive. E' importante rilevare che la stessa modalità di definizione della tipologia forestale tiene conto direttamente o indirettamente di una serie di fattori ecologici quali ad esempio il substrato, l'esposizione ed i caratteri del suolo che sono sicuramente rilevanti nel determinare una propensione più o meno elevata ai fenomeni dissestivi.

Tipo Forestale	Definizione	N° ADS per tipo	N° ADS con erosione	% sul totale ADS
AM60X	Arbusteto a rosacee e sanguinello	13	1	7,7
BS10X	Robinetto	53	30	56,6
BS20X	Corileto d'invasione	45	29	64,4
BS30X	Boscaglie d'invasione	113	69	61,1
BS40X	Boscaglie rupestre pioniere	2	0	0,0
CA10X	Castagneto da Frutto	2	0	0,0
CA20X	Castagneto termofilo	96	64	66,7
CA30X	Castagneto acidofilo	207	175	84,5
CA40X	Castagneto neutrofilo	67	46	68,7
CE10X	Cerreta acidofila	28	18	64,3
CE20X	Cerreta neutrofila	8	7	87,5
FA10X	Faggeta oligotrofica	56	47	83,9
FA20X	Faggeta mesotrofica	37	27	73,0
FA30X	Faggeta eutrofica	15	10	66,7
FR40X	Alneto di ontano nero	30	25	83,3
FR50X	Alneto di ontano bianco	10	6	60,0
LE10X	Lecceta xerofila	30	22	73,3
LE20X	Lecceta mesoxerofila	28	21	75,0
LM10X	Carpinetto misto submontano	12	11	91,7
LM30X	Acero-frassineto d'invasione	9	8	88,9
MM10X	Macchia alta a corbezzoli e eriche	19	14	73,7
MM20X	Macchia termomediterranea costiera	33	17	51,5
OS10X	Orno-ostrieto pioniero	18	12	66,7
OS20X	Ostrieto termofilo	43	31	72,1
OS30X	Ostrieto mesoxerofilo	62	42	67,7
OS40X	Ostrieto mesofilo	16	14	87,5
PC10X	Pineta costiera di pino d'Aleppo	7	6	85,7
PC20X	Pineta interna di pino marittimo su ofioliti	23	15	65,2
PC30X	Pineta costiera di pino marittimo	34	30	88,2
PM10X	Pineta calcifila di pino silvestre	5	3	60,0
PM20X	Pineta acidofila di pino silvestre	29	21	72,4
QU10X	Querceto di rovere a <i>Physospermum cornubiense</i>	37	33	89,2
QU20X	Querceto acidofilo di roverella a Erica arborea	41	30	73,2
QU30X	Querceto neutro-calcifilo di roverella	45	24	53,3
RI10X	Rimboschimenti mediterranei delle zone costiere	52	30	57,7
RI20X	Rimboschimenti collinari e montani dei settori interni	65	36	55,4

	Relazione	
	Analisi della funzionalità protettiva dei boschi in relazione ai tipi forestali della Liguria	Marzo 2006
		Pagina 32 di 63

Limitando il commento alle tipologie più frequenti e importanti a livello regionale nell'ambito dei castagneti emerge la tipologia acidofila con più dell'80% di ADS interessate da fenomeni erosivi e/o dissestivi mentre i castagneti termofili e neutrofilo presentano una incidenza più bassa anche se comunque superiore al 60%. Per le faggete quelle oligotrofiche e mesotrofiche, associate spesso alle condizioni stazionali più sfavorevoli, sono anche quelle prevalentemente associate ad erosione. Nell'ambito degli ostrieti le varie tipologie presentano percentuali comparabili con eccezione dell'ostrieto mesofilo che, pur se poco rappresentato come numero totale di aree di saggio, è sicuramente legato a stazioni potenzialmente instabili di impluvio e con forte pendenza.

I querceti di rovere a *Physospermum cornubiense* e i querceti acidofili di roverella ad erica aborea appaiono particolarmente inclini ad associarsi a condizioni sfavorevoli dal punto di vista dell'instabilità generale del territorio. I popolamenti costieri di pino marittimo si segnalano per una forte incidenza percentuale di problematiche erosive che in questo caso sono da collegare molto probabilmente agli effetti del passaggio del fuoco.

Sembra comunque di poter affermare in termini generali che la presenza di caratteri di acidofilia, sia associabile alla natura dei substrati presenti sia indotta nei suoli dalla gestione antropica, possa essere considerata sfavorevole per il manifestarsi di fenomeni di instabilità del territorio. Da questo punto di vista possono risultare importanti le caratteristiche del sottobosco e della lettiera associate a queste tipologie.

Un'ulteriore analisi condotta a partire dai dati stazionali abbinati alle ADS è derivante dall'incrocio tra classi di pendenza e classi litologiche allo scopo di evidenziare le situazioni più critiche, corrispondenti cioè alla maggior frequenza di segnalazione di fenomeni erosivi o franosi superficiali per le quattro categorie più importanti (Castagneto, Faggeta, Orno-ostrieto, Querceti di rovere e roverella).

Innanzitutto i dati della pendenza riportati nelle ADS con segnalazione di erosione sono stati raggruppati in classi utilizzando i limiti definiti per il modello elaborato in Riselvitalia 4.3. Con un procedimento analogo si è quindi proceduto a riferire le classi litologiche dell'inventario a quelle di instabilità litologica definite nell'ambito dello stesso progetto. Il valore Inst_lito esprime quindi mediante una scala da 1 (più stabile) a 10 (Frane attive) l'instabilità potenziale associabile al gruppo litologico. Nella tabella che segue sono appunto riportate la descrizione della litologia desunta e sintetizzata da quelle dell'inventario, la classe relativa riportata nelle tabelle che seguono e il valore corrispondente di instabilità litologica .

Descrizione	Classe tabella	Inst_lito (Riselv. 4.3)
Alluvioni a granulometria fine sabbioso-limosa	A	6
Argille terziarie e quaternarie	B	8
Argilloscisti e flysch con prevalenza dei termini argillosi	C	7
Calcari	D	2
Detriti ad elementi grossolani	E	4,5
Flysch arenaceo-marnoso ed arenarie	F	3,5
Marne	G	4
Rocce eruttive compatte, ofioliti e rocce metamorfiche	H	1
Sabbie e conglomerati	I	3,5

Castagneto Classi pendenza	Classi Litologiche									Totale	Classi pend %
	A	B	C	D	E	F	G	H	I		
0 (0 - 5%)								3		3	0
1 (5 - 15 %)			2		1	5		7		15	3
2 (15 - 35 %)		2	7	5	3	28		42	8	95	16
3 (35 - 70 %)	2	1	71	56	3	95	4	143	22	397	65
4 (70 - 140 %)		2	22	15		30		25	4	98	16
Totale	2	5	102	76	7	158	4	220	34	608	100
Classi lito %	0	1	17	12	1	26	1	36	6	100	

Nel castagneto le combinazioni più critiche dal punto di vista della stabilità sembrano essere quelle caratterizzate dalla presenza di substrati dominati da rocce eruttive compatte, ofioliti e rocce metamorfiche (H), flysch arenaceo-marnoso ed arenarie (F) e argilloscisti e flysch argillosi (C) su pendenze comprese tra il 35 e il 70%. Questa classe di pendenza è nettamente la più importante poiché vi rientrano il 65% dei casi esaminati mentre il resto della casistica è equamente distribuito tra la 2 classi inferiore e superiore.

Faggeta	Classi Litologiche										
Classi pendenza	A	B	C	D	E	F	G	H	I	Totale	Classi pend %
0 (0 - 5%)	1									1	1
1 (5 - 15 %)								2		2	1
2 (15 - 35 %)			5	5		7		21	1	39	25
3 (35 - 70 %)			16	14	1	20	2	38	1	92	59
4 (70 - 140 %)		1	4	4		5		7	1	22	14
Totale	1	1	25	23	1	32	2	68	3	156	100
Classi lito %	1	1	16	15	1	20	1	43	2	100	

Anche per la faggeta la combinazione di substrati cristallini e flyschiodi (Gruppi H, F e C) con l'intervallo di pendenza 35-70% è quello che appare più critico. Si può notare comunque un aumento dell'incidenza percentuale dei casi segnalati nell'intervallo di pendenza minore (15-35%), in particolare sempre in presenza di substrati cristallini.

Orno-ostrieto	Classi Litologiche									
Classi pendenza	A	B	C	D	F	G	H	I	Totale	Classi pend %
0 (0 - 5%)					1				1	0
1 (5 - 15 %)							2		2	1
2 (15 - 35 %)			3	6	8		4	1	22	10
3 (35 - 70 %)	2	3	12	54	37	4	8	5	125	54
4 (70 - 140 %)		2	9	41	15	1	6	6	80	35
Totale	2	5	24	101	61	5	20	12	230	100
Classi lito %	1	2	10	44	26	2	9	5	100	

Nell'orno-ostrieto la combinazione più critica è quella data da substrati calcarei (D) nell'intervallo di pendenza 35-70% e dagli stessi substrati per acclività comprese tra il 70 e il 140%. In generale, indipendentemente dal substrato, si registra uno spostamento di casi critici verso l'intervallo di pendenza superiore al 70%. Un numero rilevanti di casi risultano anche assegnati alla combinazione di flysch arenaceo-marnoso ed arenarie (F) su pendenze tra il 35 e il 70%.



Querceti di rovere e roverella	Classi Litologiche										
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	Totale	Classi pend %
Classi pendenza											
1 (5 - 15 %)								2		2	1
2 (15 - 35 %)			1	5		4		4	3	17	11
3 (35 - 70 %)	2	1	10	35	1	16		34	7	106	69
4 (70 - 140 %)		1	1	7		7	1	7	4	28	18
Totale	2	2	12	47	1	27	1	47	14	153	100
Classi lito %	1	1	8	31	1	18	1	31	9	100	

Per quanto riguarda i querceti si propongono le considerazioni fatte precedentemente per gli ornostrieti vista la maggiore incidenza dei substrati calcarei su pendenze tra il 35 e il 70%. In questo caso però una percentuale confrontabile di casi sono riferiti a substrati cristallini (H) nello stesso intervallo di pendenza.

Le considerazioni svolte relativamente alle diverse categorie riflettono certamente la distribuzione dei diversi popolamenti sul territorio e quindi, indipendentemente dalla presenza di problematiche erosive, la prevalente presenza di alcune specie su certi substrati e in determinate condizioni stazionali. Si può comunque presumere che avendo concentrato l'analisi sulla ADS con presenza di indizi di fenomeni disestivi la distribuzione dei casi tenda ad mettere in evidenza comunque le condizioni più critiche in cui il popolamento ha una maggior probabilità di trovarsi in condizioni instabili.

	Relazione	
	Analisi della funzionalità protettiva dei boschi in relazione ai tipi forestali della Liguria	Marzo 2006
		Pagina 36 di 63

3.2. Sintesi dei sopralluoghi e rilievi in campo

Sono stati realizzati una serie di sopralluoghi in campo utili per la verifica delle considerazioni generali svolte a livello regionale così come per mettere a punto e tarare i modelli che si intendono applicare su di un'area campione.

Le aree oggetto di sopralluoghi nella fase di svolgimento del progetto sono state le seguenti:

- Savona – Albenga. Zona costiera con pineta di pino marittimo interessata da incendio
- Savona - Val Bormida. Cedui di castagno affetti da estesi schianti
- Genova – Val Polcevera. Cedui di castagno e orno-ostrieti affetti da schianti combinati a movimenti di massa superficiali ed erosione.
- Genova - Val Polcevera. Cedui di castagno con problematiche di erosione
- Genova - Valli Stura e Orba. Cedui di castagno invecchiati soggetti ad utilizzazioni. Cantieri di taglio e realizzazione di opere di ingegneria naturalistica.
- Val Trebbia e Val d'Aveto. Situazioni varie in popolamenti di diversa composizione.

Sono riportate in allegato una serie di schede analitiche in cui vengono analizzate in dettaglio le varie osservazioni fatte nel corso dei singoli sopralluoghi.

In generale si conferma che le situazioni più critiche derivano da una combinazione tra propensione del territorio al verificarsi di fenomeni di dissesto e scarsa funzionalità del soprassuolo nel contrastare il fenomeno. In particolare per la realtà ligure un elemento determinante è quello legato alla gestione da parte dell'uomo di popolamenti cedui, soprattutto castagneti ed ostrieti che, abbandonati da molti anni, si trovano ora in condizione di forte squilibrio e non sono in grado di stabilizzare i suoli su cui insistono. Anzi essi stessi possono addirittura diventare fonte di innesco di fenomeni franosi o erosivi laddove eventi meteorici sfavorevoli ne determinino il collasso e i popolamenti siano posti in condizioni sfavorevoli per natura e giacitura del substrato, morfologia e caratteristiche dei suoli.

	Relazione	
	Analisi della funzionalità protettiva dei boschi in relazione ai tipi forestali della Liguria	Marzo 2006
		Pagina 37 di 63

4. ANALISI DEGLI ASPETTI PROTETTIVI RELATIVI ALLE DIVERSE CATEGORIE E TIPI FORESTALI E SCHEMI DI INTERVENTO

In base alle considerazioni generali fatte a partire dai dati dell'inventario multirisorse ed alle osservazioni dirette compiute sul terreno, sono stati elaborati schemi di intervento per i tipi forestali e loro aggregazioni più frequenti e rappresentate sul territorio appartenenti alle categorie Castagneti, Faggete, Orno-ostrieti e Querceti. Questa scelta si lega al fatto che si tratta dei popolamenti che configurano le situazioni più instabili del territorio ligure, nei quali le esigenze legate alla protezione idrogeologica possono diventare prioritarie rispetto agli ordinari indirizzi gestionali. Si tratta quindi di indicazioni di "buone pratiche" specificamente orientate al mantenimento delle funzioni protettive dell'assetto territoriale.

Dal punto di vista metodologico si è partiti dalle caratteristiche ecologiche della tipologia forestale costruendo quindi uno schema dei tipi strutturali in base alla forma di governo, all'assetto e allo stadio di sviluppo del popolamento. In parallelo sono state anche analizzate a priori le prescrizioni di massima e di polizia forestale, per verificare se vi sono norme particolari per la categoria in esame, come l'età minima di intervento, l'età minima per l'avviamento a fustaia, il rilascio di matricine.

Alle tipologie forestali/strutturali sono stati quindi associati indirizzi di intervento secondo il seguente schema concettuale. Si parte dal presupposto che un dato popolamento (Tipo forestale di base con le sue caratteristiche strutturali) in condizioni normali possieda tutti i gradi di libertà di orientamento culturale, con il solo fattore limitante della fertilità stazionale. E' stato realizzato quindi come esempio metodologico uno schema con gli orientamenti culturali prevedibili per la categoria "castagneto" in assenza di condizionamenti per prioritarie esigenze di difesa e protezione idrogeologica (Schema C1). A seguito di questo primo schema generale sono stati realizzati modelli di intervento specifici per i tipi dei castagneti presenti in Liguria (Castagneto acidofilo, termofilo, neutrofilo e da frutto) nell'ipotesi di operare in aree in cui si identifica una elevata propensione ai fenomeni dissestivi, con riferimento alle frane superficiali e ai fenomeni erosivi, secondo l'impostazione definita nell'ambito del progetto Riselvitalia - sottoprogetto 4.3. In queste situazioni è necessario mettere a punto strategie di intervento in gradoni mantenere e, ove possibile, di migliorare la funzionalità del bosco nella sua azione di mitigazione e di contrasto ai fenomeni dissestivi. Nello specificare le varie tipologie di intervento prevedibili sono stati presi in

	Relazione	
	Analisi della funzionalità protettiva dei boschi in relazione ai tipi forestali della Liguria	Marzo 2006
		Pagina 38 di 63

considerazione in subordine fattori relativi alle condizioni socioeconomiche, di filiera, di tutela della biodiversità e alle esigenze dei vari *stakeholders*.

Al fine di facilitare la lettura e la comprensione degli schemi sono state premesse alcune considerazioni generali per ciascuna Categoria forestale.

4.1. Castagneto

Si tratta della categoria più diffusa a livello regionale, che ha sostituito la maggior parte dei boschi misti di querce, in particolare rovere e roverella, talora leccio e alle quote superiori le faggete. La distribuzione dei Castagneti è pressoché uniforme su tutto il territorio regionale. Trattandosi di boschi antropogeni, non sono stabili in purezza in assenza di una gestione attiva; essendo assai diffusi, costituiscono anche la maggior parte dei boschi con funzione di protezione rilevati. I castagneti gestiti ordinariamente a ceduo, soprattutto in condizioni marginali sono stati progressivamente abbandonati da uno o più turni consuetudinari, che si attestavano sui 12-20anni. In queste situazioni, dopo una fase di invecchiamento con autoelezione tra i polloni e poi tra le ceppaie, si possono instaurare fasi di collasso, da imputarsi prevalentemente allo squilibrio chioma-radici ed una insufficiente resistenza meccanica dell'apparato radicale delle ceppaie. In alcune situazioni particolari, come la matricinatura intensiva, la fase di invecchiamento risulta molto breve, e si instaurano fasi di collasso molto pronunciate. Il procedere del collasso viene solitamente favorito da alcuni fattori come episodi di galaverna, incendi o forti precipitazioni.

Passando rapidamente in rassegna i tipi, il tipo Castagneto acidofilo, per i condizionamenti stazionali che ne limitano gli accrescimenti, si può considerare mediamente il meno fertile, e analogamente al castagneto termofilo, l'assenza di specie in grado di sostituirsi rapidamente al castagno lo rendono un tipo forestale con successione problematica. Il castagneto neutrofilo, mediamente di migliore fertilità, si presenta spesso misto con latifoglie d'invasione come gli aceri, il frassino, il ciliegio o il carpino nero, che in caso di abbandono colturale tendono ad infiltrarsi a spese del castagno, contribuendo alla differenziazione e potenzialmente alla stabilizzazione del popolamento futuro.

Il rilascio di matricine nel castagneto ceduo, pur se non obbligatorio dalle prescrizioni di massima e di polizia forestale, è oramai una pratica frequente. Vi sono diverse modalità di matricinatura, ovvero il rilascio di piante, prevalentemente nate da seme, o altrimenti da polloni, finalizzate alla sostituzione delle ceppaie morte o molto invecchiate, che vengono di seguito elencate, non tutte egualmente diffuse:

	Relazione	
	Analisi della funzionalità protettiva dei boschi in relazione ai tipi forestali della Liguria	Marzo 2006
		Pagina 39 di 63

- Tipo 1: matricinatura regolare o uniforme: rilascio di un ridotto numero di piante (30-60) in maniera omogenea su tutta l'area della tagliata; sconsigliata per evidenti problemi di resistenza all'isolamento.
- Tipo 2: matricinatura uniforme intensa. Rilascio di un elevato numero di matricine (100-150), prevalentemente motivato da considerazioni estetico-paesaggistiche e dall'evitare eventuali rischi di dissesto; in realtà tali strutture, soprattutto se costituite esclusivamente da castagno, sono da considerare anch'esse a rischio di collasso strutturale, con conseguente possibile innesco di frane superficiali o erosione.
- Tipo 3: matricinatura per gruppi con rilascio di zone intatte: in situazioni ecotonali (es. bordo del bosco, impluvio, affioramenti rocciosi, o zone ove siano presenti microhabitat), come indicato nel progetto LIFE "Summacop" sviluppato nella Regione Umbria.
- Tipo 4: matricinatura per gruppi diradati, con rilascio di 1-2 polloni dominanti per ceppaia, in gruppi di 7-10 ceppaie.

Le matricine all'interno dei castagneti devono essere sempre rilasciate, se di specie diversa dal castagno, in quanto in grado di dare maggiore stabilità e di preservare considerevolmente la biodiversità del popolamento.

Il ceduo composto o coniferato, scarsamente rappresentato, è retaggio di attività selvicolturali a turni lunghi ormai in disuso; si riscontra raramente, in popolamenti a senescenza avanzata, non recuperabile nelle sue forme storiche.

La gestione del ceduo composto prevedeva turni brevi, pari a 10-15 anni, in cui vengono praticate attività di taglio del ceduo, e contemporaneamente la gestione della parte a fustaia per la selezione degli "allievi" ed il prelievo delle piante mature (querce e conifere). L'abbandono per almeno 30 anni ha portato a strutture difficilmente recuperabili a regime. Inoltre le prescrizioni di massima e di polizia forestale non permettono la conversione da ceduo composto a ceduo semplice, a meno di effettivi problemi riscontrabili per ragioni di messa in sicurezza. Pertanto non si prevede di ripristinare il ceduo composto, se non in casi isolati e molto particolari.

Le fustaie da frutto sono state anch'esse storicamente importanti ma ora sono prevalentemente abbandonate, e scarsamente rilevanti dal punto di vista economico. Il ripristino della coltura specializzata può avvenire solo per particolare finalità ove siano particolari condizioni socio-economiche e le varietà interessanti; risulta, se mantenuta a regime, valida per il controllo dei fenomeni di dissesto per la stabilità dei singoli alberi. Altrove è da prevedersi un periodo di attesa con probabile invasione di altre specie forestali, vista la bassa densità di ceppaie.

	Relazione	
	Analisi della funzionalità protettiva dei boschi in relazione ai tipi forestali della Liguria	Marzo 2006
		Pagina 40 di 63

Nei cedui ove è già stata messa in atto la conversione a fustaia talora fattori antropici o meteorici (galaverna, densità scarsa, incendio) possano determinare un collasso del popolamento, tale da dover prevedere una ricostituzione boschiva, altrimenti indicata come rigenerazione.

In casi di collasso può essere utile la ricostituzione boschiva, ottenendo il ricaccio delle ceppaie ancora vitali dei castagni, finalizzata alla costituzione di un bosco misto di castagno e altre specie anche tramite sottoimpianto.

Indicazioni generali per la gestione dei castagneti

Riportiamo di seguito alcune buone norme da seguire nella gestione dei castagneti orientata ad aspetti protettivi.

