

Il sistema informativo CISA per gli assorbimenti di CO₂ e la biomassa forestale utilizzabile

Andrea Barbabella, coordinatore scientifico della Ricerca
mail to [*barbabella@centrocisa.it*](mailto:barbabella@centrocisa.it)

La gestione forestale e la lotta al cambiamento climatico

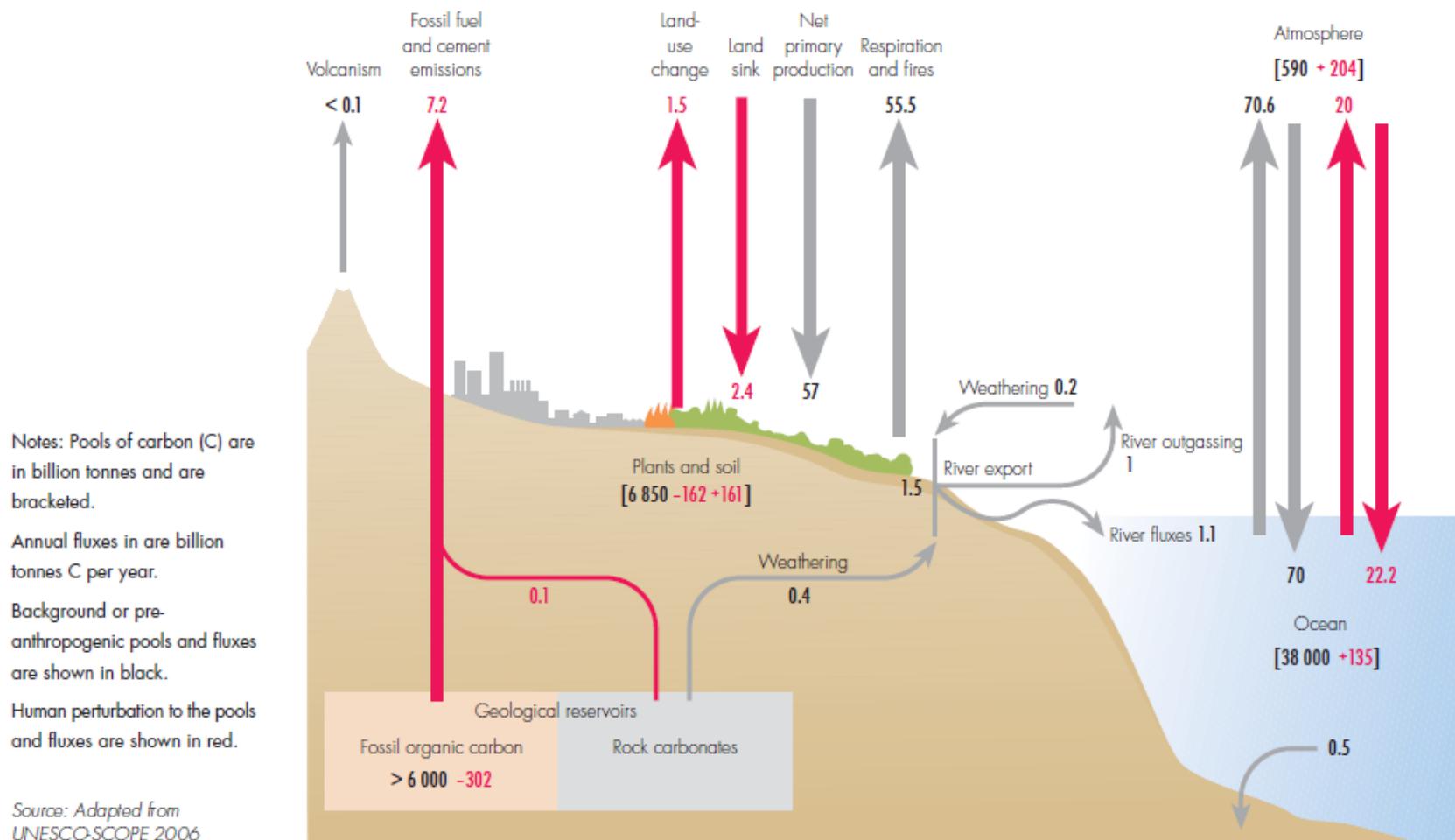
Secondo l'IPCC “sul lungo termine, una strategia di gestione forestale sostenibile deve tendere a conservare o incrementare lo stock di carbonio forestale, fornendo al tempo stesso una rilevante resa annuale di materia e energia dal bosco”.