- E' necessario lasciare sempre riserve di altre specie diverse dal castagno, con eccezione dell'*Ostrya carpinifolia*, la quale può essere ceduata completamente; le vecchie matricine di castagno, se non di ottima conformazione e condizioni vegetative, devono essere tagliate al momento dell'intervento.
- Le tagliate nei castagneti devono seguire alcune principali regole, per tutelare dal punto di vista del pericolo di erosione e di innesco di frane superficiali, prima fra tutte quella di evitare di intervenire su superfici elevate. Un buon compromesso tra superfici adatte a non subire fenomeni erosivi ed interventi troppo onerosi potrebbe essere da 1000 mq ad 1 ha. Le condizioni migliori si hanno quindi per interventi su superfici limitate non attigue, oltre a prevedere nelle altre aree interventi intercalari, soprattutto nei cedui a turno lungo.
- Anche la forma delle tagliate deve essere valutata molto bene; se economicamente sarebbe preferibile un intervento a strisce verticali (lungo la massima pendenza) il più possibile lunghe, in modo tale da poter prevedere un avallamento libero, dal punto di vista delle problematiche dissestive sarebbe conveniente un taglio orizzontale (lungo le curve di livello) fatto per piccole strisce. Un buon compromesso potrebbe essere l'intervento su strisce oblique, magari utilizzando risine (Canalette di polietilene per l'esbosco di piccoli tronchetti) per l'avallamento guidato.
- Non si deve prevedere la ceduzione in casi di carico di ungulati fuori controllo, in particolare caprioli e daini, in quanto i ricacci sarebbero irrimediabilmente compromessi finché la situazione non venisse riequilibrata.
- Gli arbusti di specie autoctone devono essere rilasciati al momento dell'intervento, se non intralcianti le operazioni di taglio e sgombero. Oltre ad un effetto di maggiore copertura del suolo, sono molto importanti a fini naturalistici e di biodiversità.

	Relazione	
	Analisi della funzionalità protettiva dei boschi in relazione ai tipi forestali della Liguria	Marzo 2006
		Pagina 41 di 63

- La possibilità di costituire un sottoimpianto, soprattutto per gruppi, in popolamenti molto puri di castagno deve essere verificata in relazione ai fattori limitanti della stazione (presenza e durata della stagione secca, presenza di ungulati selvatici).
- L'avviamento a fustaia deve essere preso in considerazione solo se esistono alcune condizioni minime: buona fertilità e presenza di altre specie per almeno 25% della copertura, con maggiore interesse per faggio, rovere e roverella, necessarie per assicurare stabilità rispetto alle frane superficiali.
- L'evoluzione monitorata deve essere prevista su soprassuoli collassati o molto degradati con bassa fertilità e prevalentemente inaccessibili.

Inoltre in presenza di una elevata propensione al dissesto per erosione il rilascio di matricine è indispensabile, preferibilmente per gruppi dislocate in zone ecotonali o per fasce. La copertura del suolo deve essere almeno il 25 % dell'area di insidenza delle chiome.

Nel caso invece di elevata propensione al dissesto per frane superficiali si prevede:

- In zone particolarmente a rischio è possibile effettuare un turno più breve (pari a 9-10 anni) del minimo indicato dalle Prescrizioni di massima e di polizia forestale (pari a 12 anni), al fine di mantenere un soprassuolo giovane e maggiormente leggero.
- Non è da prevedere la gestione con ceduo a turno lungo, per evidenti problemi legati alla presenza di un soprassuolo invecchiato e pesante.
- Il rilascio di matricine non è necessario se in presenza di ceduo puro di castagno o in variante con *Ostrya carpinifolia*.

Differenze edafiche tra le diverse tipologie di castagneto

In generale si può notare come i tre tipi forestali gestiti prevalentemente a ceduo rappresentino condizioni edafiche abbastanza differenti, pur se sovrapponibili. La temperatura è indubbiamente un fattore che limita gli accrescimenti in generale di tutte le specie presenti nel Castagneto termofilo; è però un fattore di perpetuazione del castagneto, per l'assenza di specie in grado di sostituirsi rapidamente alla specie principale.

Il Castagneto acidofilo, per i condizionamenti stagionali che ne limitano gli accrescimenti, si può considerare mediamente il meno fertile, mentre il castagneto neutrofilo, mediamente di migliore fertilità, si presenta spesso misto con latifoglie d'invasione come gli aceri, il frassino, il ciliegio o il carpino nero, che in caso di abbandono colturale tendono ad infiltrarsi a spese del castagno.

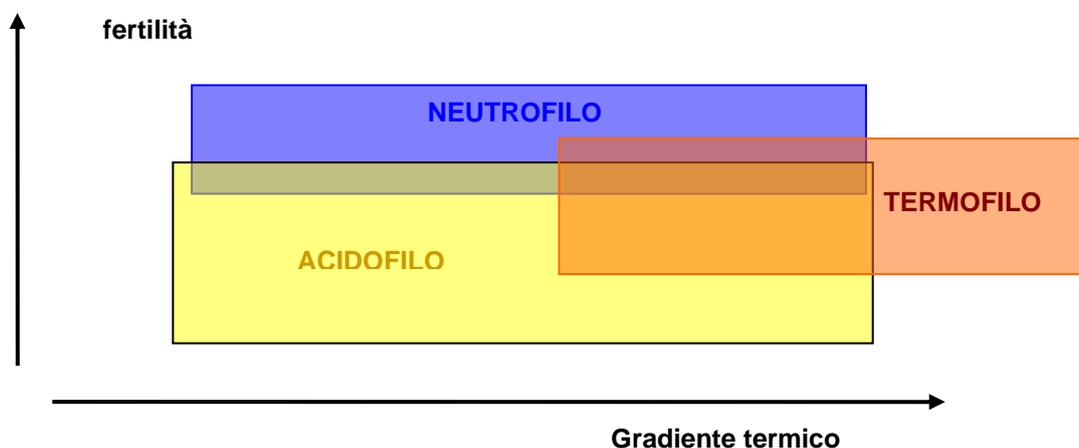


Figura 4: Diagramma edafico delle tipologie forestali dei castagneti

Nelle pagine seguenti:

Schema C1: Tipologie di intervento prevedibili per la categoria Castagneto in assenza di condizionamenti per esigenze di protezione idrogeologica

Schema C2: Tipologie di intervento prevedibili per i tipi forestali Castagneto Termofilo (CA20X) e Neutrofilo (CA40X) in presenza di propensione all'erosione medio-alta e alta

Schema C3: Tipologie di intervento prevedibili per i tipi forestali Castagneto Termofilo (CA20X) e Neutrofilo (CA40X) in presenza di propensione alle frane superficiali medio-alta e alta

Schema C4: Tipologie di intervento prevedibili per il tipo forestale Castagneto acidofilo (CA30X) in presenza di propensione all'erosione medio-alta e alta

Schema C5: Tipologie di intervento prevedibili per il tipo forestale Castagneto acidofilo (CA30X) in presenza di propensione alle frane superficiali medio-alta e alta

	Relazione	
	Analisi della funzionalità protettiva dei boschi in relazione ai tipi forestali della Liguria	Marzo 2006
		Pagina 43 di 63

4.2. Faggete

Solitamente i popolamenti di faggio, specie sciafila molto longeva, non presentano un rischio di collassamento così pronunciato come per i castagneti. Possono avvenire fasi di crollo, relativamente localizzate e ove su piccole superfici tende a rinnovare il faggio stesso. Le piante presentano un apparato radicale molto consistente, indiscutibilmente più capace di trattenere il suolo rispetto al castagno. E' però sempre possibile che fenomeni meteorici particolari quali nevicate pesanti tardo primaverili o episodi di galaverna possano influenzare il portamento delle piante e la stabilità del popolamento. In tali casi la gestione non può essere ricondotta ad una singola metodologia codificabile, in quanto sia l'intensità dei danni sia la capacità di rigenerazione del popolamento possono essere profondamente diversi.

E' importante tenere presente che gli interventi selvicolturali non devono essere mai previsti lungo il limite tra bosco ed altre superfici, vista l'elevata qualità dal punto di vista ecologico come ecotoni di transizione. Allo stesso modo i popolamenti ai limiti altitudinali superiori non devono essere soggetti a prelievi, sia per i motivi sopraindicati, sia per una evidente scarsità di prelievo disponibile, essendo comunque al limite dell'areale ecologico del faggio. In ogni caso gli arbusti di specie autoctone devono essere rilasciati al momento dell'intervento, se non intralcianti le operazioni di taglio e sgombero.

Indicazioni generali nella gestione delle faggete a fustaia

Analizzando in maniera più approfondita i popolamenti a fustaia, in linea di massima ci si deve attenere ad un modello selvicolturale che preveda la strutturazione di popolamenti variamente irregolari in grado di conformare boschi a copertura e a rinnovazione continua. Pertanto si consiglia di:

- In caso di avviamento ad alto fusto l'indice di prelievo deve essere modulato a seconda della fertilità, poiché anche la risposta all'intervento sarà profondamente differente. Si prevede quindi un indice che per le faggete eutrofiche e mesotrofiche vari dal 30 al 50 % dell'area basimetrica, mentre per i popolamenti meno fertili il prelievo deve essere considerato tra il 20 ed il 35 %.
- Il taglio deve avvenire su superfici relativamente piccole, da 1000 a 5000 m², prevedendo in sede di pianificazione dei tagli, una gestione che preveda interventi contemporanei di prelievo, rinnovazione, selezione positiva e negativa.

	Relazione	
	Analisi della funzionalità protettiva dei boschi in relazione ai tipi forestali della Liguria	Marzo 2006
		Pagina 44 di 63

- È buona norma mantenere, al momento del taglio, una certa quota di alberi per aspetti relativi alla funzione di portaseme e di mantenimento di un certo grado di copertura. Questi alberi devono essere scelti tra quelli dotati di migliore conformazione, e che inoltre presentino 2/3 del loro tronco coperto da chioma viva.
- La forma delle tagliate deve essere ben studiata e come già suggerito per il castagno un buon compromesso tra l'aspetto economico e quello protettivo potrebbe essere rappresentato da un intervento su strisce oblique, se possibile con l'utilizzo di risine per l'avallamento guidato. A questo deve essere comunque associata una analisi, tramite bussola solare, del grado di irraggiamento al suolo dell'area di taglio. Infatti superfici troppo esposte non permetterebbero lo sviluppo dei semenzali di faggio, ma prevalentemente di specie arboree ed erbacee eliofile.
- L'intervento su grandi superfici deve essere evitato anche per non rischiare di intervenire in modo estensivo in annate non prolifiche dal punto di vista della produzione di seme. Una serie di interventi su piccole superfici, in anni successivi, avrebbe il pregio di minimizzare tali rischi, considerando che piccole superfici di taglio possono essere soggette a disseminazione da parte di piante vicine.

Indicazioni generali nella gestione a ceduo e nelle altre tipologie strutturali delle faggete

Le faggete a ceduo, come già indicato, non presentano elevati rischi di collasso; verso l'età stimata di 35-50 anni il faggio prede la capacità pollonifera e l'invecchiamento del ceduo naturalmente porta verso una evoluzione a fustaia costituita da polloni affrancati e con una relativa stabilità. È quindi di primaria importanza capire se l'età del ceduo consente ancora la possibilità di intervento per la prosecuzione della gestione con la stessa forma di governo.

Il ceduo a sterzo, retaggio di attività selvicolturali improntate ad una gestione per piccole superfici per ottenimento "costante" di legna da ardere, può risultare molto interessante dal punto di vista protettivo in caso di aree ad elevata propensione al dissesto. Tali interventi prevedono il taglio dei polloni di maggiore età e dimensioni sulla ceppaia, riservando quelli di età inferiore; il soprassuolo risultante è quindi disetaneo perché sulle ceppaie convivono polloni di età diversa e permanentemente coperto da un "manto" leggero, con una funzione estremamente positiva dal punto di vista della prevenzione di fenomeni dissestivi. Le implicazioni negative di questo tipo di gestione sono da imputare a costi elevati di intervento, in quanto l'esbosco risulta molto difficile per l'ingombro degli altri polloni e a difficoltà di tipo tecnico, poiché l'intervento sulla ceppaia con

	Relazione	
	Analisi della funzionalità protettiva dei boschi in relazione ai tipi forestali della Liguria	Marzo 2006
		Pagina 45 di 63

motosega è difficilmente eseguibile per la presenza di polloni di più piccole dimensioni che potrebbero inavvertitamente essere tagliate.

Si possono riportare le seguenti raccomandazioni generali per la gestione dei popolamenti a ceduo matricinato, a sterzo ed in conversione verso la fustaia:

- A seconda delle problematiche di dissesto, deve essere valutata la quantità di matricine da rilasciare, al fine di diminuire il rischio di innesco di fenomeni erosivi, di mantenere una quota di portaseme validi e come habitat per numerose specie animali, in particolare se conifere (abete bianco e pino silvestre); ovviamente nel computo del rilascio delle matricine non devono essere considerate le altre specie presenti, da mantenersi per un miglioramento della multifunzionalità del bosco.
- La matricinatura deve avvenire per gruppi; ciò permette di migliorare la funzionalità del ceduo e la sua capacità di rinnovazione, con l'ulteriore vantaggio di poter differenziare i prodotti ottenibili nel futuro.
- Gli interventi per mantenere un ceduo a sterzo devono essere necessariamente eseguiti in popolamenti non invecchiati, poiché la risposta alla ceduazione di parte della ceppaia potrebbe non avvenire e quindi causare esclusivamente un forte stress con deperimento generale del popolamento. E' buona norma, come specificato in seguito, eseguire un intervento test su una piccola porzione del popolamento, per verificarne la residua capacità pollonifera.
- Gli interventi per mutare da ceduo semplice matricinato a ceduo a sterzo devono essere eseguiti con elevata attenzione. Possono essere eseguiti esclusivamente in cedui a regime, e vista la motivazione tecnica del mutamento di assetto, ovvero per evitare fenomeni di erosione, il taglio deve essere eseguito prevalentemente su popolamenti giovani, di età compresa tra gli 8 ed i 10 anni.
- L'evoluzione monitorata deve essere presa in considerazione come modalità gestionale nei seguenti altri casi:
 - a) Popolamenti giovani, soprattutto per le fustaie in fase di giovane perticaia o per i cedui a regime di popolamenti oligotrofici, che quindi necessitano di tempi più lunghi per ricostituire la loro struttura.
 - b) Popolamenti che abbiano perso la capacità pollonifera e che, per vari motivi, non debbano seguire un percorso di conversione guidato da intervento umano, ma esclusivamente naturale.

	Relazione	
	Analisi della funzionalità protettiva dei boschi in relazione ai tipi forestali della Liguria	Marzo 2006
		Pagina 46 di 63

c) Popolamenti che abbiano subito un trattamento di conversione e che necessitino di tempi tecnici per rispondere fisiologicamente all'intervento.

Tra le varie segnalazioni di buone pratiche selvicolturali indirizzate specificatamente ad esigenze di protezione si indicano inoltre:

Nel caso di elevata propensione al dissesto per erosione si deve sempre prevedere il mantenimento di un minimo grado di copertura. In questo caso risulta molto interessante la gestione del ceduo a sterzo, che prevede l'ingresso in bosco ogni 8-10 anni ed il taglio dei polloni che hanno raggiunto la maturità di accrescimento diametrico, conservando contemporaneamente la vitalità della ceppaia (molto utile nel caso di ambienti di bassa fertilità, che perdono più rapidamente la facoltà pollonifera) tramite il mantenimento dei polloni più giovani.

Nel caso di casi di elevata propensione al dissesto per frane superficiali è consigliabile rinnovare il popolamento non appena possibile per evitare appesantimento della copertura. Per rinnovare il bosco, in caso di popolamenti invecchiati o intensamente matricinati, ove sia in dubbio la facoltà pollonifera, si consiglia di eseguire un taglio campione su una o più aree di prova, soprattutto a seconda della fertilità e dell'esposizione del popolamento. Tale intervento selvicolturale mirato si svolge su una superficie molto ridotta, pari a 1000-2000 mq, in cui vengono ceduate tutte le ceppaie, con l'accortezza di rilasciare un pollone tirsucchio per ogni ceppaia (il pollone non deve essere obbligatoriamente adulto, ma deve comunque essere vitale) per stimolare la capacità pollonifera, se presente. In caso di ricaccio di almeno il 50 % delle ceppaie si può prevedere l'intervento sulla superficie, altrimenti si consiglia l'orientamento verso l'avviamento a fustaia, naturale o guidata.

Differenze edafiche per le faggete

I tipi forestali definiti per le faggete hanno già al loro interno una forte connotazione edafica, distinguendo i popolamenti a fertilità buona (faggete eutrofiche e mesotrofiche) e scarsa (oligotrofiche); i popolamenti mesoxerofili e calcifili, pur avendo una discreta disponibilità di nutrienti, presentano limitazioni dal punto di vista termico.

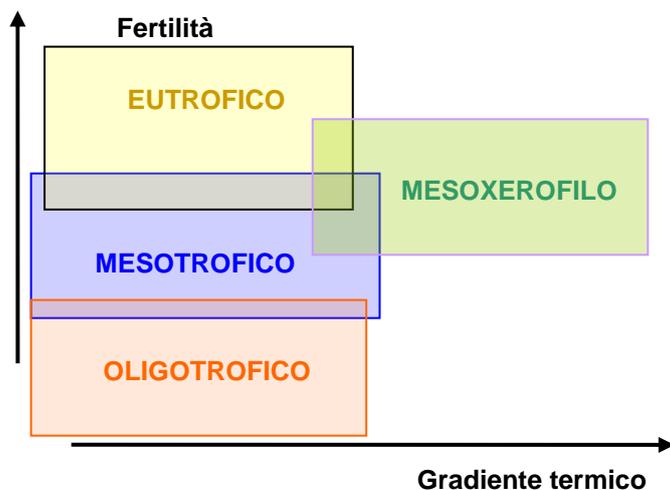


Figura 5.: Diagramma edafico delle tipologie forestali delle faggete

Schema F1: Tipologie di intervento prevedibili per la Categoria Faggete, tipi forestali FA20X e FA30X (faggete mesotrofiche ed eutrofiche) in presenza di propensione all'erosione medio-alta e alta

Schema F2: Tipologie di intervento prevedibili per la Categoria Faggete, tipi forestali FA20X e FA30X (faggete mesotrofiche ed eutrofiche) in presenza di propensione alle frane superficiali medio-alta e alta

Schema F3: Tipologie di intervento prevedibili per la Categoria Faggete, tipi forestali FA10X e FA40X (faggete oligotrofiche e mesoxerofile calcifile) in presenza di propensione alle frane superficiali medio-alta e alta

Schema F4: Tipologie di intervento prevedibili per la Categoria Faggete, tipi forestali FA10X e FA40X (faggete oligotrofiche e mesoxerofile calcifile) in presenza di propensione all'erosione medio-alta e alta

	Relazione	
	Analisi della funzionalità protettiva dei boschi in relazione ai tipi forestali della Liguria	Marzo 2006
		Pagina 48 di 63

4.3. Orno-ostrieti

Gli Ostrieti, a differenza di molte altre regioni italiane, in particolare quelle dell'Italia centrale, in Liguria non occupano vaste estensioni. In generale il carpino nero è una specie che preferisce substrati carbonatici o misti, mentre rifugge quelli acidi, estesamente presenti in buona parte della Regione; l'orniello, invece, è indifferente al substrato ed è molto più diffuso. È una specie semi-sciafila, che si accompagna molto bene ai querceti; in particolare, a seconda delle condizioni edafiche ed altitudinali, la possiamo trovare con leccio, rovere, roverella, cerro e faggio.

Esaminando gli assetti si nota che in Liguria non sono presenti popolamenti a fustaia se non in situazioni sporadiche, mentre il ceduo prevale nettamente. È probabile che nel passato la forma di governo prevalente fosse il ceduo composto formato da carpino e orniello per lo strato ceduo e da querce per la fustaia, ma i ripetuti interventi di ceduzione e la degradazione abbiano permesso esclusivamente lo sviluppo del ceduo, come forma di sostituzione secondaria di querceti e faggete.

Il carpino nero, dopo aver perso la capacità pollonifera presumibilmente attorno ai 40-50 anni, tende ad invecchiare in maniera più graduale rispetto ai castagneti, pur potendo raggiungere in alcuni casi fenomeni abbastanza accentuati di collasso, non tanto per ribaltamento della ceppaia ma prevalentemente per curvatura e diminuzione della resistenza meccanica dei polloni. La specie tende ad avere una produzione di seme abbastanza frequente a partire da una età abbastanza giovane, per cui può essere sfruttata questa sua caratteristica in caso di rigenerazioni o ricostituzioni boschive. I popolamenti si devono indirizzare verso la fustaia plurispecifica, ed in linea di massima ove presenti altre specie, soprattutto roverella, tendono a conformarsi come cedui misti o cedui composti con piccoli nuclei distinti a fustaia.

In linea di massima non si prevede di intervenire in quei popolamenti oligotrofici come quelli dell'ostrieto pioniero, in quanto privi di ogni tipo di interesse economico e gestionale. Eventuali interventi rischiano di non portare un miglioramento della stabilità e della condizione evolutiva del popolamento, soprattutto considerando che si possono definire popolamenti paraclimacici (soprattutto per gli ambienti rupicoli) che tendono ad essere stabili naturalmente, sostituendosi a se stessi. Gli unici interventi devono essere previsti in casi di effettivi rischi di stabilità di versanti.

Gli arbusti di specie autoctone devono sempre essere rilasciati al momento dell'intervento, se non intralcianti le operazioni di taglio e sgombero.

	Relazione	
	Analisi della funzionalità protettiva dei boschi in relazione ai tipi forestali della Liguria	Marzo 2006
		Pagina 49 di 63

Indicazioni generali nella gestione di forme transitorie della fustaia a carpino nero e della fustaia mista

- In casi di cedui invecchiati, a seconda della fertilità, si deve prevedere un intervento di conversione guidata verso la fustaia, o altrimenti una evoluzione monitorata per aree di scarso interesse. Se si presenta la possibilità di convertire verso la fustaia mista è necessario all'inizio indirizzarsi verso la fustaia transitoria di carpino, da cui ripartire, tramite portaseme o sottoimpianto, ad un popolamento definitivo.
- L'avviamento a fustaia mista deve avvenire per gradi, passando attraverso una fustaia transitoria di carpino, ove non presenti abbastanza piante di altre specie in funzione di portaseme. All'inizio deve essere rilasciato uno o due polloni di ottima conformazione per ceppaia, scelti o oltre ad un certo numero di polloni accompagnatori.
- La possibilità di costituire un sottoimpianto, soprattutto per gruppi, in popolamenti molto puri deve essere verificata in relazione ai fattori limitanti della stazione (presenza e durata della stagione secca, presenza di ungulati selvatici).
- L'evoluzione monitorata deve essere presa in considerazione come modalità gestionale soprattutto nei seguenti casi:
 - a) Per i cedui a regime di popolamenti oligotrofici, che quindi necessitano di tempi più lunghi per ricostituire la loro struttura
 - b) Popolamenti che abbiano subito un trattamento di conversione e che necessitino di tempi tecnici per rispondere fisiologicamente all'intervento
 - c) Popolamenti giovani e popolamenti pionieri

Indicazioni generali nella gestione a ceduo e delle altre tipologie strutturali dell'orno-ostrieto

- Il rilascio delle matricine deve essere, rispetto alle prescrizioni di massima di polizia forestale, differente a seconda delle possibili condizioni di dissesto: si prevede infatti un rilascio minimo, pari a 40 matricine in casi di frane superficiali, mentre deve essere aumentato in caso di erosione fino ad un numero di 100.
- Per rinnovare il bosco, in caso di popolamenti invecchiati o intensamente matricinati, ove sia in dubbio la facoltà pollonifera, si consiglia di eseguire un taglio campione su una o più aree di prova, soprattutto a seconda della fertilità e dell'esposizione del popolamento. Per verificare se presente una capacità pollonifera è sufficiente realizzare un taglio su di una superficie molto ridotta, pari a 1000-2000 mq ceduando tutte le ceppaie, con l'accortezza di rilasciare un pollone tirsucchio per ogni ceppaia (il pollone non deve essere

	Relazione	
	Analisi della funzionalità protettiva dei boschi in relazione ai tipi forestali della Liguria	Marzo 2006
		Pagina 50 di 63

obbligatoriamente adulto, ma deve comunque essere vitale) per stimolare il ricaccio, se presente. In caso di rinnovazione di almeno il 50 % delle ceppaie si può prevedere l'intervento sulla superficie, altrimenti si consiglia l'orientamento verso l'avviamento a fustaia, naturale o guidata.

- I tagli per la ricostituzione boschiva devono essere eseguiti per strisce o fasce, rilasciando matricine per gruppi e le altre specie da portaseme. La rinnovazione può avvenire sia per ricaccio, se non è stata persa la facoltà pollonifera, sia per disseminazione delle piante vicine.

Tra le varie segnalazioni di buone pratiche selvicolturali si indicano inoltre:

Nel caso di elevata propensione al dissesto per erosione si deve sempre prevedere un minimo grado di copertura. Una soluzione molto utile può essere quella di allungare il turno, ed intervenire in maniera tale da effettuare continuativamente un prelievo selettivo all'interno della ceppaia dall'alto, rilasciando solo alcuni polloni ben conformati in modo da garantire un certo grado di copertura abbastanza elevato.

Nel caso di elevata propensione al dissesto per frane superficiali non è prevedibile l'allungamento del turno, ma al contrario si deve tendere al mantenimento di un popolamento giovane per evitare effetti di appesantimento del soprassuolo e contemporaneamente garantire la presenza di apparati radicali con una buona qualità.

Differenze edafiche per gli orno-ostrieti

Si differenziano prevalentemente quattro tipi forestali, raggruppabili dal punto di vista del livello trofico in tre subcategorie: l'orno-ostrieto pioniero, sovente rado ed irregolare, su ghiaioni calcarei, versanti rupestri o detritici (OS10X) con caratteristiche edafiche molto limitate. L'ostrieto termofilo, tipico della fascia costiera, caratterizzato dalla presenza di specie termofile (OS20X); l'ostrieto mesofilo (OS40X) e mesoxerofilo (OS30X), che si presentano associati a migliori condizioni edafiche.

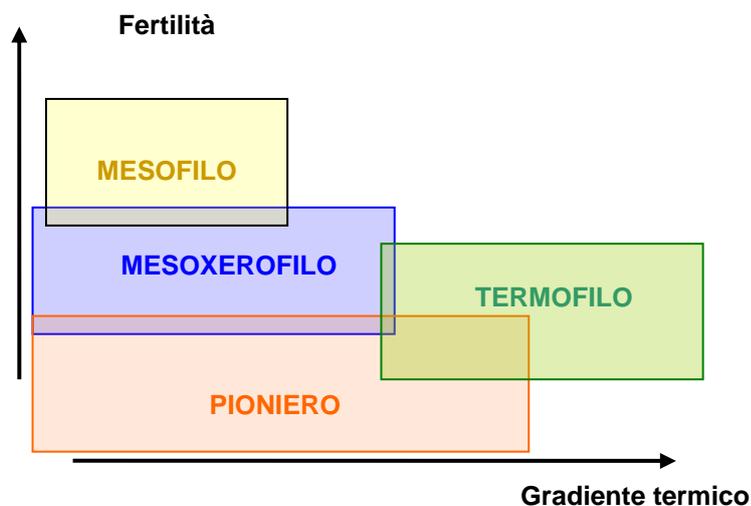


Figura 6: Diagramma edafico delle tipologie forestali per gli orno-ostrieti

In funzione delle differenze edafiche presenti tra le diverse tipologie (eccezion fatta per quella pioniera per cui si rimanda al testo) si è optato per uno schema unico con indicazioni relative ai diversi tipi forestali specificate nel caso si ritengano rilevanti.

Schema O1: Tipologie di intervento prevedibili per la Categoria orno-ostrieti in presenza di propensione all'erosione medio-alta e alta

Schema O2: Tipologie di intervento prevedibili per la Categoria orno-ostrieti in presenza di propensione alle frane superficiali medio-alta e alta.

4.4. Querceti caducifogli

Le querceti caducifogli si suddividono in querceti di rovere e roverella e cerrete; in particolare le querceti di rovere in purezza sono quasi totalmente assenti, mentre la roverella si distribuisce in maniera omogenea sul territorio ligure, anche per la sua indifferenza all'acidità o alcalinità del substrato. Sono infatti presenti come tipologie sia le querceti acidofile a Erica arborea sia quelle neutro-calcifili, prevalentemente con orniello e con carpino nero.

La distribuzione del cerro, sia come singoli alberi o in popolamenti, è abbastanza frammentaria e localizzata. La specie, infatti, è presente sporadicamente in querceti di roverella, ostrieti e taluni castagneti, mentre solo localmente costituisce soprassuoli puri. La scarsa presenza della specie va correlata con le caratteristiche climatiche del territorio ligure e le esigenze ecologiche della specie, in particolare con quelle pedologiche. Il cerro, infatti, predilige suoli argillosi, in condizioni

	Relazione	
	Analisi della funzionalità protettiva dei boschi in relazione ai tipi forestali della Liguria	Marzo 2006
		Pagina 52 di 63

climatiche più continentali rispetto a quanto si rileva nell'entroterra ligure, ove si passa dal clima montano oceanico a quello mediterraneo.

I querceti presenti in Liguria risentono, come altre categorie forestali, dei periodi di abbandono che si sono verificati a partire dal dopoguerra. L'età media dei popolamenti ha ampiamente superato il periodo di mantenimento della capacità pollonifera, per cui in generale si prevede, anche per una forma di miglioramento del bosco, di indirizzare tali popolamenti verso la fustaia. Solo in casi relativamente limitati, ovvero popolamenti soggetti a frane superficiali, giovani, e con una fertilità discreta, si può ipotizzare la continuazione della forma di governo a ceduo. I casi limite di popolamenti invecchiati in zone con forte propensione ai movimenti franosi che possono necessitare di un intervento di ceduzione per alleggerire il soprassuolo, devono necessariamente passare attraverso la verifica della capacità pollonifera, secondo le modalità già indicate per le faggete e gli orno-ostrieti. Non si prevede, la gestione con ceduo a turno lungo, per evidenti problemi di soprassuolo invecchiato e pesante, oltre al rischio di difficoltà nella rinnovazione della ceppaia.

Una forma di gestione molto interessante per il mantenimento della funzionalità antierosiva è il ceduo composto, in cui avvengono tagli inerenti i diversi trattamenti propri dei boschi a fustaia e a ceduo operando contemporaneamente su entrambi gli strati. Oltre al mantenimento di copertura del suolo tramite la parte a fustaia, si può ottenere lo sviluppo di un bosco misto con elevata biodiversità, utile in casi di rigenerazione a seguito di schianti o collassi.

Indicazioni generali nella gestione nei querceti a ceduo e nelle altre tipologie strutturali

Il mantenimento del ceduo deve essere prevalente in popolamenti di almeno discreta fertilità; le cerrete neutrofile e in alcuni casi i querceti di roverella basifili mediamente rispondono a tali requisiti.

- Se si vuole mantenere la gestione con la stessa forma di governo è quindi di primaria importanza capire se l'età del ceduo consente la possibilità di intervento. La verifica della capacità pollonifera deve essere eseguita su una o più aree di prova, soprattutto a seconda della fertilità e dell'esposizione del popolamento. Tale intervento selvicolturale si svolge su una superficie molto ridotta, pari a 1000-2000 m², e vengono ceduate tutte le ceppaie, con l'accortezza di rilasciare un pollone tirsucchio per ogni ceppaia. In caso di ricaccio di almeno il 50 % delle ceppaie si può prevedere l'intervento sulla superficie, altrimenti si consiglia l'orientamento verso l'avviamento a fustaia, naturale o guidata
- In caso di invecchiamento si deve, a seconda della fertilità, prevedere un intervento di conversione guidata verso la fustaia, o altrimenti una evoluzione monitorata.

	Relazione	
	Analisi della funzionalità protettiva dei boschi in relazione ai tipi forestali della Liguria	Marzo 2006
		Pagina 53 di 63

Indicazioni generali nella gestione della fustaia e nelle forme transitorie

- In caso di avviamento ad alto fusto l'indice di prelievo deve essere modulato a seconda della fertilità, poiché anche la risposta all'intervento sarà profondamente differente.
- Per gli interventi di conversione è buona norma mantenere, al momento del taglio, una certa quota di alberi per aspetti relativi alla funzione di portaseme e di mantenimento di un certo grado di copertura.
- Le dimensioni delle aree di intervento in fustaia, per evitare fenomeni erosivi, devono essere relativamente piccole, prevedendo buche o strisce da 3000 m² a 1 ha, orientate adeguatamente in maniera tale da permettere la rinnovazione di specie eliofile come le querce
- L'evoluzione monitorata deve essere presa in considerazione come modalità gestionale soprattutto nei seguenti casi:
 - a) Per i cedui a regime di popolamenti oligotrofici, che quindi necessitano di tempi più lunghi per ricostituire la loro struttura
 - b) Popolamenti che abbiano subito un trattamento di conversione e che necessitino di tempi tecnici per rispondere fisiologicamente all'intervento.
 - c) Popolamenti giovani

Nel caso di elevata propensione al dissesto per erosione il rilascio di matricine deve essere obbligatorio (100 piante ad ettaro), sempre per gruppi dislocate in zone ecotonali o per fasce. La copertura del suolo deve essere almeno pari al 25 % dell'area di insidenza delle chiome.

Nel caso di elevata propensione al dissesto per erosione per frane superficiali è necessario attenersi alle indicazioni delle Prescrizioni di massima e di polizia forestale per l'età minima del ceduo (pari a 20 anni), al fine di mantenere un soprassuolo giovane e maggiormente leggero. E' altrettanto consigliabile una diminuzione del numero di matricine fino a 60 piante ad ettaro.

Differenze edafiche per i Querceti caducifogli

I popolamenti si suddividono prevalentemente in due grandi subcategorie, ovvero i popolamenti acidofili, a minore fertilità e quelli neutro-basifili, che presentano maggiori capacità di accrescimenti.

	Relazione	
	Analisi della funzionalità protettiva dei boschi in relazione ai tipi forestali della Liguria	Marzo 2006
		Pagina 54 di 63

In base alla distribuzione delle tipologie indicate rispetto alle condizioni edafiche medie, si ipotizza di raggruppare i popolamenti neutrofilo e basifilo (cerrete e querceti di roverella) e quelli acidofili (Cerrete, Querceti di rovere e di roverella), a minore fertilità.

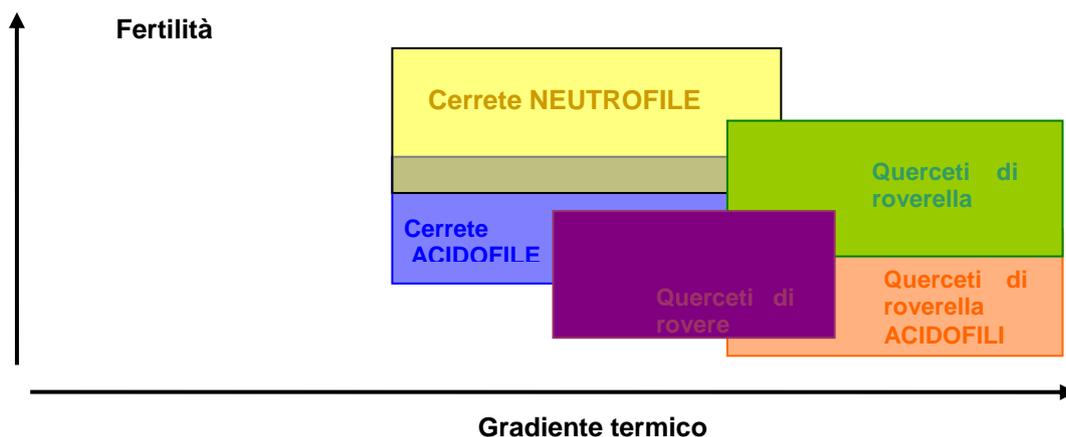


Figura 7.: Diagramma edafico delle tipologie forestali per i querceti caducifogli

Schema Q1: Tipologie di intervento prevedibili per la Categoria Querceti caducifogli, tipo forestale querceti di roverella acidofili (QR20X), Querceti di rovere acidofili (QR10X) e cerrete acidofile (CE10X) in presenza di propensione all'erosione medio-alta e alta

Schema Q2: Tipologie di intervento prevedibili per la Categoria Querceti caducifogli, tipo forestale querceti di roverella acidofili (QR20X), Querceti di rovere acidofili (QR10X) e cerrete acidofile (CE10X) in presenza di propensione alle frane superficiali medio-alta e alta

Schema Q3: Tipologie di intervento prevedibili per la Categoria Querceti caducifogli, tipo forestale querceti di roverella neutro-calcifili (QR30X) e cerrete neutrofile (CE20X) in presenza di propensione all'erosione medio-alta e alta

Schema Q4: Tipologie di intervento prevedibili per la Categoria Querceti caducifogli, tipo forestale querceti di roverella neutro-calcifili (QR30X) e cerrete neutrofile (CE20X) in presenza di propensione alle frane superficiali medio-alta e alta

	Relazione	
	Analisi della funzionalità protettiva dei boschi in relazione ai tipi forestali della Liguria	Marzo 2006
		Pagina 55 di 63

BIBLIOGRAFIA

Camerano P., Gottero F., Terzuolo P., Varese P. (2004) – Tipi forestali del Piemonte, Regione Piemonte – Blu Edizioni, Torino, pp. 204

Hammond C, Hall D, Miller S, Swetik P (1992) - Level I stability analysis (LISA) documentation for version 2.0. USDA Intermountain Research Station, GTR, 285.

IPLA S.p.A., (2003) – Cedui di Castagno – Blu Edizioni, Regione Piemonte, Peveragno (CN)

Kesseli, JE (1943) - Disintegrating soil slips of the coast ranges of central California. Journal of Geology, v. L1, 342-352.

Ranzi R. Rosso R. (1994) – FLEA, Flood Event Analyses. Versione 2.0 Manuale d'uso. Politecnico di Milano.

Regione Liguria, Regolamento Regionale 29 giugno 1999 n°1 – Regolamento delle prescrizioni di massima e di polizia forestale

Regione Marche- IPLA S.p.A. (2001) - I tipi forestali delle Marche - Inventario e carta forestale della Regione Marche - SELCA, Firenze.

Varnes DJ (1978) - Slope movements and processes, in “Schuster RL & Krizek RJ Ed., Landslides analysis and control”. Transportation Research Board Sp. Rep. N°. 176, Nat. Acad. of Sciences, 11-33, Washington.

Wischmeier WH, Smith DD (1978) - Predicting rainfall erosion losses: A guide to conservation planning - U.S. Department of Agriculture, Agriculture Handbook n° 537.

	Relazione	
	Analisi della funzionalità protettiva dei boschi in relazione ai tipi forestali della Liguria	Marzo 2006
		Pagina 56 di 63

ALLEGATO

SCHEDE RELATIVE AI SOPRALLUOGHI E RILIEVI ESEGUITI IN CAMPO

Sono stati realizzati una serie di sopralluoghi in campo utili per la verifica delle considerazioni generali svolte a livello regionale così come per mettere a punto e tarare i modelli che si intendono applicare.

Le aree oggetto di sopralluoghi fino ad ora sono state le seguenti:

- Savona – Albenga. Zona costiera con pineta di pino marittimo interessata da incendio
- Savona - Val Bormida. Cedui di castagno affetti da estesi schianti
- Genova – Val Polcevera. Cedui di castagno e orno-ostrieti affetti da schianti combinati a movimenti di massa superficiali ed erosione.
- Genova Val Polcevera. Cedui di castagno con problematiche di erosione.
- Alta Val Trebbia a Val d'Aveto. Popolamenti diversi con problematiche varie.

Nel dettaglio si riportano schede analitiche delle osservazioni fatte nel corso dei sopralluoghi

Sopralluogo del 18/10/2005 - Zona di Albenga/Alassio

Sopralluogo su area incendiata. Si tratta di un incendio disastroso verificatosi tra Albenga e Alassio che ha completamente distrutto una Pineta di Pino d'Aleppo.

Il substrato di tipo flyschiodo sembra sostanzialmente stabile, il suolo mediamente sviluppato e non vi sono segni di erosione evidenti. Presenza di sistemazioni con muretti a secco perché si tratta di ex-coltivi.

Nell'ambito del sopralluogo si è discusso con i tecnici forestali della comunità montana e i funzionari della Regione presenti delle possibili soluzioni da mettere in atto in casi del genere sottolineando tra l'altro l'importanza di azioni quali:

- Interventi ravvicinati rispetto all'evento per lo sgombero dei materiali bruciati al fine di facilitare la rinnovazione di specie arbustive ed arboree per limitare il periodo di scopertura che segue l'incendio;
- Interventi più dilazionati nel tempo per la ricostituzione di un soprassuolo stabile anche mediante la piantumazione di specie adeguate. Molto importante è la protezione delle piantine dai selvatici nelle prime fasi dopo la messa a dimora.

	Relazione	
	Analisi della funzionalità protettiva dei boschi in relazione ai tipi forestali della Liguria	Marzo 2006
		Pagina 57 di 63

Si è anche discusso sugli strumenti di pianificazione esistenti e sulle loro possibili integrazioni mettendo in evidenza come nei piani di bacino era presente uno stralcio vegetazionale con una valutazione più che altro dell'incidenza delle coperture sui tempi di corrivazione. Dall'incrocio della copertura vegetale con pendenze e stato pedologico derivava una valutazione dell'aumento del rischio di erosione.

Sopralluoghi del 19/10/2005 e 9/11/05 - Zona di Dego (Savona).

Problematiche legate ai castagneti cedui collassati. Schianti diffusi nei cedui invecchiati. E' importante capire se l'instabilità è causata esclusivamente dall'età del popolamento o se è ipotizzabile un concorso dell'instabilità del territorio per fenomeni di dissesto intrinseci. Dalle osservazioni fatte emerge che non si tratta di una zona con instabilità diffusa. Si osserva molta roccia affiorante, in prevalenza rocce cristalline acide con aspetto massiccio tabulare o listato tipo gneiss o migmatiti. I litotipi appaiono alterabili e danno origine a suolo con buona componente fine argillosa. La zona esaminata prende avvio da un'area Fontanini il cui nome è indicativo di una forte presenza di acque. In effetti, la presenza di un probabile limite di permeabilità da origine ad una fuoriuscita di acque le quali formano un reticolo piuttosto fitto ed inciso. Le pendenze sono medio-basse con alcune pendici più acclivi legate alla forte attività erosiva dei rii. Fortissima presenza di schianti dovuti a galaverna e/o nevicata tardive verificatesi nel periodo 1997-2001.

Sono state anche compiute osservazioni sui fenomeni franosi segnalati dalle cartografie dell'IFFI (Inventario Fenomeni Franosi Italiani) nell'area in esame. Quelli segnalati si concentrano in una zona in cui cambia la litoologia e si entra nella fascia di transizione dal cristallino verso le formazioni del bacino terziario ligure-piemontese. Sono formazioni di tipo flysch con una componente marnosa prevalente. Si tratta di fenomeni franosi ampi e lenti con collasso graduale di interi versanti, soprattutto a copertura prativa (Località Feia). Le frane superficiali sono invece pressoché assenti. Un fenomeno più piccolo, osservato presso loc. Botta vicino ai Porri di Dego, è molto vecchio ed ampiamente stabilizzato. In generale nell'area si osservano molte forme riconducibili a vecchie frane ma sembrano tutte di tipo profondo con meccanismo roto-traslazionale o simile.

Osservazione di altri schianti verificatesi presso Rocchetta di Cairo nel 2001. In queste zone sono stati effettuati tagli di sgombero e pulitura. Non si osservano neanche qui fenomeni erosivi incipienti a partire dalle ceppaie scalzate o fenomeni di instabilità in genere.

Insieme al tecnico forestale locale (E. Botta) sono state discusse alcune possibili soluzioni gestionali adottabili su queste tipologie di bosco. Si suggerisce di riprendere a ceduare ove possibile usando

	Relazione	
	Analisi della funzionalità protettiva dei boschi in relazione ai tipi forestali della Liguria	Marzo 2006
		Pagina 58 di 63

però particolari accortezze per minimizzare gli impatti degli interventi e favorire la transizione verso popolamenti più stabili. Tra queste vi è il possibile impiego di tecniche di matricinature a gruppi in cui si lasciano gruppi pressoché intatti laddove ci sono rinnovazione di latifoglie diverse salvaguardando alcune specie in particolare come querce, betulle o altre. Anche la posizione morfologica sul versante sarebbe da considerare per la scelta dei gruppi di matricine. Nel resto delle aree si potrebbe prevedere un taglio drastico anche a raso con la sola salvaguardia di latifoglie diverse dal castagno che dovrebbero preparare il terreno all'evoluzione successiva del bosco.

Sopralluogo del 24/11/05 – Val Polcevera zona di Fumeri

A partire dalla chiesa di Fumeri è stato effettuato un sopralluogo lungo una strada forestale che parte nei pressi della località Cascinette con l'effettuazione di una serie di fermate.