Si possono indicare 3 strategie forestali per la lotta al cambiamento climatico:

1. La conservazione e l'espansione, che passa innanzitutto attraverso la lotta alla deforestazione e agli incendi che insieme rappresentano la seconda causa di emissioni di gas serra a livello mondiale;
2. La gestione, incentivando il miglioramento degli aspetti qualitativi dei boschi, che a livello europeo, in un contesto caratterizzato da boschi in espansione, rappresenta la linea di intervento più promettente;
3. La sostituzione, utilizzando la biomassa forestale in luogo dei combustibili fossili, naturalmente garantendo il rispetto del criterio di rinnovabilità che consente di ipotizzare un ciclo di carbonio a saldo nullo (la CO₂ liberata viene nuovamente assorbita dalla ricrescita del bosco).

Il ciclo del carbonio

Figure 2.19 The (2000–2005) global carbon cycle



Il sistema informativo di CISA: architettura

Sf_GIS_2.0 si articola in 3 livelli distinti:

1. **Il patrimonio forestale:** fornisce le informazioni di base sul patrimonio forestale comunale, dalla forma di governo al volume di biomassa epigea fino agli incrementi medi;
2. **Gli assorbimenti forestali di CO₂:** illustra i dati relativi al bilancio dei flussi di CO₂ dai boschi, in peso di CO₂ emessa o assorbita in un anno solare, al netto delle perdite (quali incendi, prelievi, mortalità naturale); include uno strato che fornisce alcune informazioni a livello delle singole particelle catastali, e in particolare una stima dei crediti forestali di carbonio;
3. **La biomassa utilizzabile nello scenario di gestione forestale CISA:** riporta i quantitativi di biomassa forestale che, in uno scenario di gestione sostenibile definito dal CISA, possono essere utilizzati a scopi umani, in modo distinto in funzione dell'utilizzo finale del legname, uso energetico o da opera; ipotizza anche una serie di bacini di sfruttamento ottimali basati su una filiera che minimizza i costi ambientali ed economici del prelievo legnoso.

Il sistema informativo di CISA: elementi metodologici

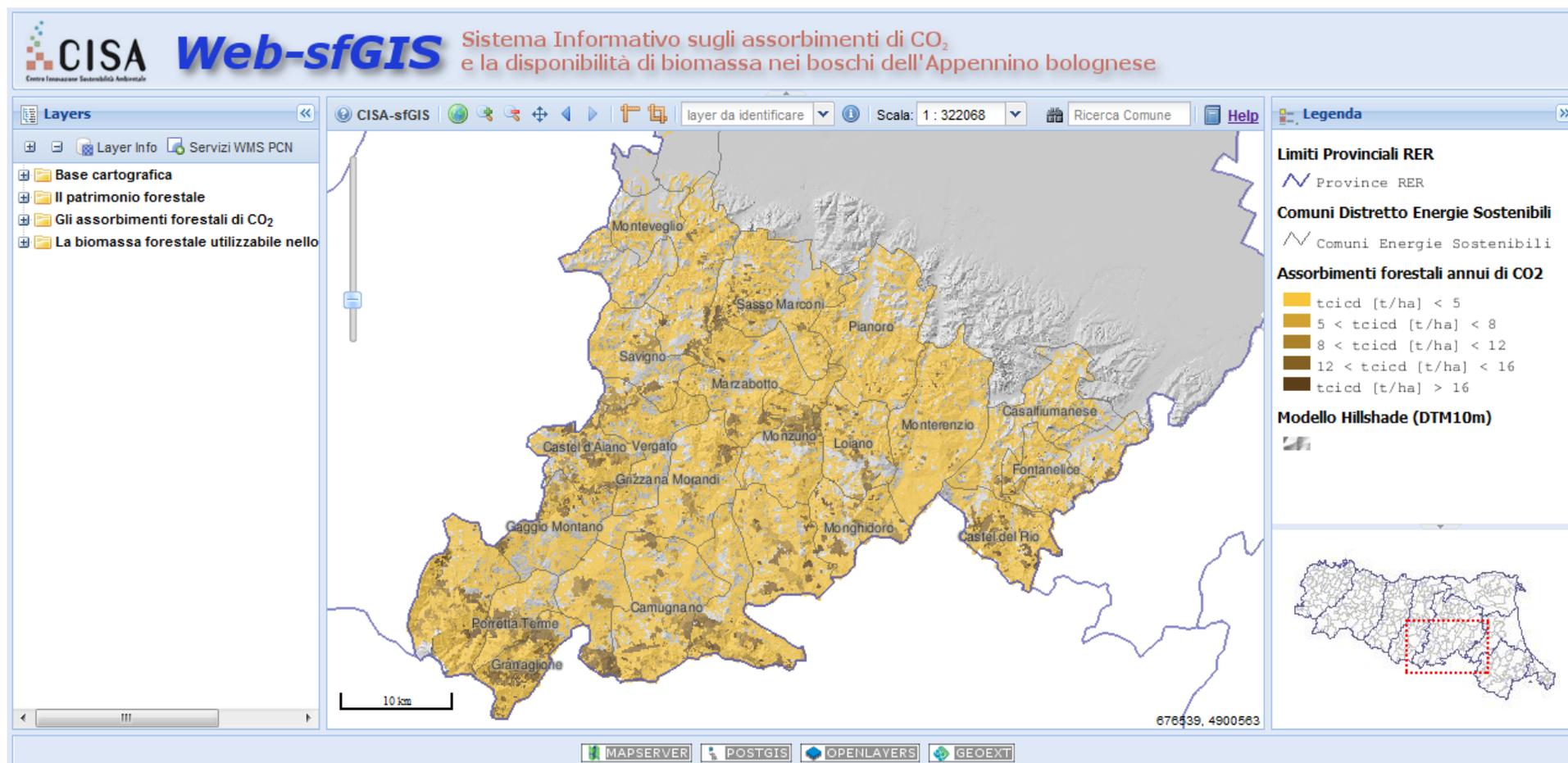
Dal punto di vista metodologico Sf_GIS_2.0 si basa su due principali elementi caratteristici:

- 1) Il ricorso alla metodologia sviluppata dall'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) e adottata dall'Italia per la rendicontazione delle emissioni nell'ambito del Protocollo di Kyoto e della Convenzione Quadro sul Cambiamento Climatico dell'ONU (UNFCCC);
- 2) La trasposizione del modello ISPRA dalla scala nazionale a quella comunale fino alla singola particella forestale, attraverso l'utilizzo di Sistemi Informativi Geografici (GIS) che consentono di spazializzare parametri medi in funzione delle specifiche caratteristiche del territorio analizzato.

Altri due aspetti caratterizzano la proposta CISA: l'integrazione di metodi di analisi di ciclo di vita (LCA) per la ottimizzazione delle fasi di prelievo-trasporto-distribuzione della biomassa ad uso energetico; l'integrazione della analisi spaziale con la carta catastale, primo passo verso la costruzione di un catasto dei crediti di carbonio forestale.

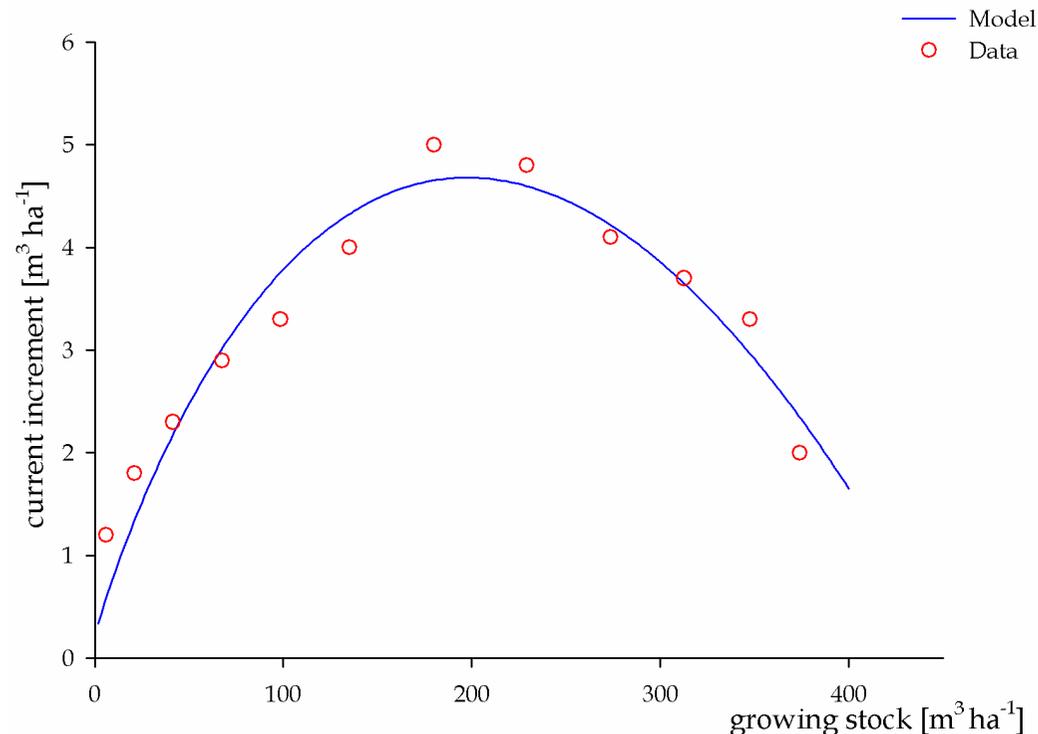
Il sistema informativo di CISA: elementi metodologici