1) Primo sito osservato è relativo ad una zona con castagneto ceduo invecchiato. Popolamento pressoché monospecifico. Il substrato è rappresentato da argilliti e argilloscisti. L'area esaminata è caratterizzata da numerose ceppaie scalzate, da scarpate e interruzioni di continuità del versante che dimostrano come l'area sia caratterizzata da una diffusa instabilità generale. Al piede del versante verso il rio e nella zona a monte si osservano numerosi schianti con ceppaie ribaltate. In molti casi si osserva come l'intera zolla con la ceppaia è scivolata verso valle dopo il ribaltamento. Movimenti di massa sono quindi associati al semplice schianto e ribaltamento di ceppaie. Indicazioni gestionali di massima: riprendere a ceduire lasciando un ceduo molto leggero quindi alleggerendo molto il peso delle ceppaie.

2) Il secondo sito è più avanti sulla stessa strada forestale e questa volta si identifica in modo più netto una frana superficiale con la zona di accumulo sulla strada (poi sgomberata) e la nicchia di distacco poco sopra. In realtà è facile vedere che si tratta di una riattivazione al piede di un vasto processo di colamento lento che interessa il versante soprastante dove si identificano indizi di frana attiva seppur di tipo profondo. Il popolamento è sempre a prevalenza di castagno ma sono presenti altre specie, querce in particolare, presso il fronte di frana. Significativa la presenza di una roverella sul ciglio del coronamento che ha tenuto la sua zolla con un apparato radicale notevole attualmente quasi tutto esposto in seguito allo scivolamento della parte a valle (vedi figura sottostante). Le ceppaie di castagno sono tutte andate giù mentre è sempre significativo il fatto che al limite del corpo di frana sono presenti altre querce che tengono meglio.

Indicazioni gestionali di massima: tagliare ceduando il castagno ma favorendo il più possibile le altre specie e la trasformazione del bosco verso una situazione di maggior equilibrio.



Radici di roverella esposte sul ciglio del coronamento della frana superficiale

3) Sul versante opposto sopra l'incisione del rio è evidente una frana superficiale che ha scoperto la superficie liscia delle argilliti. Si nota la presenza di ostria ma in questo caso, trattandosi di situazioni stazionali estreme è probabile che sia pioniera e quindi con effetti tutto sommato positivi. In questo caso potrebbe essere l'unico popolamento che è riuscito comunque a colonizzare una zona ad elevata pendenza e con suolo molto superficiale che tende a scivolare verso il rio.

4) Sulla sponda destra del rio Verde nel fondovalle è presente un versante con molta roccia affiorante massiccia sul quale si evidenziano una serie di piccoli scivolamenti, con piante piegate e ruotate verso valle. Situazione decisamente più mesofila con ostria, robinia, ornello.

Sopralluogo del 06/12/05 – Val Polcevera zona di S. Olcese

Presso cascina Beleno.

1) Zone di invasione su ex-coltivi con una serie di piccoli scivolamenti superficiali vecchi e stabilizzati. Presenza di roverelle e sottobosco con molti rovi. Nelle nicchie di frana si segnala la

	Relazione	
	Analisi della funzionalità protettiva dei boschi in relazione ai tipi forestali della Liguria	Marzo 2006
		Pagina 60 di 63

presenza di orniello. Si alternano roveti nelle zone con erosione attiva e canneti nelle zone con ristagno idrico.

2) Versante incendiato presso rio Forche. Non si evidenziano particolari segni di erosione attiva sul versante e il castagno appare in fase di ripresa dopo il passaggio del fuoco.

3) Probabile ex-castagneto da frutto ceduto a turno lungo con presenza di scivolamenti superficiali e forti segni di erosione. Si evidenziano zolle isolate, scarpate attive talora corrispondenti a vecchi terrazzamenti che hanno ceduto. I castagni ad alto fusto sono comunque in buone condizioni e stabili pur essendo evidenti intere zolle con radici affioranti.

4) Frana sul torrente Sardorella. E' segnalato un movimento di grandi dimensioni sul versante. Sono presenti riattivazioni superficiali al piede legate all'erosione del rio. Non si segnalano particolari effetti sulla copertura forestale.

Sopralluogo del 15/03/06 – Comunità Montana Valli Stura e Orba.

Il sopralluogo è stato organizzato nell'ambito della riunione dei partner internazionali del progetto Robinwood svoltasi in Liguria nella settimana dal 13 al 17 marzo 2006.

Le osservazioni hanno riguardato la filiera forestale messa in piedi nella Comunità Montana mediante una serie di tappe che hanno consentito di osservare diverse fasi, dalle attività di taglio in bosco, alla realizzazione di opere di ingegneria naturalistica, alla cippatura fino al funzionamento dell'impianto di produzione di calore ubicato a Rossiglione.

Con riferimento agli aspetti idrogeologici gli elementi più interessanti emersi dal sopralluogo sono i seguenti:

- Realizzazione di opere di consolidamento delle strade forestali mediante l'utilizzo di legname presente in loco. In particolare una tipologia costruttiva di sicuro interesse è quella che prevede l'inserimento di una trincea drenante nella palificata in legname. Il taglio stradale è infatti causa di una forte perturbazione del regime idrico sotterraneo con fenomeni di ristagno idrico in corrispondenza della pista che sono molto spesso causa di innesco di movimenti franosi superficiali. L'utilizzo di elementi drenanti può contribuire a migliorare gli aspetti di stabilità dei versanti a monte e a valle del piano stradale.
- Chiusura e sistemazione delle piste forestali non più in uso per evitare l'innesco di fenomeni di intensa erosione dovuta allo scorrimento di acque superficiali. Soprattutto in condizioni di pendenza elevata le piste possono diventare una sede preferenziale di scorrimento per le acque superficiali e in questo caso è necessario prevedere sistemazioni quali piccole briglie in legname e pietrame atte a mitigare i fenomeni erosivi.



Valle Stura: Panorama della zona interessata dal taglio (In alto) e particolare di ceppaie ribaltate

	Relazione	
	Analisi della funzionalità protettiva dei boschi in relazione ai tipi forestali della Liguria	Marzo 2006
		Pagina 62 di 63

Sopralluoghi del 21-22/03/06 – Alta Val Polcevera, Alta Val Trebbia a Val d’Aveto

Il sopralluogo svolto ha come scopo l’analisi congiunta da parte di esperti IPLA (Giannetti per la parte geologica e Terzuolo come esperto di aspetti selvicolturali) e dell’Istituto Sperimentale Difesa del Suolo di Firenze delle problematiche relative alla relazione tra tipologie forestali e dissesto idrogeologico con particolare riferimento alla situazione dei bacini dell’Alta Val Polcevera, sede della sperimentazione del modello basato sulle reti neurali. In particolare erano presenti i ricercatori Gregori, Zorn e Andrenelli dell’Istituto fiorentino che si occupano da diversi anni di queste tematiche e che costituiscono una delle componenti del sottoprogetto 4.3 del Progetto Riselvitalia nell’ambito del quale sono stati messi a punto i modelli generali di propensione al dissesto e di funzionalità protettiva dei soprassuoli di cui è prevista l’applicazione nello scenario ligure.

Nella prima giornata sono state effettuate una serie di osservazioni relative ad un popolamento situato nella zona di Bric Montaldo presso il Passo dei Giovi. Si tratta di un rimboschimento di cerro soggetto a estesi schianti dovuti a fenomeni meteorologici estremi ripetuti per diversi anni e riferibili soprattutto alla galaverna. In questa situazione è stato realizzato un taglio teso allo sgombero dei materiali a terra e a favorire l’evoluzione verso un maggiore equilibrio del popolamento. I risultati per ora appaiono positivi in quanto non sono rilevabili ulteriori progressioni dei fenomeni dissestivi (frane superficiali ed erosione) innescatisi a seguito dei fenomeni citati. Un elemento di disturbo è però rappresentato dall’evidente forte pressione degli ungulati che ha un notevole impatto sulla rinnovazione naturale.

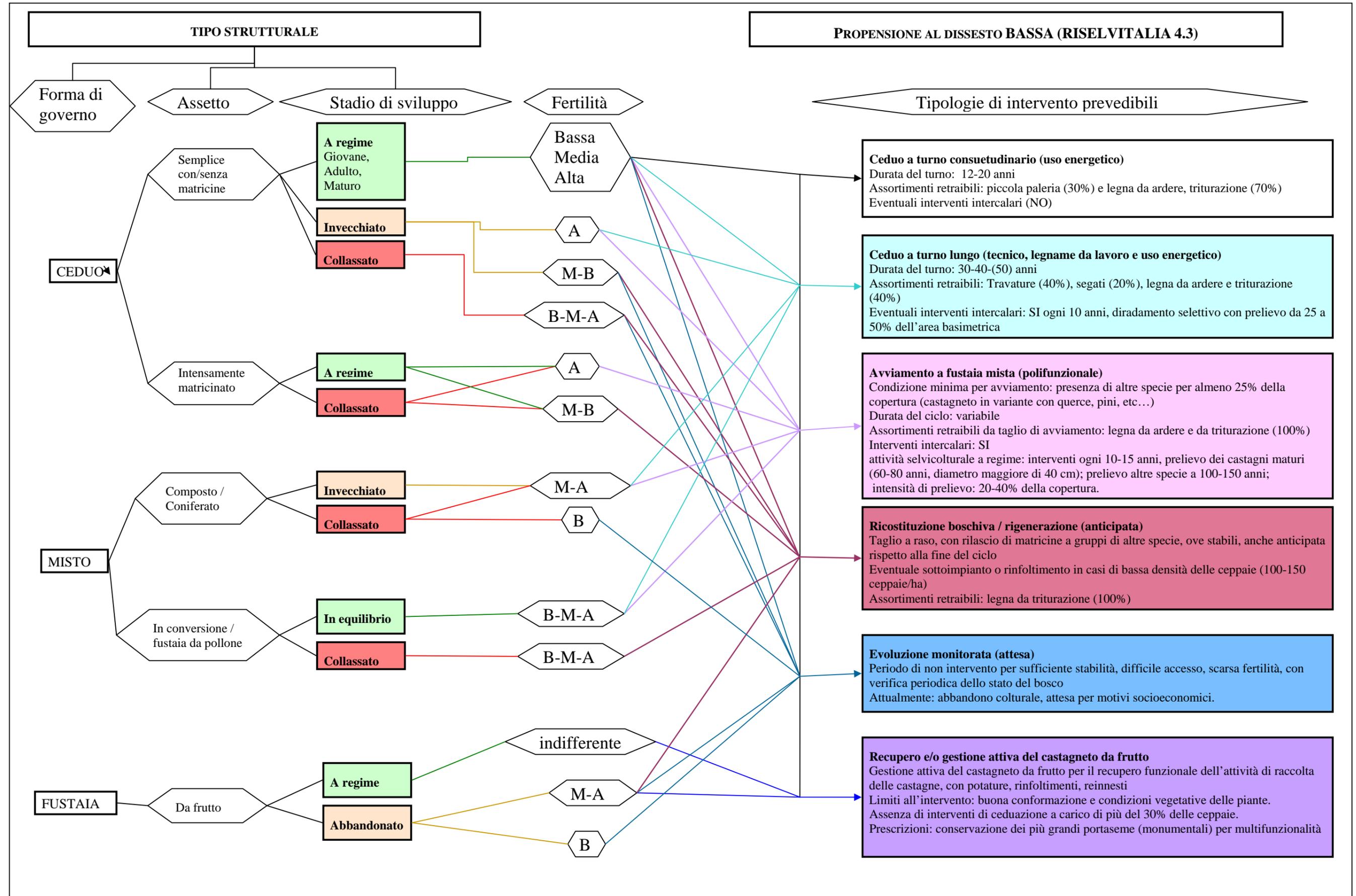
Nel resto della giornata si è ripercorso lo stesso itinerario effettuato il 24 novembre 2005 (vedi scheda precedente) su situazioni tipiche che si riscontrano in presenza di castagneti cedui invecchiati su substrati argilloscistosi e suoli molto superficiali.

Il giorno successivo è stato percorso un itinerario volto a osservare una serie di situazioni relative ai castagneti ed alle faggete. Il percorso effettuato a partire da Busalla ha toccato inizialmente Montoggio e Laccio lungo la Valle Scrivia. La valle si presenta in molti tratti piuttosto incassata e si nota una forte presenza di ostrieti nelle esposizioni più fresche. In molte zone si nota la presenza di terrazzamenti corrispondenti ad ex-coltivi ora abbandonati che appaiono attualmente in fase d’invasione. In corrispondenza di queste aree si nota una forte presenza di roverella nelle zone più soleggiate o di cerro soprattutto alle quote più alte.

In seguito si è proseguito per Torriglia e Montebruno lungo la Val Trebbia per poi passare attraverso il Valico di Fregarolo alla limitrofa Val d’Aveto. Salendo di quota lungo questa strada sono state osservati estesi popolamenti di faggio in condizioni di relativa stabilità nonostante l’area

	Relazione	
	Analisi della funzionalità protettiva dei boschi in relazione ai tipi forestali della Liguria	Marzo 2006
		Pagina 63 di 63

sia caratterizzata dall'affioramento di rocce argillitiche e argilloscistose poco favorevoli. Ne è seguita una discussione tra i partecipanti all'escursione nel quale è stato messo in evidenza da più parti come i maggiori problemi nell'ambito delle faggete si possano creare a seguito delle utilizzazioni e delle modalità con cui vengono eseguiti gli interventi. Particolare attenzione deve dunque essere posta ad una attenta progettazione e costruzione di eventuali piste forestali ed alla messa in atto di particolari modalità di esbosco a basso impatto. Soprattutto in presenza di utilizzazioni a ceduo è importante tenere presente che il faggio ha una ripresa comunque lenta dopo il taglio e che è quindi possibile che la scopertura del suolo perduri per periodi di tempo abbastanza lunghi. Nel proseguimento dell'itinerario sono stati toccati Rezzoaglio e infine Santo Stefano d'Aveto con la successiva salita verso il passo del Tomarlo. Ulteriori osservazioni sono state compiute nell'ambito della faggete presenti alle falde del Monte Maggiorasca in presenza di substrati litoidi piuttosto competenti e riferibili alle pietre verdi.



PROPENSIONE AL DISSESTO BASSA (RISELVITALIA 4.3)

Tipologie di intervento prevedibili

Ceduo a turno consuetudinario (uso energetico)
 Durata del turno: 12-20 anni
 Assortimenti retraibili: piccola paleria (30%) e legna da ardere, triturazione (70%)
 Eventuali interventi intercalari (NO)

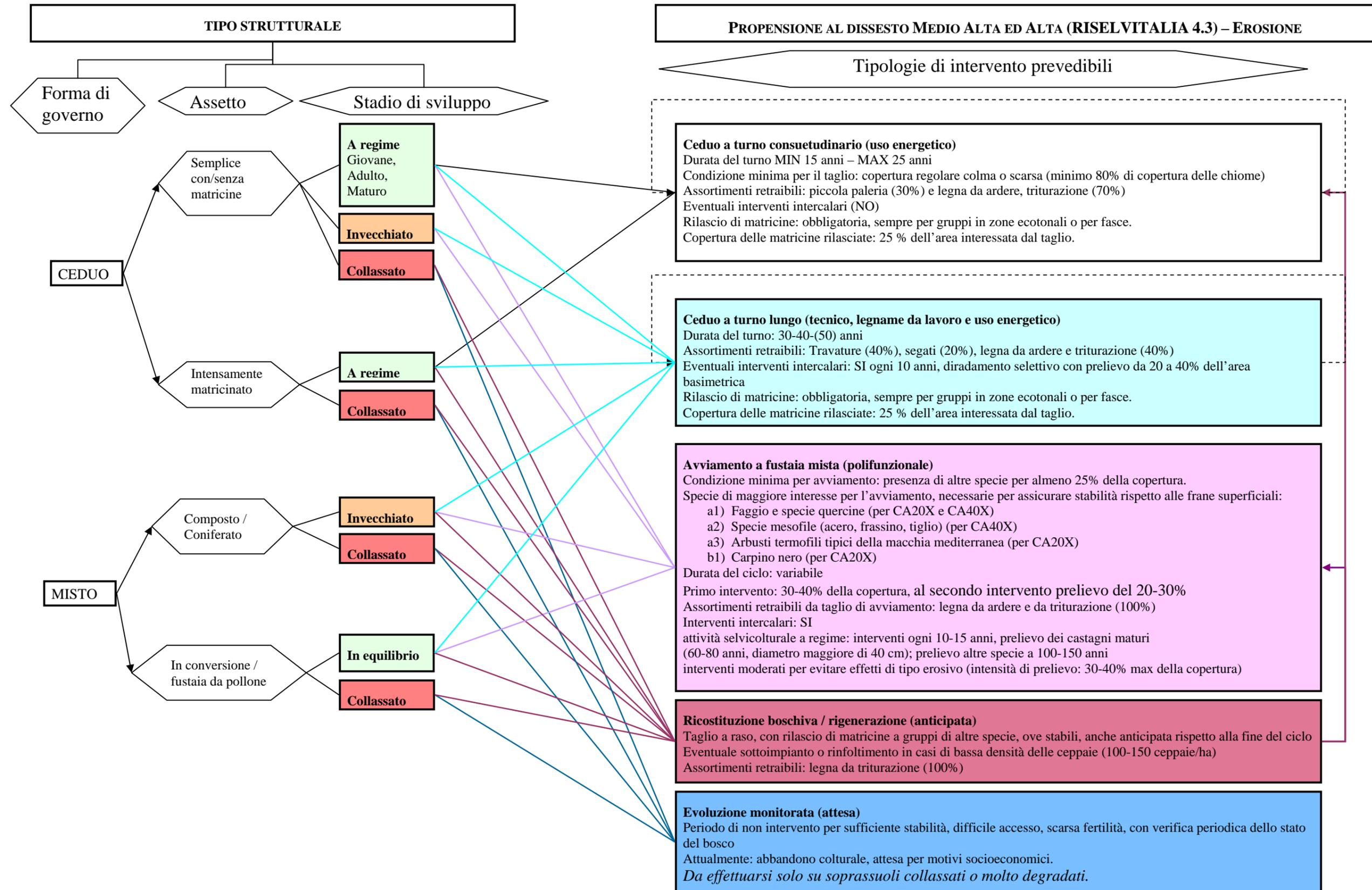
Ceduo a turno lungo (tecnico, legname da lavoro e uso energetico)
 Durata del turno: 30-40-(50) anni
 Assortimenti retraibili: Travature (40%), segati (20%), legna da ardere e triturazione (40%)
 Eventuali interventi intercalari: SI ogni 10 anni, diradamento selettivo con prelievo da 25 a 50% dell'area basimetrica

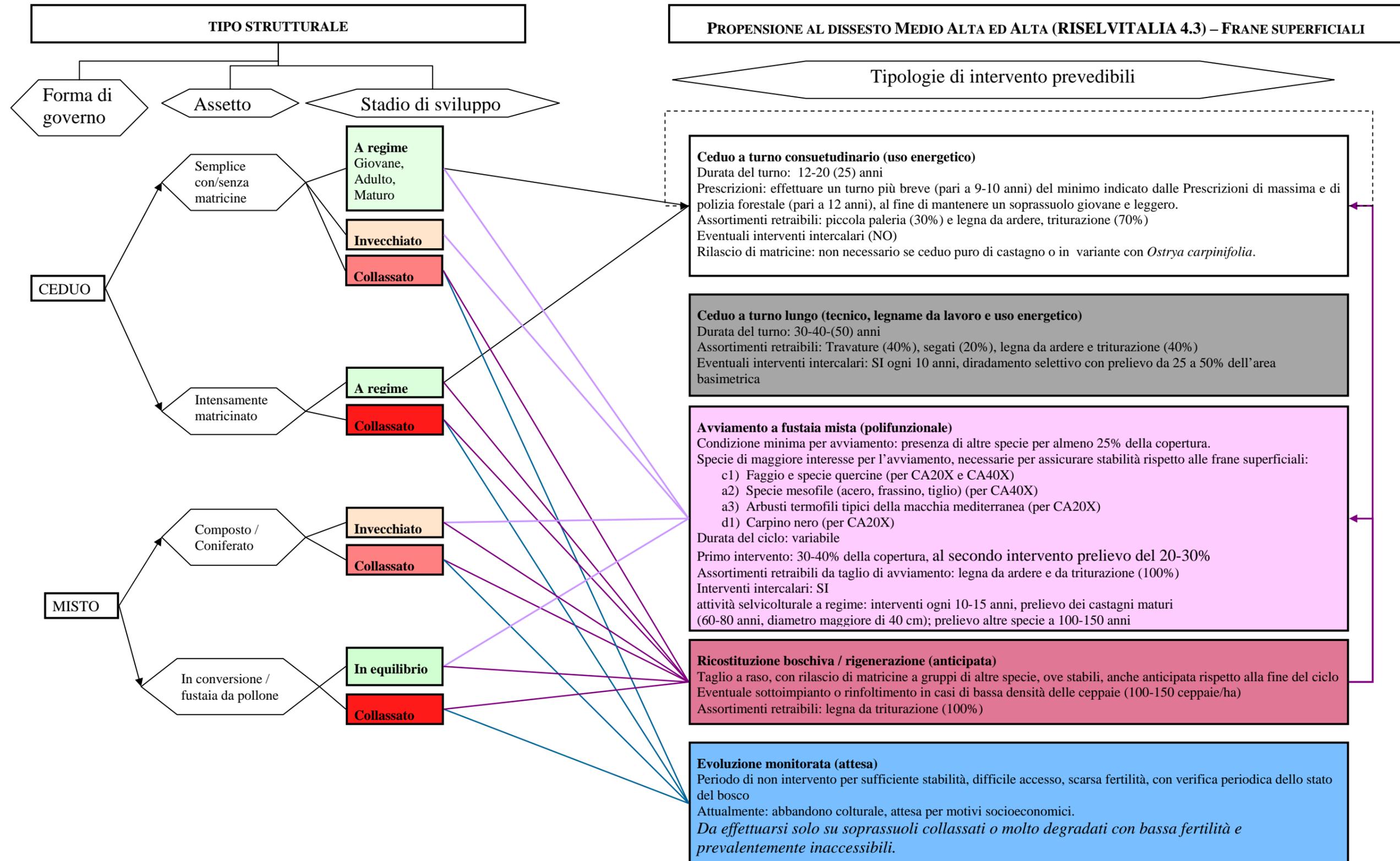
Avviamento a fustaia mista (polifunzionale)
 Condizione minima per avviamento: presenza di altre specie per almeno 25% della copertura (castagneto in variante con querce, pini, etc...)
 Durata del ciclo: variabile
 Assortimenti retraibili da taglio di avviamento: legna da ardere e da triturazione (100%)
 Interventi intercalari: SI
 attività selvicolturale a regime: interventi ogni 10-15 anni, prelievo dei castagni maturi (60-80 anni, diametro maggiore di 40 cm); prelievo altre specie a 100-150 anni; intensità di prelievo: 20-40% della copertura.