Tutto il sistema è reso accessibile attraverso un web-Gis (<http://sfgis.cisamap.it/>), consentendo sia la navigazione che la possibilità di scaricare integralmente il geo-database



Il sistema informativo di CISA: l'applicazione di For-Est

Il punto di partenza nella costruzione dei primi due livelli è l'applicazione a scala comunale del modello *For-Est* di ISPRA. Questa consente di stimare gli incrementi correnti annui a partire dai dati di provvigione (*growing stock*) attraverso le funzioni di crescita di Richards. Queste vengono definite una per ogni famiglia forestale, per via empirica attraverso una operazione di *fitting non lineare* dei dati delle *Tavole alsometriche* regionali e nazionali.



Il sistema informativo di CISA: l'applicazione di For-Est

Una volta determinati i parametri delle funzioni di Richards per i comuni dall'Appennino bolognese, queste sono state applicate al dato di provvigione totale comunale, stimato a partire dalle superfici desunte dalla Carta Forestale Provinciale e dai valori di provvigione per ettaro pubblicati nell'Inventario Forestale dell'Emilia Romagna, ottenendo gli incrementi correnti.

Questi rappresentano l'accrescimento teorico (lordo) dei boschi, e vengono successivamente corretti per tener conto della mortalità naturale, degli incendi (dati del Corpo Forestale dello Stato) e dei prelievi (stime su dati ISTAT). In questo modo è possibile ricostruire una serie storica (dal 2000) e le variazioni nette annue degli stock di biomassa e carbonio forestale, e giungere tra gli altri agli assorbimenti di CO₂ (come variazione netta dello stock di CO₂ immagazinata dai sistemi forestali).

$$\frac{dy}{dt} = \frac{k}{v} \cdot y \cdot \left[1 - \left(\frac{y}{a} \right)^v \right] + y_0$$

Il sistema informativo di CISA: la spazializzazione della biomassa

Sono tre i principali dati medi comunali tradotti in continuità spaziale: lo stock di biomassa e CO₂, la variazione dello stock e gli incrementi medi. I parametri di spazializzazione sono diversi in quanto fattori diversi influenzano queste grandezze, e in particolare:

Per gli stock si tiene conto:

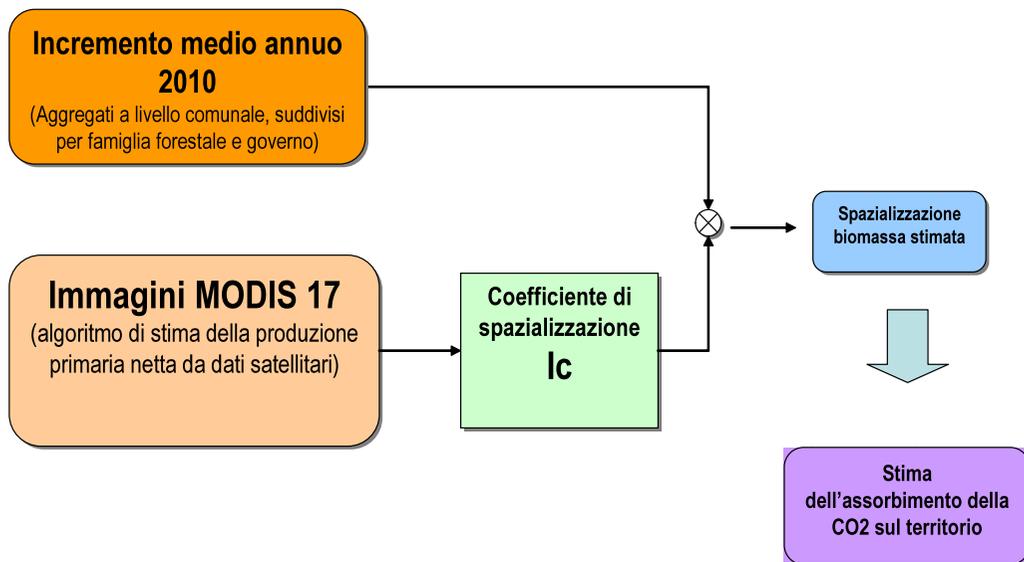
- Della struttura e dimensioni del bosco (in modo descrittivo: Bosco basso, alto, composito...), così come indicate nella carta forestale regionale;
- Del grado di copertura boschiva, così come indicato nella carta forestale regionale;

Per le variazioni di stock si fa riferimento agli indici di accrescimento) ricavato dall'elaborazione dei prodotti MODIS 17, un algoritmo messo appunto dalla NASA per la stima della produzione primaria a partire da rilevamenti satellitari

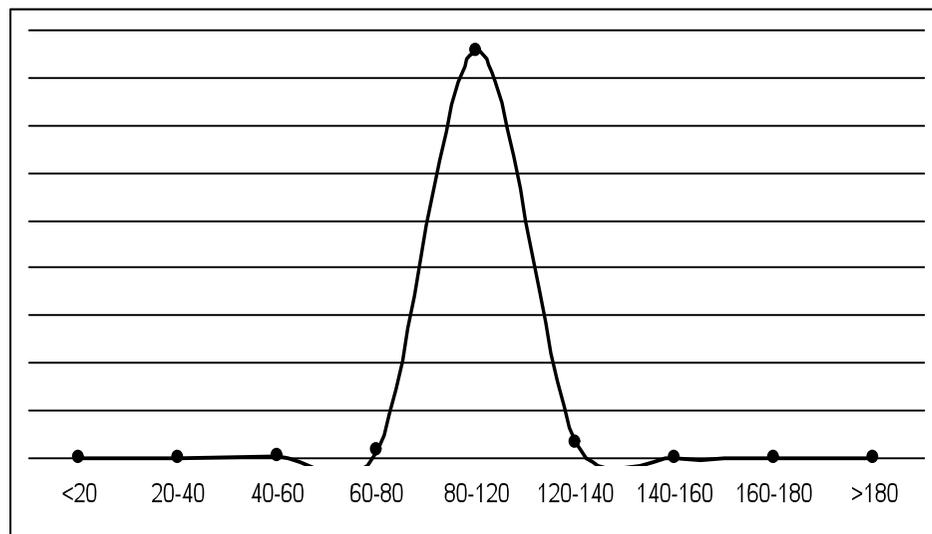
Per gli incrementi medi si fa riferimento ad un indice di fertilità variabile sul territorio in dipendenza di quattro fattori principali:

- esposizione
- altitudine s.l.m.;
- pendenza;
- natura geo-litologica.

Il sistema informativo di CISA: la spazializzazione della biomassa



A titolo di esempio a sx si illustra lo schema a blocchi dell'algoritmo di spazializzazione degli incrementi correnti e una curva di distribuzione tipica di una specifica famiglia forestale. Quest'ultima mette in evidenza il criterio prudenziale che ha imposto di limitare la possibilità di variare gli incrementi correnti all'interno di un range +/-40%.



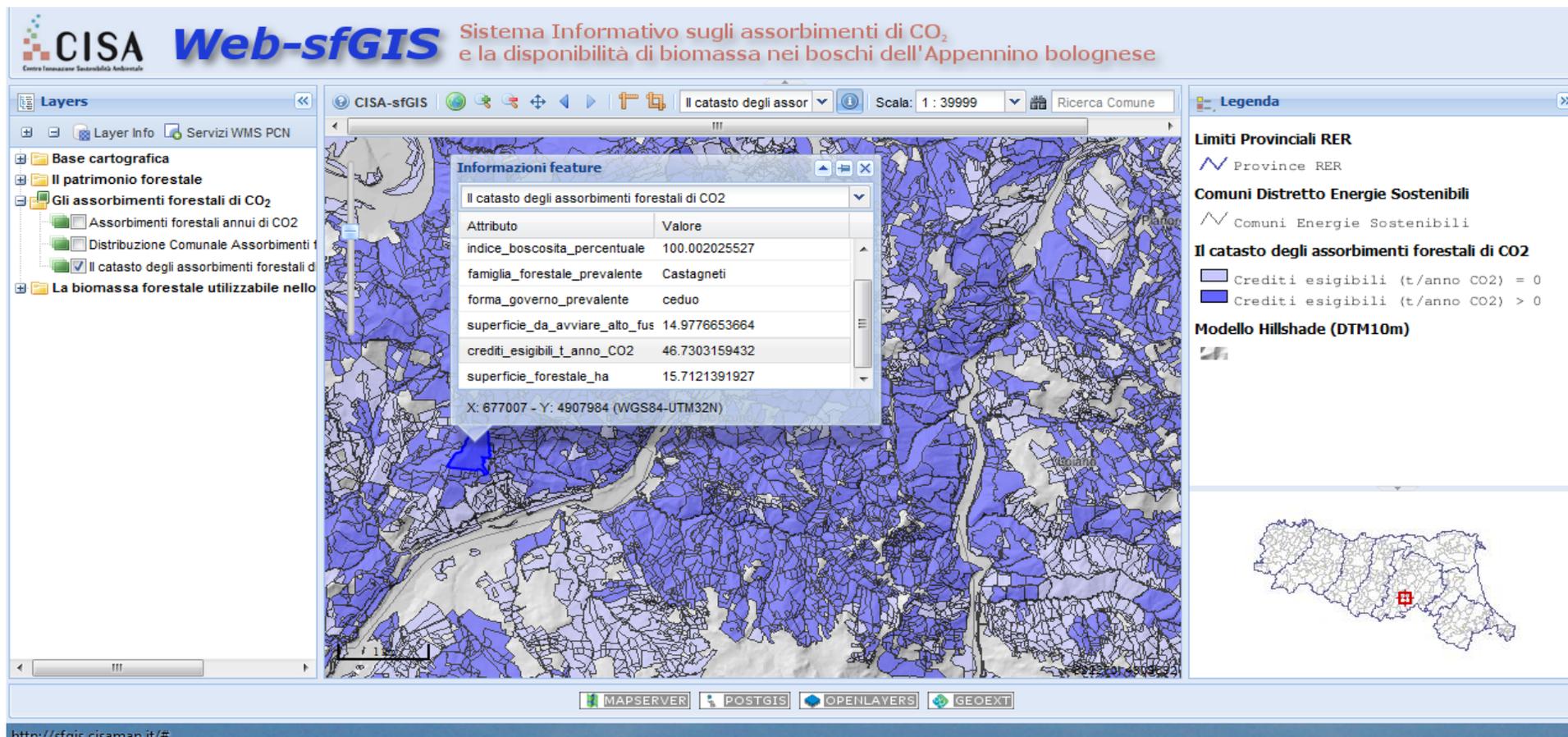
Il sistema informativo di CISA: il catasto del carbonio forestale