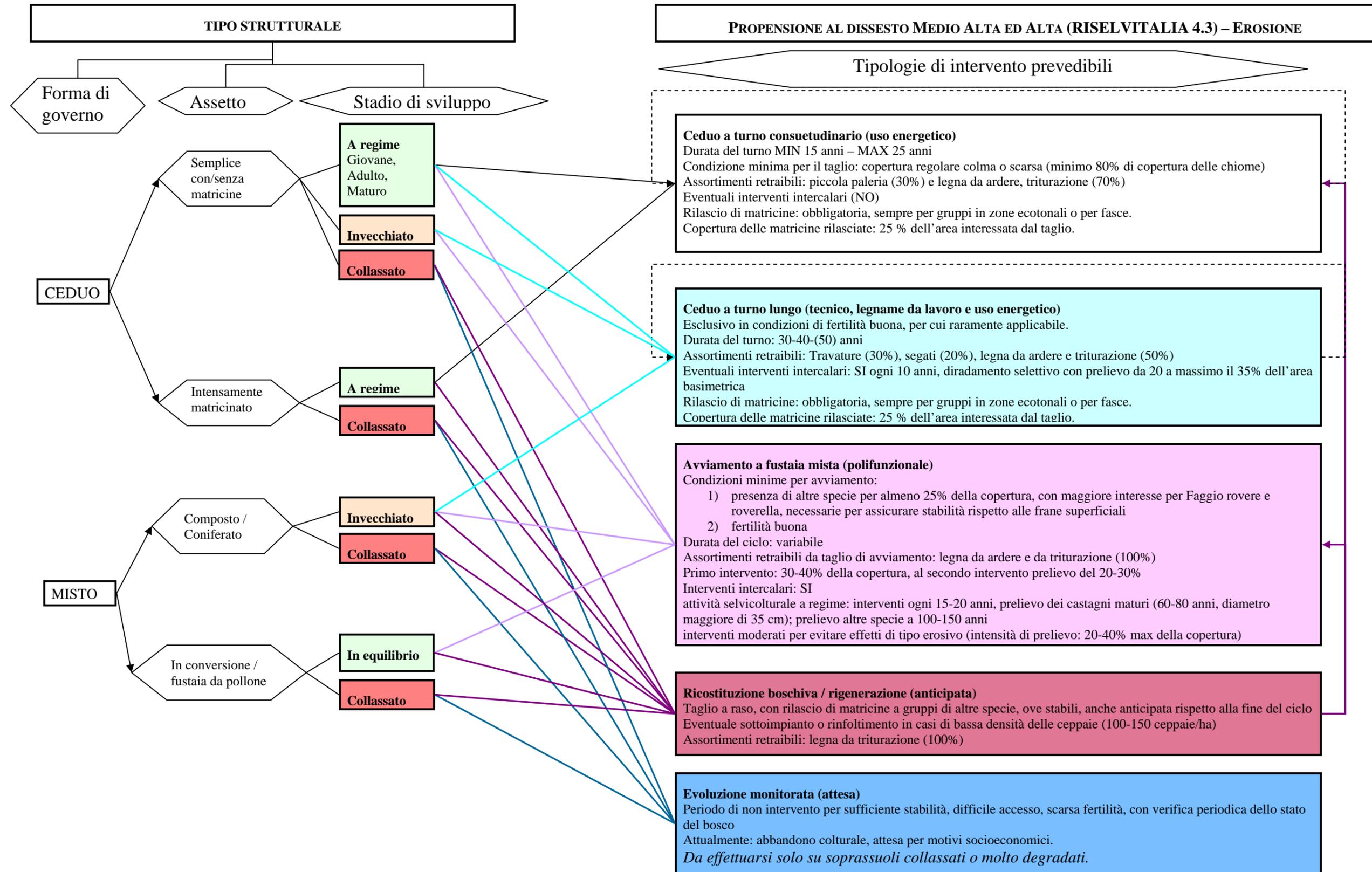
Ricostituzione boschiva / rigenerazione (anticipata)
 Taglio a raso, con rilascio di matricine a gruppi di altre specie, ove stabili, anche anticipata rispetto alla fine del ciclo
 Eventuale sottoimpianto o rinfoltimento in casi di bassa densità delle ceppaie (100-150 ceppaie/ha)
 Assortimenti retraibili: legna da triturazione (100%)

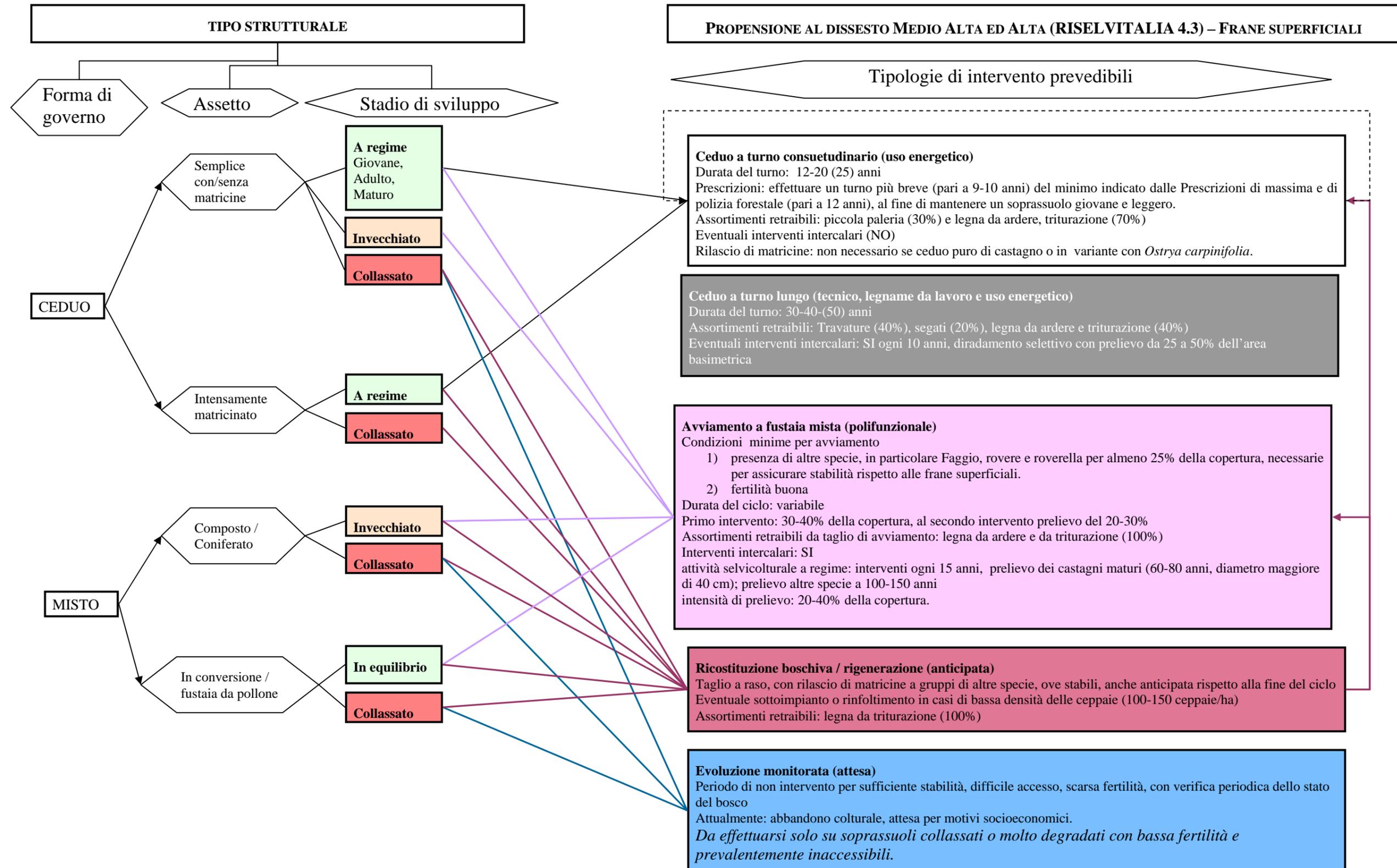
Evoluzione monitorata (attesa)
 Periodo di non intervento per sufficiente stabilità, difficile accesso, scarsa fertilità, con verifica periodica dello stato del bosco
 Attualmente: abbandono culturale, attesa per motivi socioeconomici.

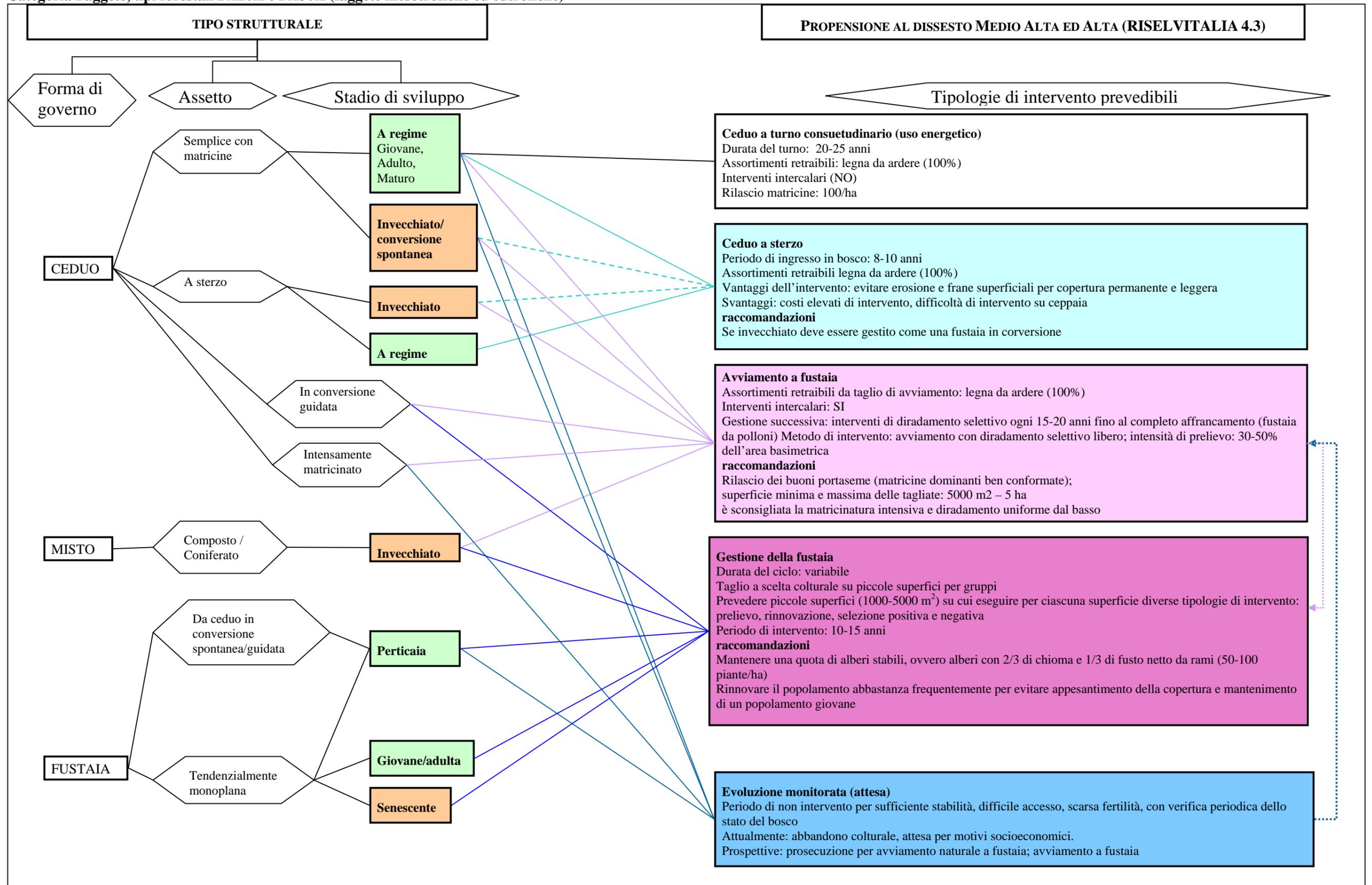
Recupero e/o gestione attiva del castagneto da frutto
 Gestione attiva del castagneto da frutto per il recupero funzionale dell'attività di raccolta delle castagne, con potature, rinfoltimenti, reinnesti
 Limiti all'intervento: buona conformazione e condizioni vegetative delle piante. Assenza di interventi di ceduzione a carico di più del 30% delle ceppaie.
 Prescrizioni: conservazione dei più grandi portaseme (monumentali) per multifunzionalità

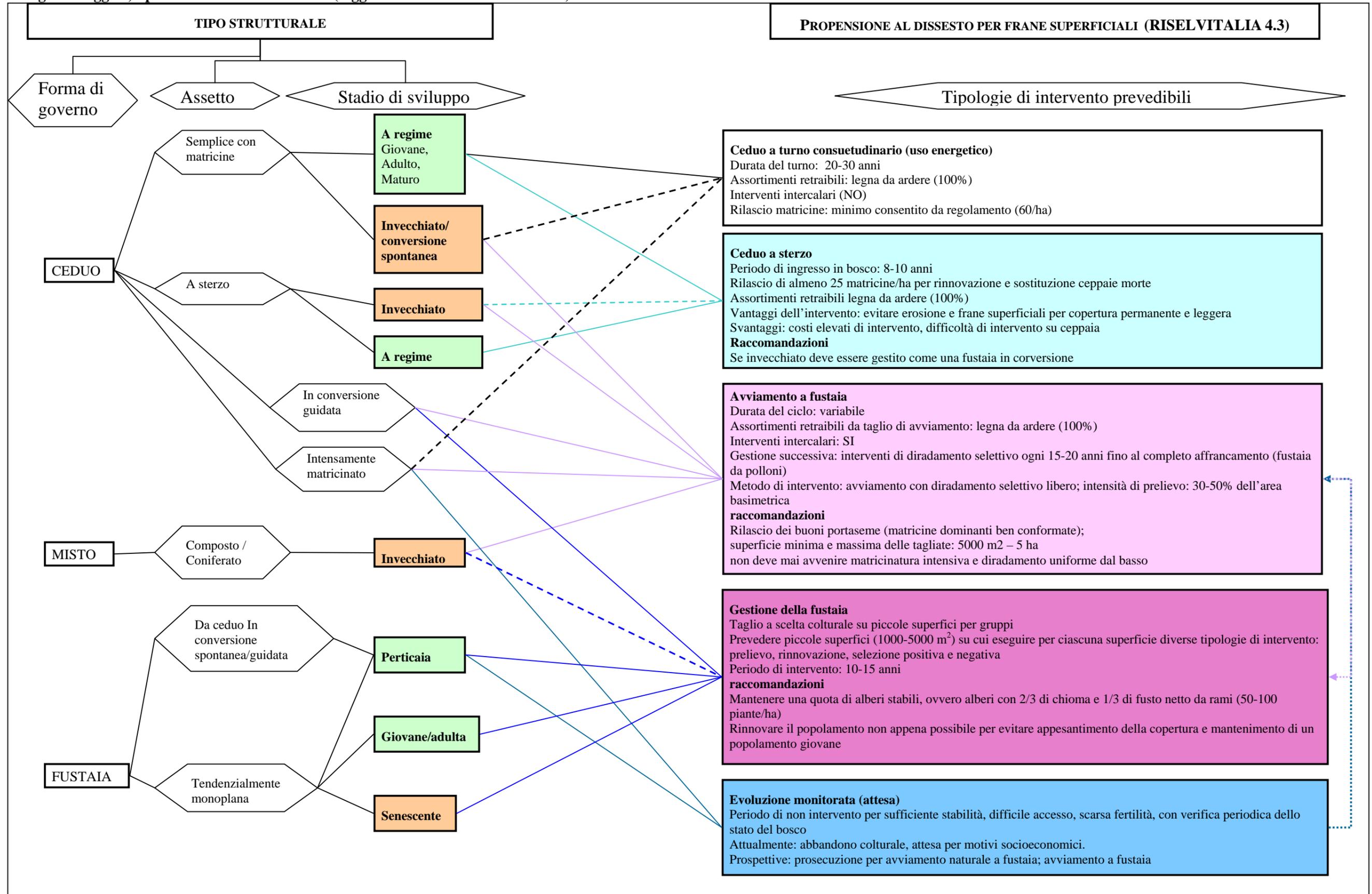












PROPENSIONE AL DISSESTO PER FRANE SUPERFICIALI (RISELVITALIA 4.3)

Tipologie di intervento prevedibili

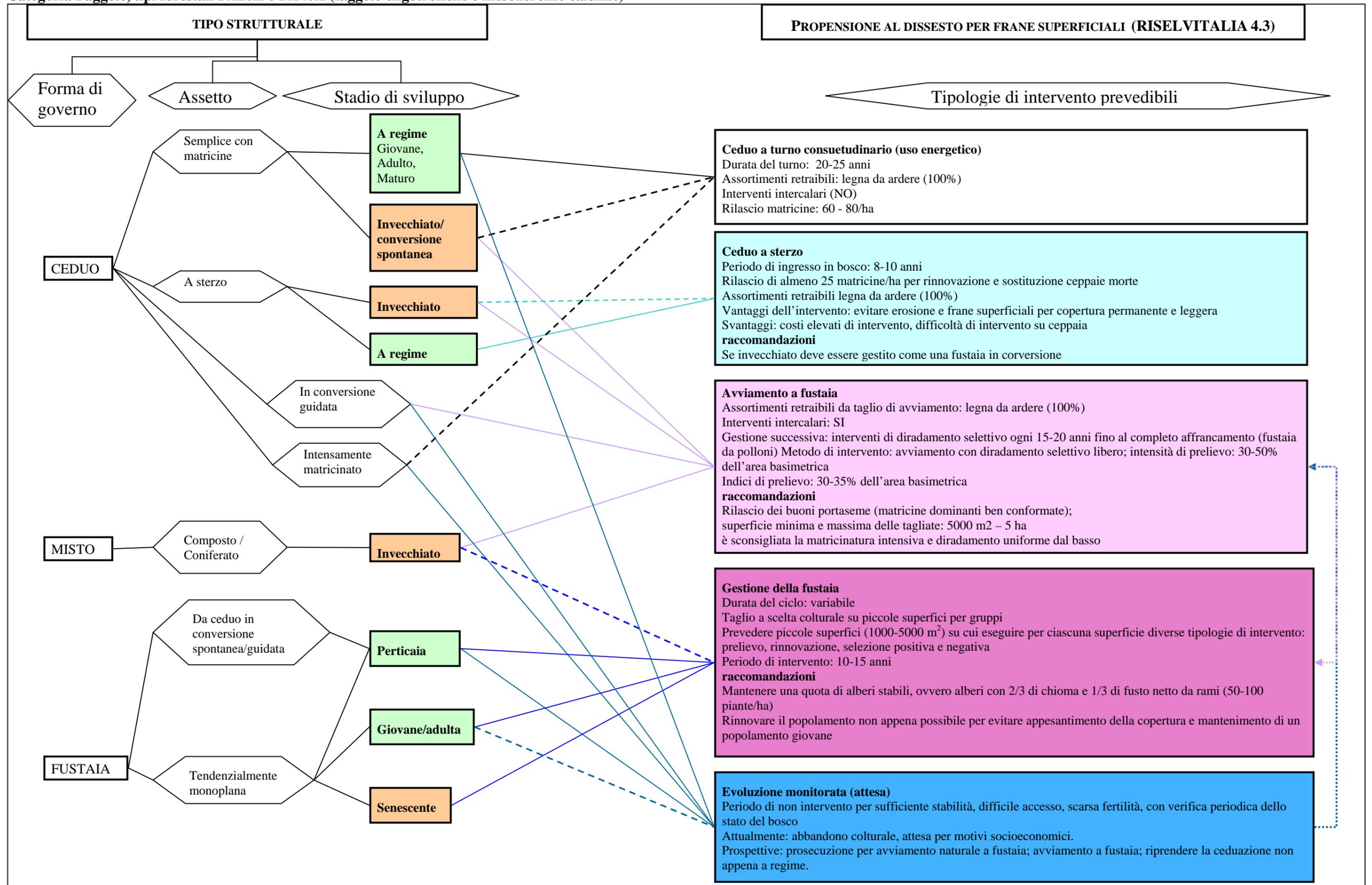
Ceduo a turno consuetudinario (uso energetico)
 Durata del turno: 20-30 anni
 Assortimenti retraibili: legna da ardere (100%)
 Interventi intercalari (NO)
 Rilascio matricine: minimo consentito da regolamento (60/ha)