Il CISA ha promosso uno studio per valutare la possibilità di costruire un sistema di certificazione di crediti forestali di carbonio sul mercato volontario. A differenza di quanto accade attualmente, i certificati non fanno riferimento a iniziative di forestazione ma a interventi di gestione forestale e in particolare di avviamento ad alto fusto di cedui invecchiati. La metodologia di calcolo dei crediti è la medesima adottata nel Sf_GIS_2.0, e quindi accreditata presso la stessa UNFCCC.

In particolare si è voluto verificare se tale sistema potesse essere redditizio in un contesto come quello dei comuni dell'Appennino bolognese e applicabile sia a proprietà pubblica che privata. Lo studio, svolto dalla società E-Cube specializzata nel settore, ha dato esito positivo in entrambi i casi.

Attraverso il GIS la mappa catastale è stata collegata al geo-database di Sf_GIS_2.0, consentendo di estrarre per ogni singola particella catastale una serie di informazioni, a partire dalla estensione superficiale, alla forma di governo fino al quantitativo di t CO₂ che potrebbero essere assorbito (e certificato) con l'avviamento ad alto fust

Il sistema informativo di CISA: il catasto del carbonio forestale



CISA Web-sfGIS Sistema Informativo sugli assorbimenti di CO₂ e la disponibilità di biomassa nei boschi dell'Appennino bolognese

Layers

- Base cartografica
- Il patrimonio forestale
 - Gli assorbimenti forestali di CO₂
 - Assorbimenti forestali annui di CO₂
 - Distribuzione Comunale Assorbimenti
 - Il catasto degli assorbimenti forestali di CO₂
 - La biomassa forestale utilizzabile nello

Informazioni feature

Il catasto degli assorbimenti forestali di CO₂

Attributo	Valore
indice_boscovita_percentuale	100.002025527
famiglia_forestale_prevalente	Castagneti
forma_governo_prevalente	ceduo
superficie_da_avviare_alto_fus	14.9776653664
crediti_esigibili_t_anno_CO2	46.7303159432
superficie_forestale_ha	15.7121391927

X: 677007 - Y: 4907984 (WGS84-UTM32N)

Legenda

- Limiti Provinciali RER
 - Province RER
- Comuni Distretto Energie Sostenibili
 - Comuni Energie Sostenibili
- Il catasto degli assorbimenti forestali di CO₂
 - Crediti esigibili (t/anno CO₂) = 0
 - Crediti esigibili (t/anno CO₂) > 0
- Modello Hillshade (DTM10m)

MAPSERVER POSTGIS OPENLAYERS GEOEXT

<http://sfqis.cisamap.it/#>

Il sistema informativo di CISA: lo scenario di utilizzazione CISA

Non è possibile indicare un quantitativo di biomassa che può essere prelevata da un bosco senza specificare i criteri e le condizioni di utilizzo. Stimare questo quantitativo attraverso gli incrementi correnti significa considerare permanente la condizione attuale dei boschi, non ottimale né per la cattura di CO₂ né la per la produzione di biomassa.

In questo contesto il CISA ha elaborato un proprio scenario di gestione forestale, sostenibile, in grado di rispettare la rinnovabilità della risorsa boschiva e tutelare le altre valenze ambientali. Questo scenario prevede un riequilibrio degli usi forestali, da una situazione fortemente sbilanciata sul ceduo, peraltro generalmente inutilizzato, ad una con una maggiore quota di superfici a fustaia e a protezione ambientale.

I criteri di utilizzazione della superficie forestale dello scenario CISA (in ordine di priorità)

Sono riclassificate come non utilizzabili tutte le piantagioni, le aree protettive e quelle soggette a vincolo secondo il PTCP o in fascia di accessibilità 4, comunemente considerate non raggiungibili.

Sono classificate come utilizzabili a fustaia tutte le aree attualmente classificate come tali e quelle classificate:

- *fuori dalle Aree protette, come ceduo invecchiato;*
- *nelle Aree protette (SIC, ZPS e Parchi esclusa la zona A già vincolata):*
- *in zona B, come ceduo;*
- *in zona non B, come ceduo in fascia di accessibilità 3 e come ceduo invecchiato in fascia di accessibilità 1-2.*

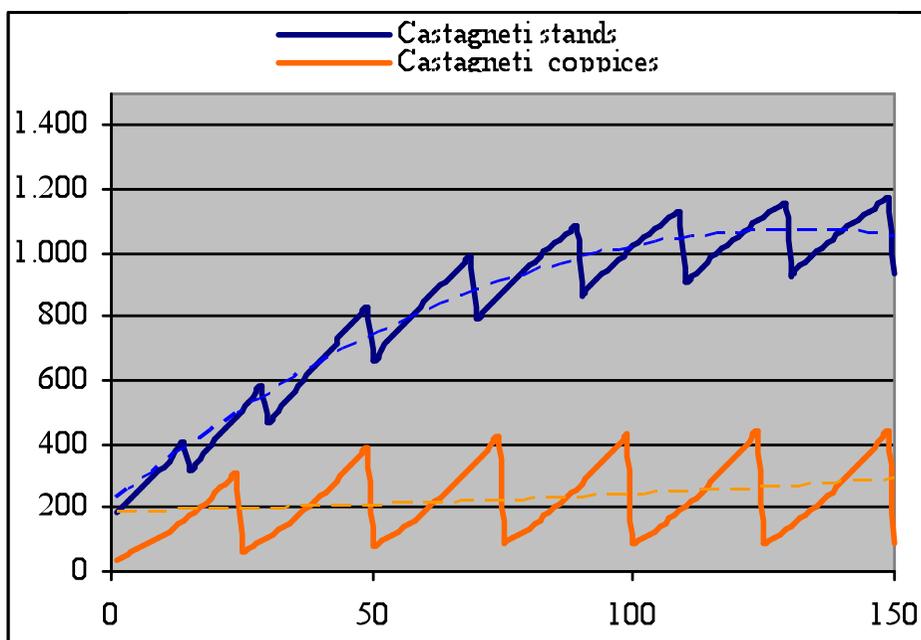
Sono classificate come utilizzabili a ceduo tutte le quelle aree classificate :

- *fuori dalle Aree protette, come ceduo non invecchiato;*
- *nelle Aree protette (SIC, ZPS e Parchi esclusa la zona A già vincolata) in zona non B, come cedui non invecchiato in fascia di accessibilità 1 e 2.*