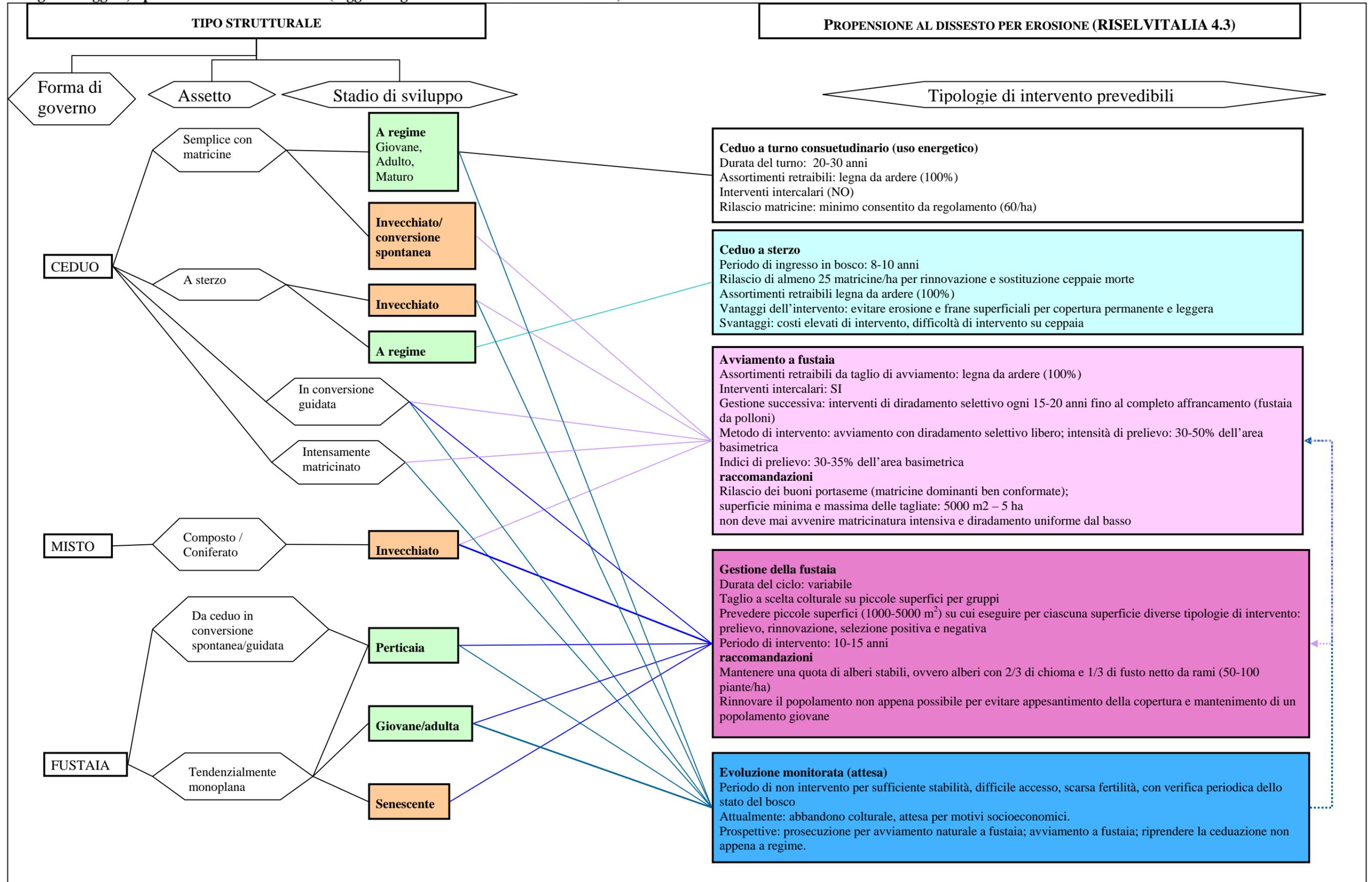
Ceduo a sterzo
 Periodo di ingresso in bosco: 8-10 anni
 Rilascio di almeno 25 matricine/ha per rinnovazione e sostituzione ceppaie morte
 Assortimenti retraibili legna da ardere (100%)
 Vantaggi dell'intervento: evitare erosione e frane superficiali per copertura permanente e leggera
 Svantaggi: costi elevati di intervento, difficoltà di intervento su ceppaia
Raccomandazioni
 Se invecchiato deve essere gestito come una fustaia in conversione

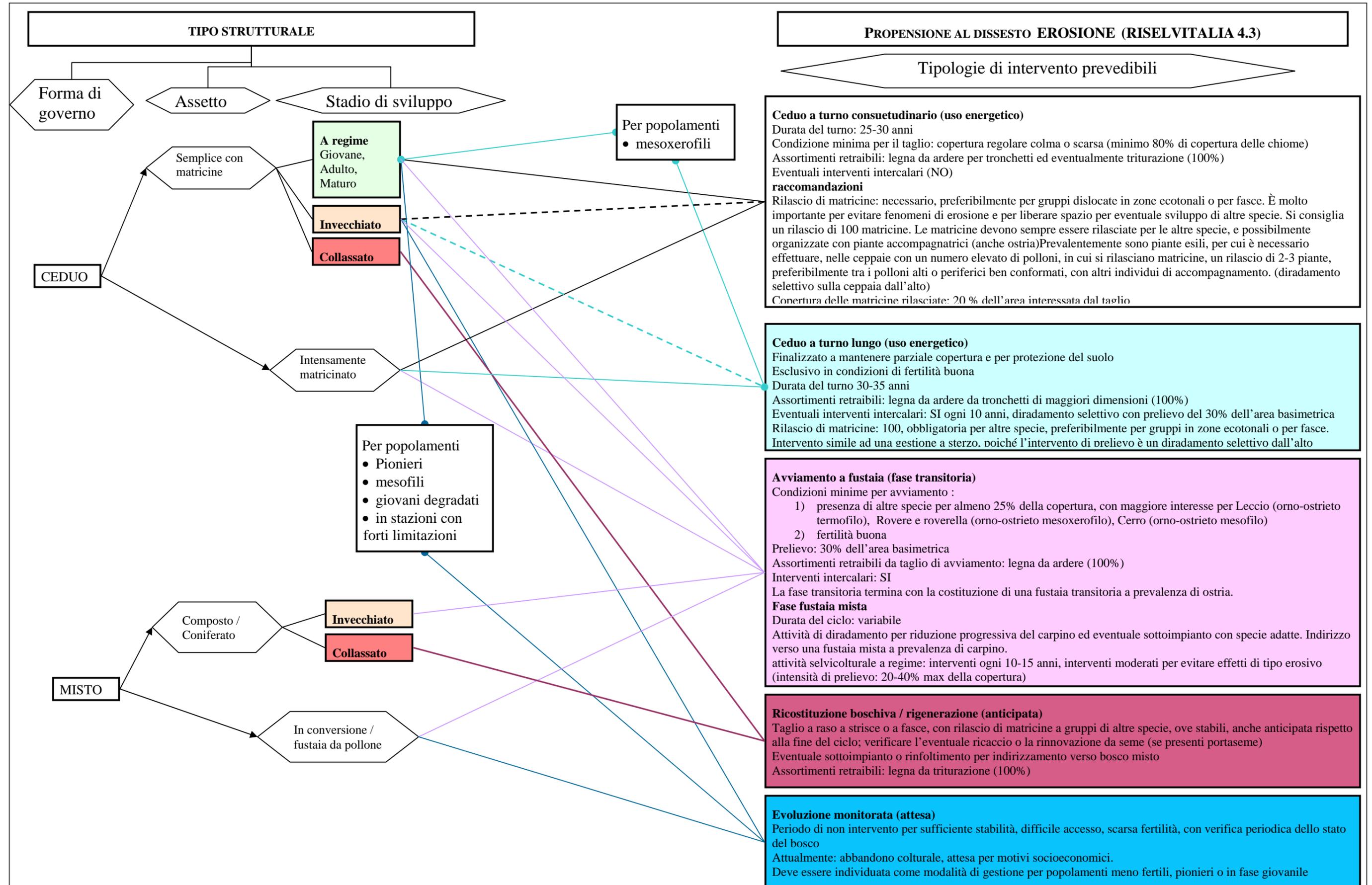
Avviamento a fustaia
 Durata del ciclo: variabile
 Assortimenti retraibili da taglio di avviamento: legna da ardere (100%)
 Interventi intercalari: SI
 Gestione successiva: interventi di diradamento selettivo ogni 15-20 anni fino al completo affrancamento (fustaia da polloni)
 Metodo di intervento: avviamento con diradamento selettivo libero; intensità di prelievo: 30-50% dell'area basimetrica
raccomandazioni
 Rilascio dei buoni portaseme (matricine dominanti ben conformate);
 superficie minima e massima delle tagliate: 5000 m² - 5 ha
 non deve mai avvenire matricinatura intensiva e diradamento uniforme dal basso

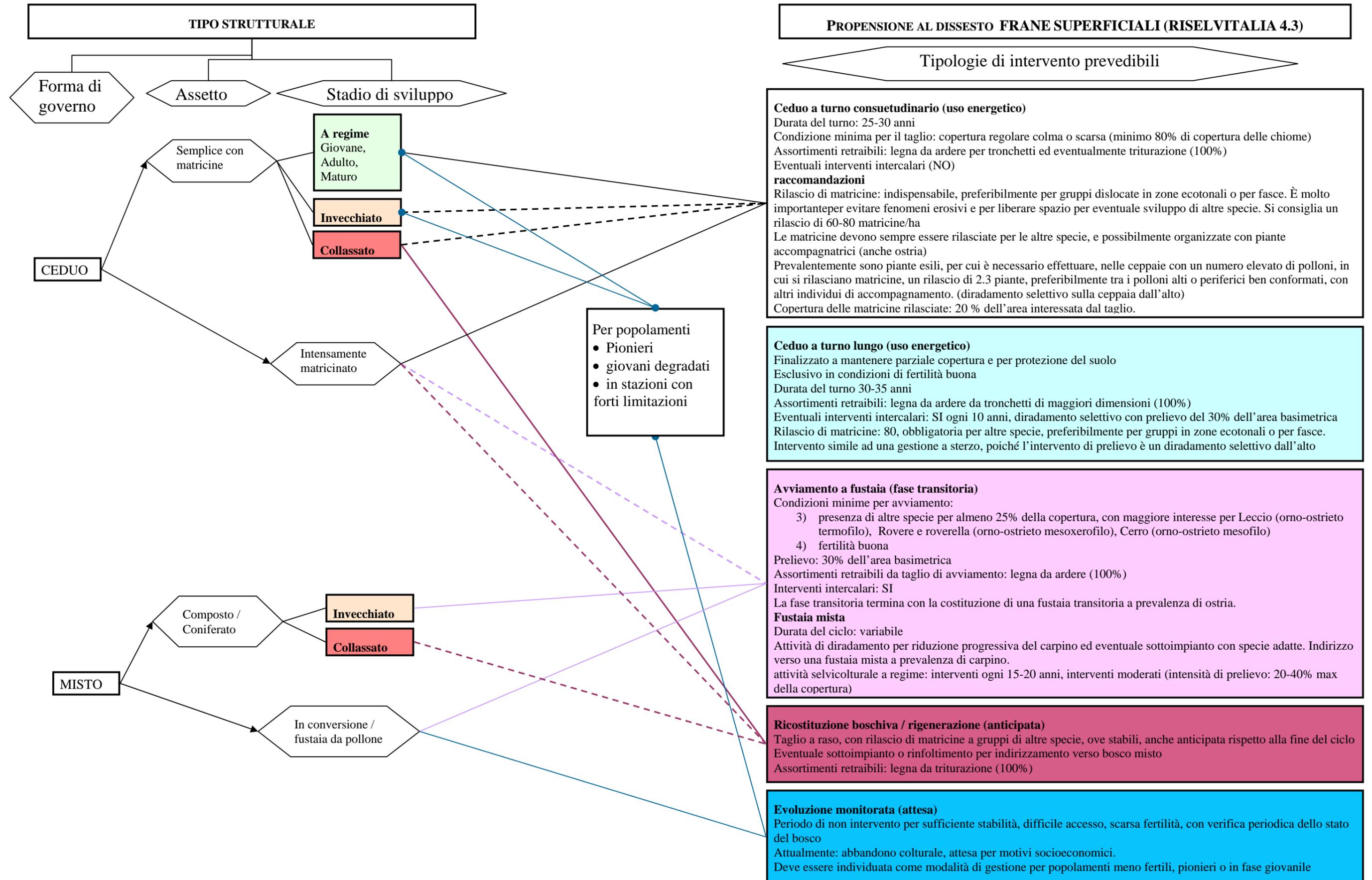
Gestione della fustaia
 Taglio a scelta colturale su piccole superfici per gruppi
 Prevedere piccole superfici (1000-5000 m²) su cui eseguire per ciascuna superficie diverse tipologie di intervento: prelievo, rinnovazione, selezione positiva e negativa
 Periodo di intervento: 10-15 anni
raccomandazioni
 Mantenere una quota di alberi stabili, ovvero alberi con 2/3 di chioma e 1/3 di fusto netto da rami (50-100 piante/ha)
 Rinnovare il popolamento non appena possibile per evitare appesantimento della copertura e mantenimento di un popolamento giovane

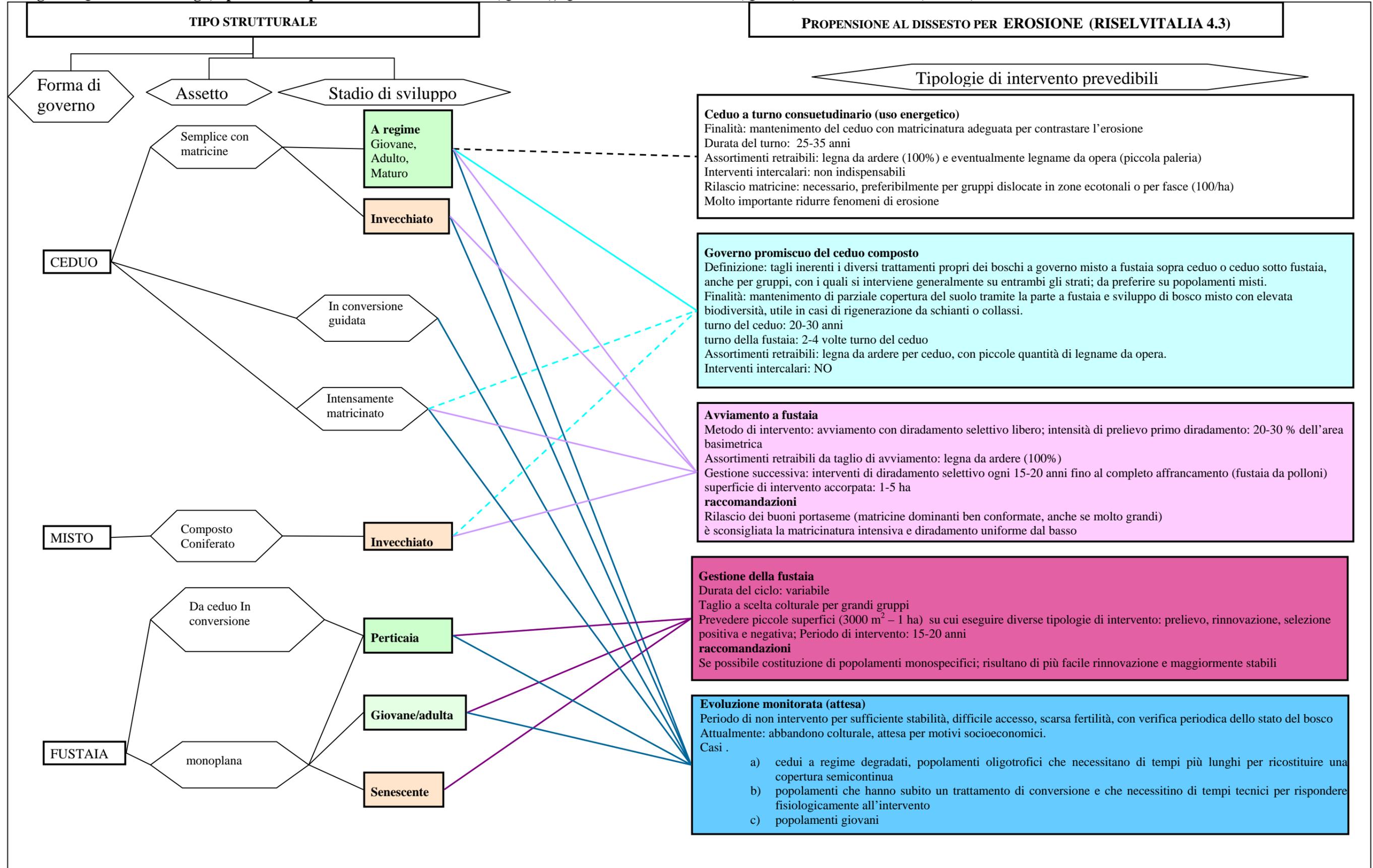
Evoluzione monitorata (attesa)
 Periodo di non intervento per sufficiente stabilità, difficile accesso, scarsa fertilità, con verifica periodica dello stato del bosco
 Attualmente: abbandono colturale, attesa per motivi socioeconomici.
 Prospettive: prosecuzione per avviamento naturale a fustaia; avviamento a fustaia

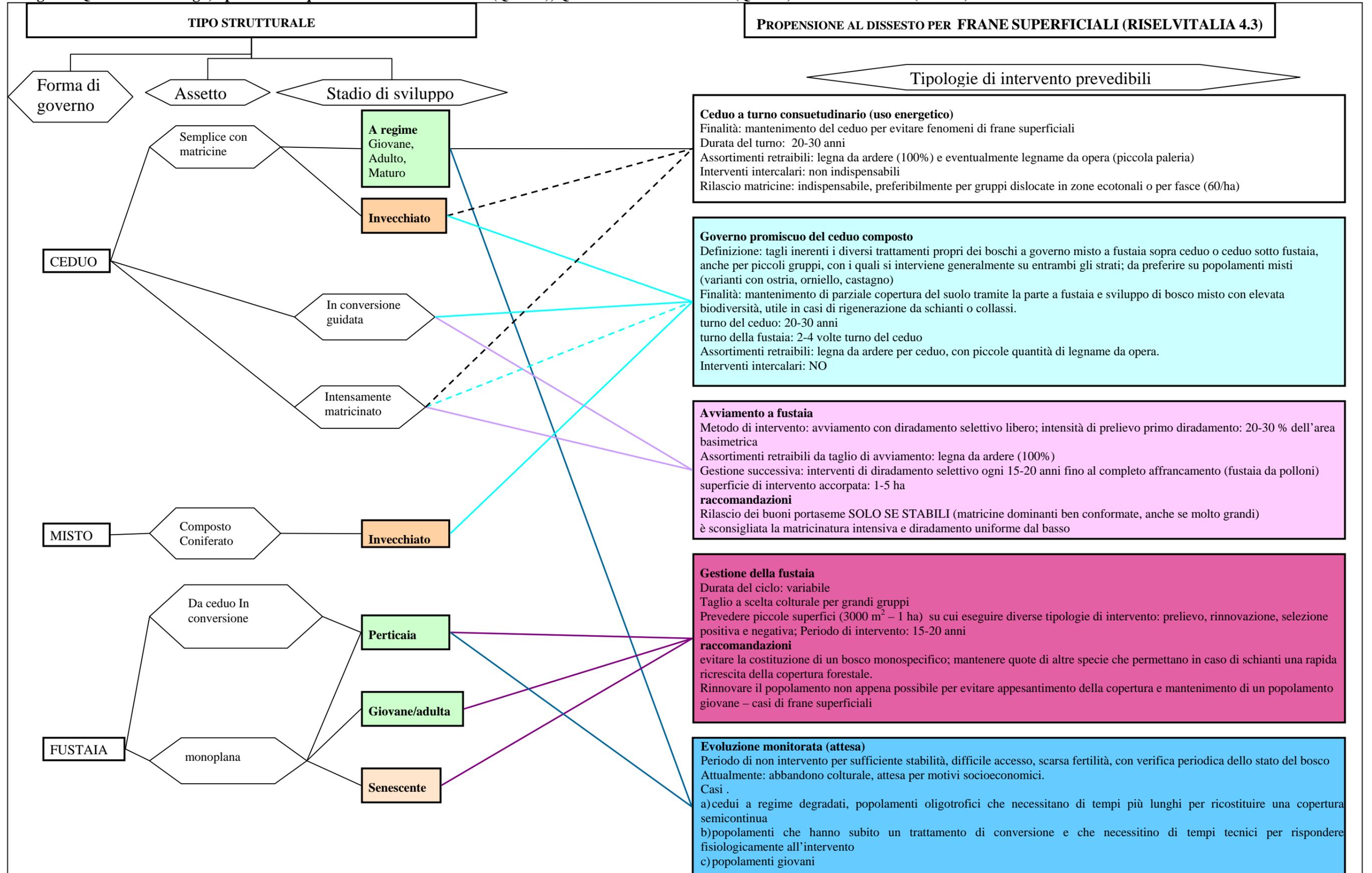




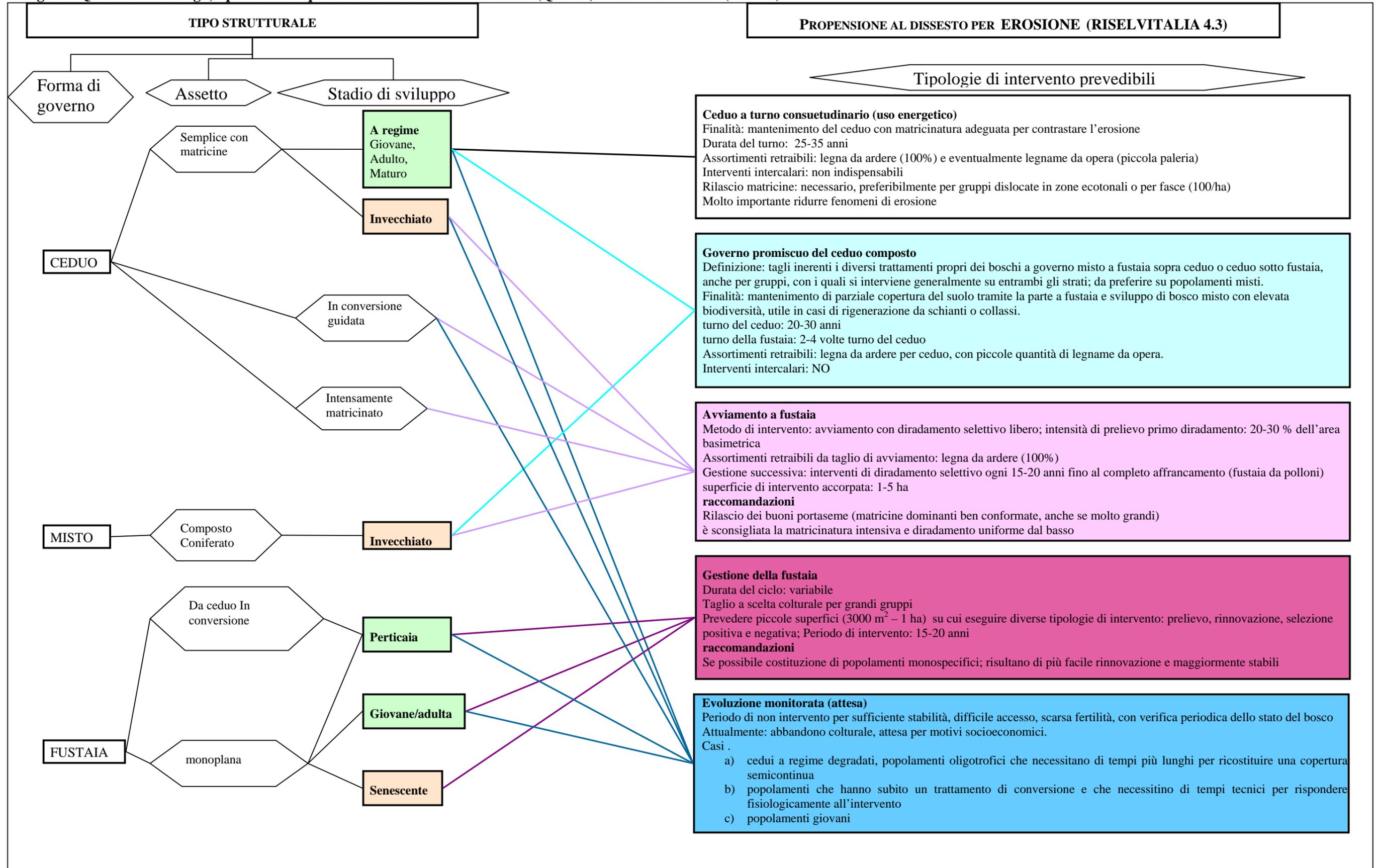


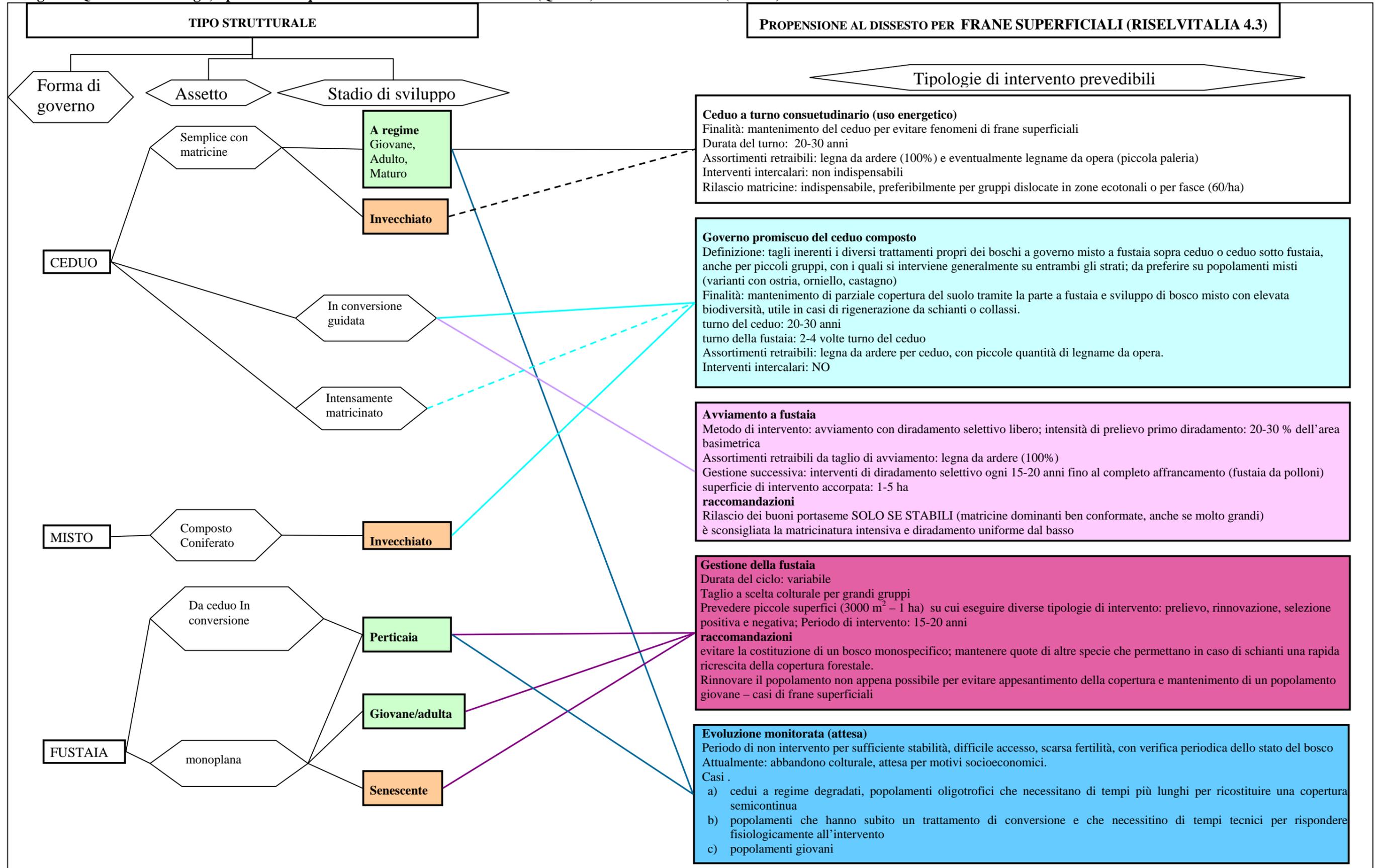






Tipi Forestali Liguria in relazione alla funzionalità protettiva







1. Introduzione

Nell'ambito dell'incarico affidato all'IPLA sulla componente 2 idrogeologia del progetto Robinwood è previsto lo sviluppo di modelli con riferimento alla componente bosco nella protezione idrogeologica del territorio.

Si tratta di una problematica complessa e non sempre affrontata in modo adeguato anche in considerazione del consolidarsi di una concezione che considera il bosco un fattore comunque positivo per le condizioni di equilibrio dei versanti dal punto di vista delle frane superficiali e/o della regimazione dei deflussi idrici. In realtà l'instabilità dei versanti è il risultato dell'interazione complessa tra processi geomorfici naturali e l'azione dell'uomo, che si inserisce a vari livelli alterando in senso positivo o negativo condizioni di equilibrio "naturali". In questo contesto la copertura vegetale rappresenta un fattore importante per l'equilibrio tra le forze che tendono a rimodellare la superficie terrestre e si può genericamente affermare che la rimozione della vegetazione aumenta la probabilità che si verifichino movimenti di massa, anche se il suo ripristino non sempre è sufficiente a riequilibrare il sistema. Considerazioni generiche di questo tipo non permettono di tenere conto della complessità del problema e del numero di variabili coinvolte nell'analisi. E' importante invece giungere ad una valutazione oggettiva e calibrata dell'effettiva funzionalità dei diversi tipi di soprassuolo con riferimento ad aspetti "idrogeologici" in base alle condizioni di composizione, età e assetto in cui si sono venuti a trovare nel corso del tempo. Da valutazioni di questo genere possono quindi discendere indicazioni gestionali pratiche volte ad ottimizzare o comunque a potenziare questa funzionalità, in un'ottica nella quale il bosco viene mantenuto e curato a fini prevalentemente protettivi.

Nella pianificazione forestale tradizionale questo aspetto protettivo non ha finora rappresentato una funzionalità individuata in modo univoco a causa dell'adozione di approcci valutativi disomogenei e, più in generale, di una certa confusione di giudizi forniti da figure professionali diverse circa il ruolo svolto dalla copertura vegetale nell'ambito dei processi morfogenetici.

2. Obiettivi e metodologia

Si intende fornire, tramite l'applicazione dei modelli e con riferimento specifico alla situazione dell'area studio della Val Polcevera, un quadro valutativo esaustivo e il più possibile oggettivo sulla funzionalità del bosco dal punto di vista idrogeologico e sulla capacità dello stesso di essere fattore stabilizzante rispetto alle condizioni complessive del versante. Le problematiche dissestive cui si fa riferimento sono essenzialmente quelle delle frane superficiali.

	Sperimentazione di modelli nell'area studio della Val Polcevera	
	Modelli di propensione al dissesto, funzionalità protettiva e relativi indici gestionali	Dicembre 2006
		Pagina 2 di 18

Dal punto di vista pratico ci si pone i seguenti obiettivi:

- Elaborare i modelli e, in base a questi, fornire indicazioni gestionali da utilizzare nell'ambito della pianificazione a scala di bacino. Mediante l'applicazione dei modelli si ha quindi la possibilità di definire dal punto di vista operativo le diverse zone nelle quali sono da considerare applicabili le indicazioni di intervento formulate in precedenza per gli boschi liguri con riferimento alle tipologie forestali ed agli aspetti protettivi.
- Confrontare il modello della propensione al dissesto elaborato mediante le reti neurali con la suscettività al dissesto prodotta con altre metodologie più tradizionali nell'ambito della Pianificazione di bacino

L'approccio al problema e l'applicazione dei modelli si rifà alle esperienze condotte nell'ambito del progetto Ri.Selv.Italia, Sottoprogetto 4.3 "Modelli e indicatori per la pianificazione a media scala territoriale della gestione sostenibile del bosco" coordinato dall'ISAFSA di Trento (Responsabile G. Scrinzi) di cui l'IPLA costituisce unità operativa.

In questo progetto è stato sviluppato uno studio operativo della funzione idrogeologica del bosco nell'ottica di mettere a punto un modello in grado di supportare e rendere oggettiva la valutazione nel contesto della pianificazione forestale e di poter orientare di conseguenza l'indirizzo gestionale dei soprassuoli arborei a seconda che siano o meno soggetti alla necessità di protezione del suolo. La premessa di partenza è legata alla necessità fortemente sentita nel settore forestale (Enti locali territoriali gestori ma anche tra gli stessi tecnici sul territorio) di poter disporre di sistemi di valutazione oggettivi e generalizzabili per la stima localizzata della valenza idrogeologica dei boschi da impiegare a medio livello territoriale (di vallata o di bacino). Si tratta quindi di strumenti che possono guidare la zonizzazione funzionale idrogeologica delle aree forestali ed essere molto utili come ausilio nella pianificazione territoriale a scala di bacino.

Per una illustrazione dettagliata del modello e delle sue caratteristiche tecniche e metodologiche si rimanda alle seguenti pubblicazioni:

SCRINZI G., GREGORI E., GIANNETTI F., GALVAGNI D., ZORN G., COLLE G., ANDRENELLI M. C. (2005) "Boschi e fenomeni franosi superficiali: modello per la valutazione dell'azione protettiva" *Genio Rurale - Estimo e Territorio*; 12/2005; pp 30-47.

SCRINZI G., GREGORI E., GIANNETTI F., GALVAGNI D., ZORN G., COLLE G., ANDRENELLI M. C. (2006) "Un modello di valutazione della funzionalità protettiva del bosco per la pianificazione forestale: la componente stabilità dei versanti rispetto ai fenomeni franosi superficiali" *Forest@ 3* (1): 98-155. [online] URL: <http://www.sisef.it/>.

	Sperimentazione di modelli nell'area studio della Val Polcevera	
	Modelli di propensione al dissesto, funzionalità protettiva e relativi indici gestionali	Dicembre 2006
		Pagina 3 di 18

L'approccio metodologico seguito è quello sviluppato nel citato progetto Riselvitalia che ha dovuto però essere specificatamente adattato alla realtà analizzata. Sono stati sviluppati in modo indipendente i modelli relativi alla propensione al dissesto e della funzionalità protettiva della copertura vegetale.

Si presuppone infatti di valutare da un lato una propensione del territorio ai fenomeni dissestivi basata puramente su caratteri geologici, geomorfologici e climatici prescindendo dalla copertura presente. Quest'ultima è trattata in modo molto approfondito in un secondo modello relativo alla funzionalità protettiva che parte da una teorica funzionalità della copertura forestale in condizioni ideali.

Una volta elaborati i due modelli di propensione e funzionalità il loro incrocio ha permesso di derivare 4 indici di cui due prevalentemente descrittivi e due di valore gestionale.

3. Elaborazione del modello per la propensione al dissesto

Per quanto riguarda la propensione al dissesto le variabili sono state ricavate a partire dai dati della carta litologica, dal DEM a 20 metri costruito a partire dai dati disponibili, e dall'elaborazione di una serie di dati climatici forniti dall'ARPAL. Sono elencate di seguito le variabili coinvolte e le modalità di definizione specifiche nell'area di studio della Val Polcevera.

Litologia: Costituzione di 11 classi litologiche cui è stato assegnato un grado di instabilità potenziale considerando il litotipo prevalente ed alcune sue caratteristiche (Grado di alterazione, fratturazione ecc.).

Origine del dato ed elaborazioni: Adattamento ai dati a partire dalla carta litologica disponibile per la Liguria. E' stato effettuato uno specifico lavoro di taratura indispensabile per una corretta assegnazione delle diverse classi di instabilità.

Pendenza del versante: variabile morfologica assai influente sulla stabilità del pendio classificata su 6 livelli ai fini di applicazione del modello.

	Sperimentazione di modelli nell'area studio della Val Polcevera	
	Modelli di propensione al dissesto, funzionalità protettiva e relativi indici gestionali	Dicembre 2006
		Pagina 4 di 18

Origine del dato ed elaborazioni: Elaborazione dal DEM a 20 metri costruito sull'area di studio a partire dalle curve di livello.

Esposizione: Nel modello sono considerate leggermente aggravanti le esposizioni meridionali.

Origine del dato ed elaborazioni: Elaborazione dal DEM (20 metri) costruito sull'area di studio a partire dalle curve di livello

Flow accumulation: Esprime in classi l'ordine di grandezza del bacino drenato da ogni cella.

Origine del dato ed elaborazioni: Elaborazione dal DEM (20 metri) costruito sull'area di studio a partire dalle curve di livello

Aggressività climatica: Variabile in 3 classi basata sul calcolo dell'Indice di Fournier (FFAO) modificato da Arnoldus che risulta ben correlato alle piogge di forte intensità ($P_{max}[6h,2a]$).

Origine del dato ed elaborazioni: Elaborato a partire dai dati di 8 stazioni della Provincia di Genova in base a serie pluriennali di precipitazioni e temperature

Sismicità: Classi definite sulla base della classificazione sismica del territorio nazionale a livello comunale.

3.1. Confronto tra propensione del modello e suscettività al dissesto elaborata nell'ambito del piano di bacino della Val Polcevera

Con questa analisi si intendeva verificare la rispondenza tra i due elaborati prodotti per il medesimo territorio in contesti differenti e con metodologie indipendenti. Le differenze principali dal punto di vista del metodo sono relative innanzitutto alle variabili prese in considerazione. Per la suscettività sono state infatti considerate acclività, litologia, geomorfologia (Spessore delle coltri), carta di dettaglio dei movimenti franosi (o franosità reale), uso del suolo e carta idrogeologica (Permeabilità del substrato). Le differenze principali rispetto alle variabili utilizzate nell'elaborare la propensione (vedi paragrafo precedente) sono l'utilizzo di informazioni sullo spessore delle coltri e sulla permeabilità; per elaborare la propensione poi non è stata presa in considerazione la franosità reale

	Sperimentazione di modelli nell'area studio della Val Polcevera	
	Modelli di propensione al dissesto, funzionalità protettiva e relativi indici gestionali	Dicembre 2006
		Pagina 5 di 18

e sono stati vice versa ponderati altri aspetti come quello dell'esposizione, l'aggressività climatica e l'area drenata. Aldilà delle variabili in gioco due differenze fondamentali nell'approccio al problema sono le seguenti:

- **L'uso del suolo è considerato come input nella valutazione della suscettività mentre non è trattato nella propensione in quanto oggetto di analisi approfondita e separata attraverso il modello della funzionalità;**
- **Il modello della suscettività è genericamente riferito a tutte le problematiche di dissesto di versante (Comprese le frane profonde e movimenti di massa con cinematismi complesse) mentre quello della propensione è esplicitamente riferito alle frane superficiali, sulle quali si può esercitare l'influenza degli apparati radicali.**

La metodologia seguita per effettuare l'incrocio è riassumibile come segue:

- Acquisizione dei layer vettoriali della suscettività per le classi 4 (Frane attive), 3 (Frane quiescenti) e 3A (Aree a pericolosità geomorfologica elevata).
- Trasformazione di questi livelli vettoriali in un unico strato raster corrispondente a quello della propensione in termini di dimensioni totali e della cella e con il rispettivo valore della classe di suscettività assegnato a ciascun pixel.
- Somma dei due livelli raster in modo da poter valutare i risultati dell'incrocio.

I risultati dell'incrocio effettuato sono sintetizzati nella tabella seguente dove compaiono il numero di celle e le percentuali relative per ogni classe derivante dall'incrocio.



		Susceptibilità al dissesto (Piano di bacino)					
		Susc 3	% Susc 3	Susc 3A	% Susc 3A	Susc 4	% Susc 4
Propensione (Modello neurale)	Classe 1 Bassa	2234	12	4172	5	1493	14
	Classe 2 Medio-bassa	511	3	4007	5	284	3
	Classe 3 Media	7140	38	21752	26	4167	39
	Classe 4 Alta	2069	11	13429	16	1471	14
	Classe 5 Molto alta	7022	37	41892	49	3164	30
		18976	100	85252	100	10579	100

Una confrontabilità effettiva si ha soprattutto con la classe 3A (Pericolosità geomorfologica elevata) di suscettività che esprime, come la propensione, una potenzialità di sviluppo di eventi franosi e non descrive la presenza di dissesti già in corso come nel caso delle classi 3 e 4. I dati indicano un'ottima rispondenza tra i due modelli con quasi il 70% della classe 3A che risulta corrispondere alle classi di propensione elevata e molto elevata del modello neurale. Le percentuali minori che sono riferite alle classi medio-bassa e bassa sono da riferire a situazioni difformi per approssimazioni e differenze locali nei dati di partenza (Ad esempio nella maglia del DEM che influisce sui dati di pendenza) che creano degli "sporchi" al limite di aree a pericolosità elevata in larga parte corrispondenti.

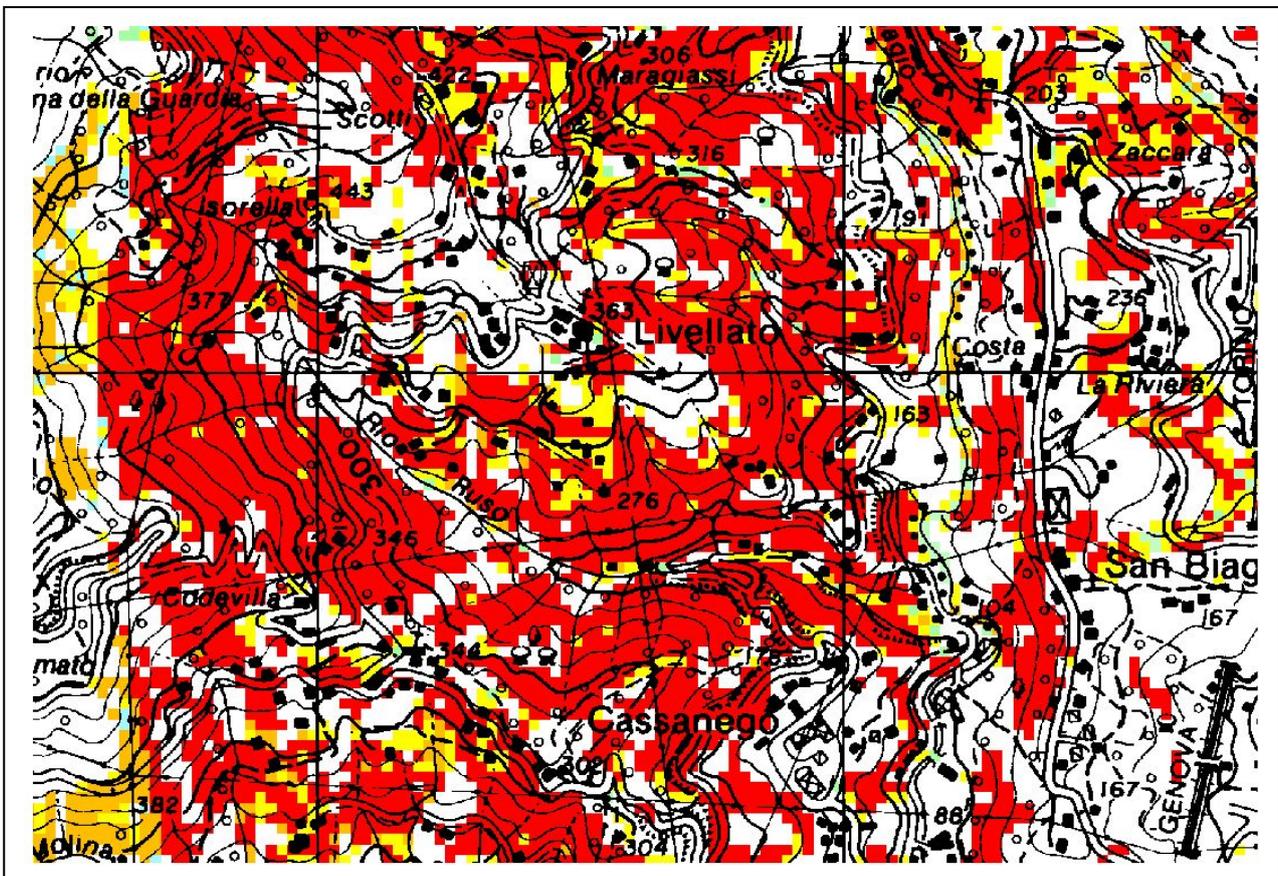


Figura 1: Esempio di incrocio tra aree in classe 3A (Pericolosità geomorfologica elevata) di suscettività) con la propensione del modello neurale. Si nota la netta prevalenza della classe di propensione molto alta (in rosso) e una buona presenza della classe alta (Arancio). Si notano aree marginali in giallo (Classe di propensione media) identificabili soprattutto come pixel di bordo.

Si è già accennato che il confronto ha meno senso nel caso delle frane quiescenti ed attive che sono definite nella suscettività a partire da perimetri cartografici e come tali comprendono spesso ampi settori di versante interessati dalla dinamica di frane a sviluppo lento e complesso. Tali settori possono inglobare zone che localmente dal punto di vista morfologico non hanno elevata propensione allo sviluppo di frane superficiali. Ci si riferisce in particolare a zone sub-pianeggianti che possono essere presenti sia all'interno che al piede del corpo di frana.

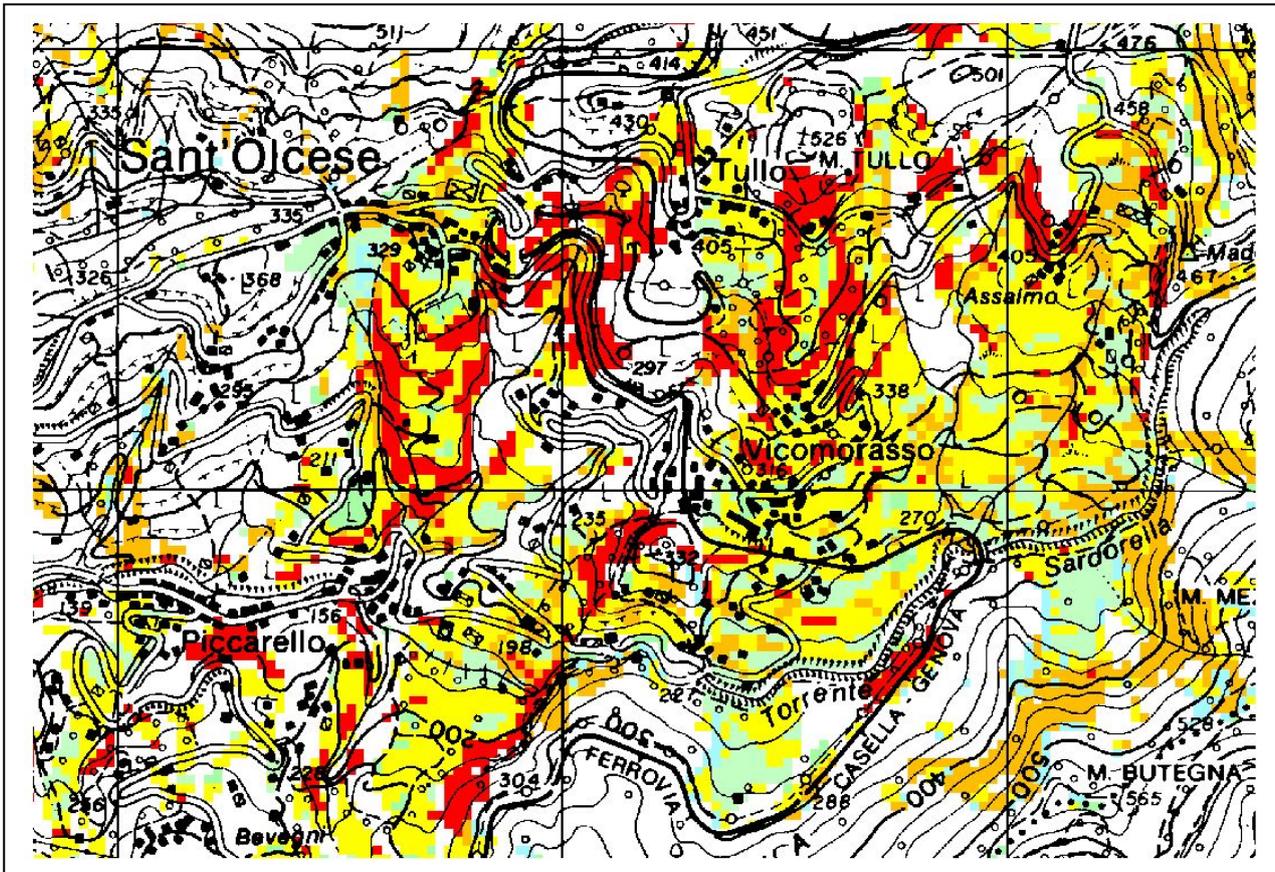


Figura 2: Esempio di incrocio tra aree in frana, attive (Classe 4 di suscettività) e quiescenti (Classe 3 di suscettività) con la propensione del modello neurale. Si nota la presenza di aree subpianeggianti all'interno delle aree genericamente in frana che il modello classifica (verde) come a classe di propensione bassa e medio-bassa. La classe di propensione media è invece raffigurata in giallo, quella alta con l'arancio e la molto alta con il rosso.

4. La funzionalità protettiva della copertura

La definizione della funzionalità protettiva parte da una teorica funzionalità della copertura forestale in condizioni ideali basata essenzialmente sulla specie dominante e sulle caratteristiche dell'apparato radicale in termini di resistenza meccanica. Si fa riferimento in particolare alla capacità di formazione del fittone, alla profondità di radicazione, allo sviluppo laterale in termini di superficie esplorata, alla resistenza meccanica ed alla durabilità, intesa come mantenimento delle proprietà meccaniche dopo la morte, anche in relazione all'ambiente climatico proprio di ciascuna specie; le modalità di definizione di ciascuna proprietà sono illustrate nella tabella seguente.

caratteristica	sigla	modalità di classificazione
presenza del fittone	F	assente
		temporanea o incerta
		costante
profondità di radicazione	P	superficiale
		moderata o incerta
		elevata
sviluppo laterale	S	scarso
		intermedio o incerto
		ampio
resistenza meccanica	R	scarsa
		intermedia o incerta
		elevata
durabilità dei tessuti	D	scarsa
		intermedia o incerta
		elevata

Questa funzionalità teorica del soprassuolo viene poi modulata in funzione di una serie di variabili che da una parte descrivono lo stato reale del soprassuolo e dall'altra valutano l'influenza dei fattori esterni. Il modello della funzionalità è stato elaborato solo su di una parte dell'alto bacino del torrente Polcevera corrispondente ai fogli della CTR n° 213030, 213040, 213070, 213080, 214050 poiché richiede un lavoro molto oneroso di fotointerpretazione e controllo a terra delle variabili.

Le modalità di elaborazione delle variabili in gioco per la funzionalità protettiva derivano invece sostanzialmente da fotointerpretazione delle foto aeree del Volo IT2000, coadiuvata da rilievi a terra per le situazioni dubbie. Operativamente si è partiti dalla carta dell'uso SPIRL e sono state effettuate numerose modifiche e divisioni più dettagliate costruendo un nuovo tematismo di copertura del suolo in modo da poter assegnare ad ogni poligono un valore per ognuna delle 8 variabili considerate ed elencate di seguito. Per la definizione di alcune di queste variabili ci si è avvalsi anche dei rilievi a terra e di alcune informazioni ausiliarie come ad esempio la cartografia delle aree incendiate per i disturbi vari non direttamente connessi alla gestione forestale.

Le variabili prese in considerazione e valutate per ogni unità di territorio sono le seguenti:

Funzionalità protettiva potenziale: relativa ad un ipotetico soprassuolo in condizioni ottimali ed in piena maturità.



Copertura vegetale dominante: Descrive il portamento della Copertura vegetale dominante

Lacunosità: Tiene conto della porzione di superficie del terreno presumibilmente esplorata dagli apparati radicali della copertura dominante.

Copertura secondaria: Descrive in modo qualitativo la vegetazione presente nelle lacune della copertura dominante

Disturbi gestionali: Stima gli effetti sia diretti sia indiretti dell'insieme delle attività connesse allo sfruttamento ed alla gestione del soprassuolo sulla consistenza e vitalità degli apparati radicali. In funzione delle particolari caratteristiche dei soprassuoli liguri è stata inclusa nella valutazione anche la non gestione, ovvero l'abbandono di soprassuoli intensamente gestiti nel passato che induce condizioni sfavorevoli di disequilibrio.

Disturbi vari: Si tratta di fenomeni quali incendi, danni da vento o galaverna che non sono direttamente connessi con le scelte di tipo pianificatorio ma che possono determinare ulteriori riduzioni della funzionalità potenziale

Sistemazioni: Stima l'effetto positivo associato alla presenza di eventuali sistemazioni idraulico-forestali ed alla loro distribuzione sul territorio

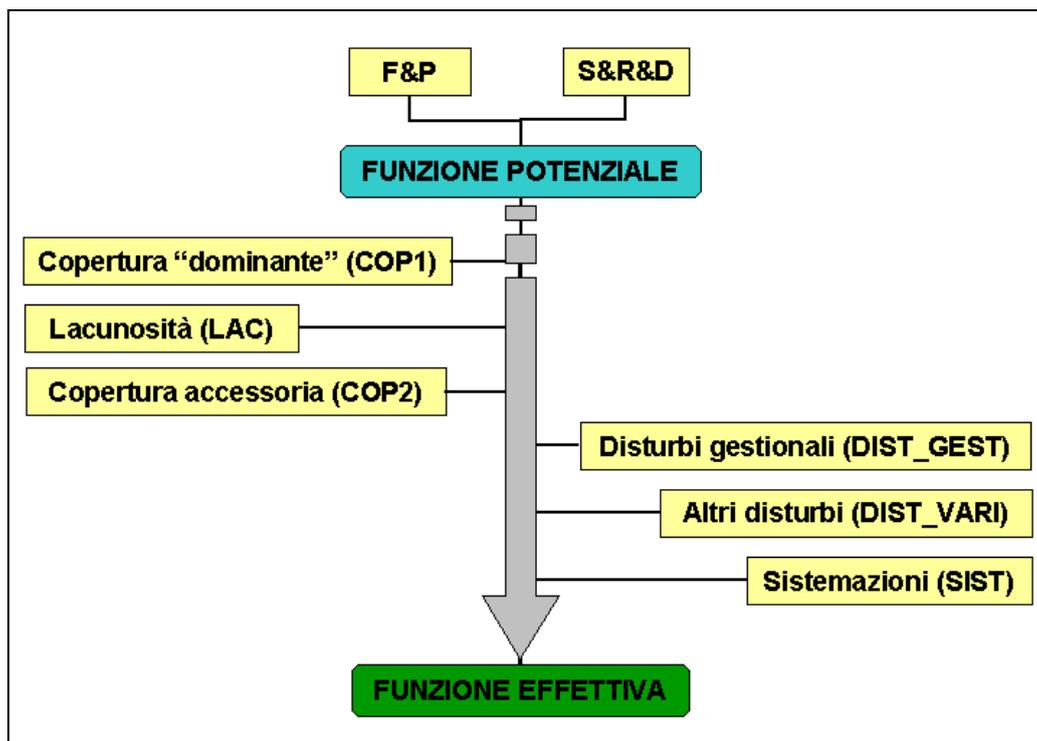


Figura 3: Metodo di elaborazione della funzionalità protettiva a partire dalla funzione potenziale modulata in base ad una serie di variabili che descrivono fattori “interni” ed esterni alla copertura.

6. Indici descrittivi e gestionali

L'incrocio di funzionalità e propensione, previa trasformazione delle classi in valori numerici fra 0 ed 1, permette di configurare quattro indici complessi. Due presentano un carattere più descrittivo e riconsiderano la potenzialità protettiva del soprassuolo per definire il suo grado di esplicazione nell'effettivo contenimento dei dissesti; ciascuna cella o unità cartografica viene quindi inquadrata sia sotto forma di bilancio propensione/funzionalità (GRADO DI EQUILIBRIO), sia di “valore” associabile al popolamento in termini di protezione (VALORE DI PROTEZIONE). Gli altri due indici assumono invece un'accezione prettamente pianificatoria e riguardano la formulazione di un livello di vincolo nei confronti di modalità di gestione orientate esclusivamente allo sfruttamento delle risorse vegetali (GRADO DI VINCOLO) e l'individuazione, almeno in via preliminare, delle aree dove concentrare eventuali interventi miglioratori della capacità protettiva (PRIORITA' DI



INTERVENTO). Il valore di ognuno degli indici viene calcolato a partire da modelli matematici appositamente predisposti e riferiti all'aspetto di protezione dai fenomeni franosi superficiali.

Il grado di equilibrio descrive appunto quanto siano equilibrate fra loro la tendenza ai dissesti del territorio e la capacità protettiva del soprassuolo (EQUI_STAB) e deriva da una semplice differenza aritmetica tra funzionalità del soprassuolo (FUNZ_STAB) e propensione della stazione (PROP_STAB), standardizzata nell'intervallo 0 – 1. Valori prossimi a 0,5 indicano situazioni con livelli praticamente equivalenti dei due fattori, per i quali è plausibile ritenere che le possibilità protettive della cenosi vegetale siano proporzionate alla suscettività alle frane superficiali. Al crescere dell'indice aumenta la “garanzia” di stabilità, evidenziando addirittura un eventuale “eccesso” protettivo, nel senso che la funzionalità non viene completamente esplicata; bassi valori corrispondono invece a situazioni critiche, in cui le caratteristiche protettive della vegetazione sono presumibilmente insufficienti per prevenire i dissesti. In base a questi criteri EQUI_STAB può essere utilizzato per definire le diverse situazioni delle unità di territorio analizzate.

Il valore di protezione della copertura vegetale nei confronti della stabilità dei versanti (VAL_STAB) descrive il livello con cui la funzionalità potenziale si esplica in un determinato contesto stazionale, risultando quindi funzione diretta anche della propensione ai fenomeni franosi superficiali. Il modello interpretativo si basa su un sistema di funzioni sigmoidi inverse che calcola VAL_STAB come valore compreso fra 0 ed 1, classificandolo in tre classi di eguale ampiezza. Soprassuoli scadenti dal punto di vista protettivo, quindi con bassi livelli di FUNZ_STAB, non assumeranno mai valori di protezione elevati, mentre soprassuoli in condizioni funzionali ottimali avranno valori trascurabili a livelli bassi di PROP_STAB, e raggiungeranno gradi consistenti a partire da propensioni modeste. In maniera ancora più marcata, in situazioni di massima suscettività il modello individua valori di protezione elevati e molto elevati già con funzionalità modeste o intermedie.



Il grado di vincolo per una gestione compatibile con la stabilità dei versanti (VINC_STAB) assume un significato rilevante nel contesto della pianificazione forestale, e territoriale in genere, in quanto definisce il livello di condizionamento d'uso delle risorse legnose e vegetali rispetto a forme di utilizzazione orientate a fini prettamente produttivi. Tale indice, in concorso con gli analoghi riferiti alle altre funzionalità di protezione, trova applicazione elettiva nell'individuazione dei boschi di protezione. Con grado di vincolo basso o nullo sarà possibile applicare metodi di gestione intensivi, mentre con gradi intermedi saranno ammessi solamente sistemi di utilizzazione "conservativi" ovvero sistemi di taglio, concentramento ed esbosco che garantiscano la maggiore integrità possibile sia degli apparati radicali che degli orizzonti edafici; a valori massimi di VINC_STAB dovranno essere associati soprassuoli di protezione, dove saranno ammessi esclusivamente interventi tesi a mantenere o migliorare la funzionalità protettiva. Anche per questo indice la combinazione delle grandezze FUNZ_STAB e PROP_STAB è stata realizzata ricorrendo ad un sistema di funzioni sigmoidi inverse e suddividendo i valori risultanti in tre classi. L'impostazione concettuale è di conservare i soprassuoli con le migliori caratteristiche funzionali laddove siano presumibilmente necessari al mantenimento dell'equilibrio esistente, ovvero in situazioni in cui le probabilità di dissesto sono maggiori. Le classi di minore propensione escludono ogni tipo di vincolo; nelle classi intermedie il condizionamento cresce all'aumentare della funzionalità della copertura vegetale, mentre in caso di elevata propensione viene riconosciuto un certo grado di vincolo per qualsiasi livello di funzionalità, il che significa condizionare la gestione di tutte le cenosi vegetali presenti, ancorché scarsamente protettive.

L'indice di priorità di intervento (PRIOR_STAB) rappresenta un utile strumento di pianificazione forestale qualora si dovesse, parallelamente alla definizione della destinazione d'uso prevalente delle risorse vegetali (boschi di produzione, di protezione, o a funzioni miste), identificare le zone in cui è più opportuno concentrare eventuali opere di miglioramento dei soprassuoli con finalità protettive e/o interventi di sistemazione idraulico-forestale. L'impostazione adottata è orientata a



prevenire i dissesti piuttosto che a tentare di correggere situazioni già compromesse; su una frana in atto, infatti, il miglioramento della copertura vegetale può essere previsto solo dopo la “bonifica” di tutto il versante con modalità progettuali ed esecutive che esulano dal quadro pianificatorio dell'asestamento forestale. Un possibile ambito di applicazione di uno strumento del tipo descritto può essere rappresentato dai Piani di Assetto Idrogeologico (PAI) adottati dalle Autorità di Bacino a livello di bacini idrografici più o meno ampi. L'indice configurato costituisce uno strumento in grado di identificare le situazioni dove gli interventi prospettati sono in grado di produrre i migliori effetti in termini di costi-benefici e la loro fattibilità. Il giudizio sull'opportunità ipotetica degli interventi miglioratori, articolato in tre classi, tiene conto dei seguenti criteri:

- trascurare le zone in cui la funzionalità della vegetazione è elevata, dove il margine di miglioramento delle opere è comunque scarso;
- scartare le situazioni di minore propensione al dissesto che non richiedono livelli elevati di protezione;
- identificare le realtà con propensione medio-alta e scarsa funzionalità, per le quali è auspicabile un miglioramento della copertura vegetale;
- escludere le zone caratterizzate dai maggiori livelli di propensione, dove le caratteristiche geo-litologiche e/o morfologiche (litotipi, pendenze, affioramenti rocciosi, dissesti in atto, etc.) determinano maggiori probabilità di fallimento degli interventi e dove le condizioni operative sono più onerose;
- valutare la possibilità che gli stessi interventi producano effetti destabilizzanti o comunque negativi, come nel caso dell'apertura di una pista di accesso in una zona con forte propensione all'instabilità;
- attribuire livelli più bassi di priorità alle situazioni caratterizzate da scarsa funzionalità associata a coperture erbacee o arbustive molto aperte, le quali sono spesso riferibili a

stazioni con notevoli limitazioni edafiche (affioramenti rocciosi, zone con processi erosivi in corso, etc.) poco favorevoli alla buona riuscita degli interventi miglioratori.

Dal punto di vista della progettazione esecutiva e della realizzazione delle opere, risulta comunque necessario rileggere PRIOR_STAB alla luce delle reali condizioni ambientali delle singole unità territoriali. Ciò potrà essere agevolato dalle altre informazioni disponibili, già utilizzate all'interno del sistema valutativo configurato o del GIS ad esso associato, riguardo ad esempio litologia, pendenza, eventualmente integrate da altri dati.

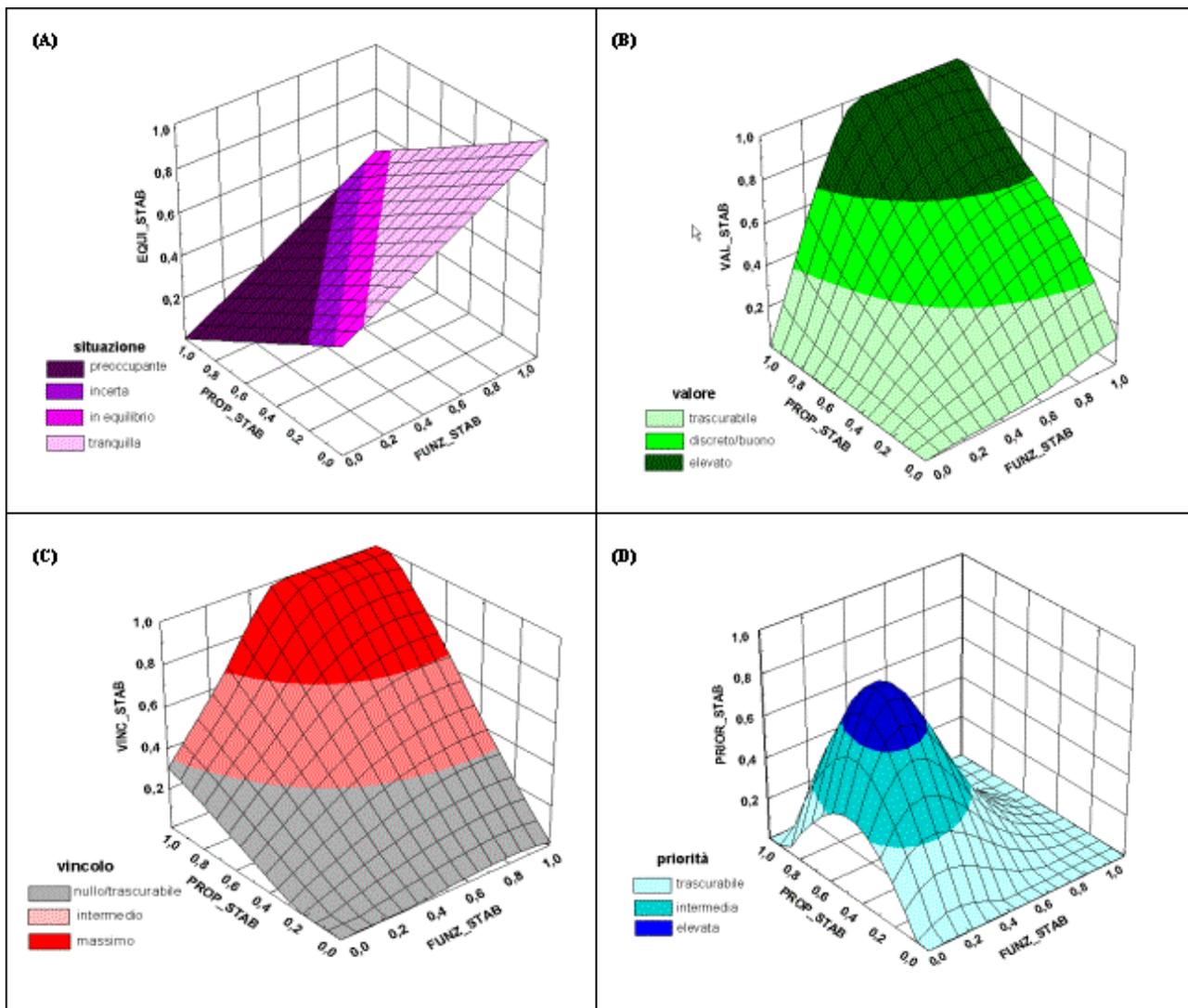


Figura 4: Modelli matematici adottati per la definizione dei 4 indici: Equilibrio, valore di protezione, vincolo e priorità di intervento.



Una volta calcolati gli indici per ogni cella elementare del territorio è possibile anche calcolare ad esempio il valore medio che questi assumono all'interno dei poligoni di una copertura vettoriale. Questo aumenta la possibilità di applicazione degli indici in quanto oggetto della gestione non possono essere tanto le singole celle 20x20 metri sul territorio ma piuttosto settori o particelle definite omogenee nell'ambito di un processo di pianificazione o di assestamento forestale. Nel caso specifico la procedura è stata svolta utilizzando i poligoni della copertura precedentemente fotointerpretata e nelle pagine che seguono abbiamo riportato come esempi una carta del vincolo ed una della priorità di intervento costruite attribuendo appunto il valore medio dei rispettivi indici ad ogni singola unità cartografica.