Il sistema informativo di CISA: lo scenario di utilizzazione CISA

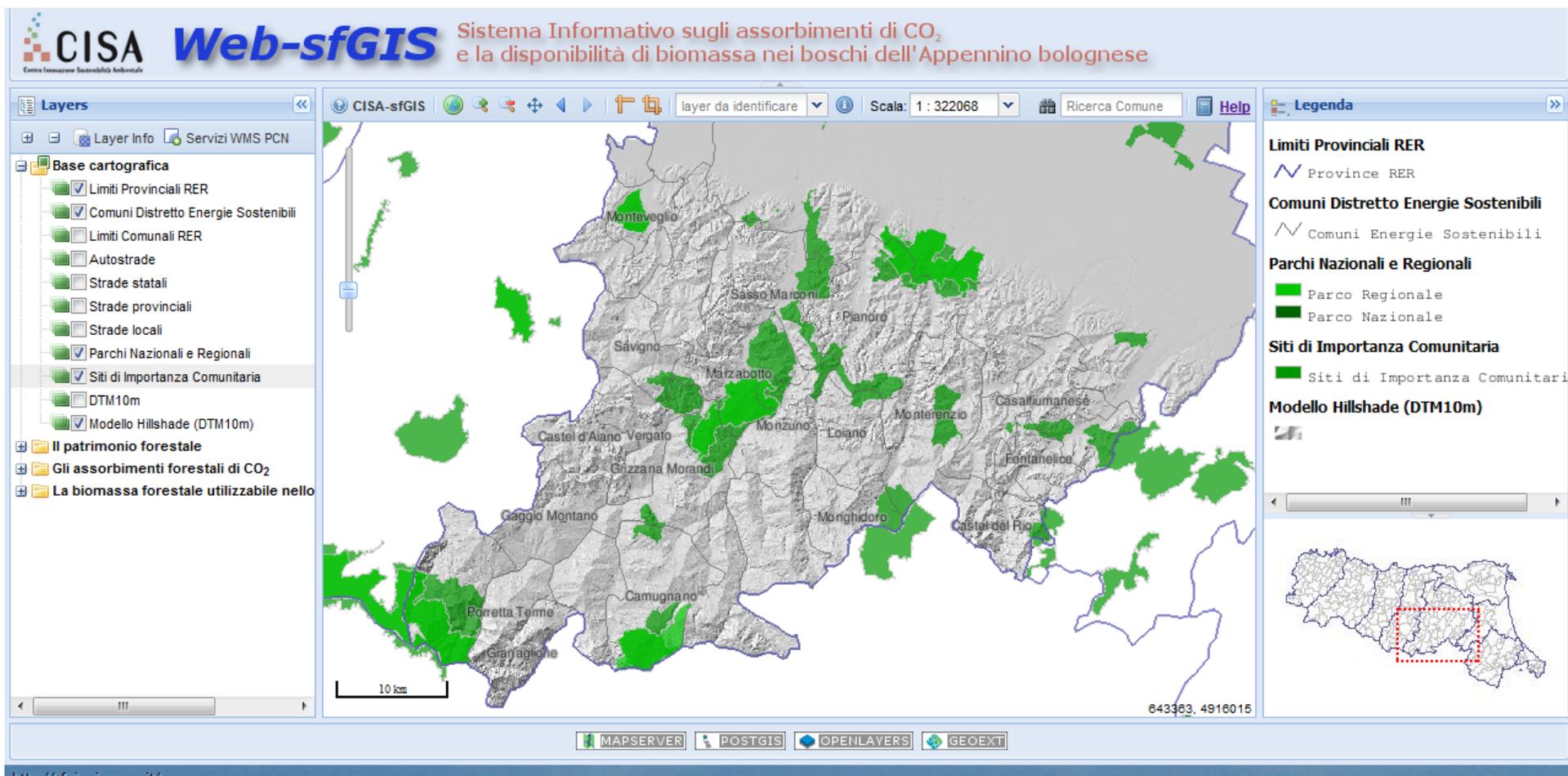
Una volta definita la composizione della nuova mappa degli usi forestali, sono stati applicati dei valori di incremento medio per ettaro dedotti con le funzioni di Richards. Tali incrementi rappresentano il quantitativo medio annuo che può essere prelevato passando dallo stato attuale ad una situazione di maturità dei boschi.

La biomassa viene distinta in funzione dell'utilizzo secondo il criterio che vede tutto l'incremento dei cedui avviato ad uso energetico, mentre nel caso delle fustaie solo il 30% della biomassa prelevata può essere utilizzata a tale scopo, mentre la parte rimanente rientra nella filiera del legname da opera.



Il grafico mostra come incidono diversamente sugli stock di biomassa epigea (mc/ha) una gestione a ceduo e una conversione a fustaia (a partire dallo stesso ceduo invecchiato)

Il sistema informativo di CISA: principali risultati del livello 1



Il sistema informativo di CISA: principali risultati del livello 1

CISA Web-sfGIS Sistema Informativo sugli assorbimenti di CO₂ e la disponibilità di biomassa nei boschi dell'Appennino bolognese

Layers: CISA-sfGIS, Superficie forestale, Scala: 1 : 39999, Ricerca Comune

Informazioni feature

Attributo	Valore
comune	MONZUNO
governo_cf	ceduo semplice invecchiato
specie	Roverella
uso_lulucf	productive
governo_lulucf	coppices
famiglia_lulucf	Querceti xero filii

X: 678008 - Y: 4908662 (WGS84-UTM32N)

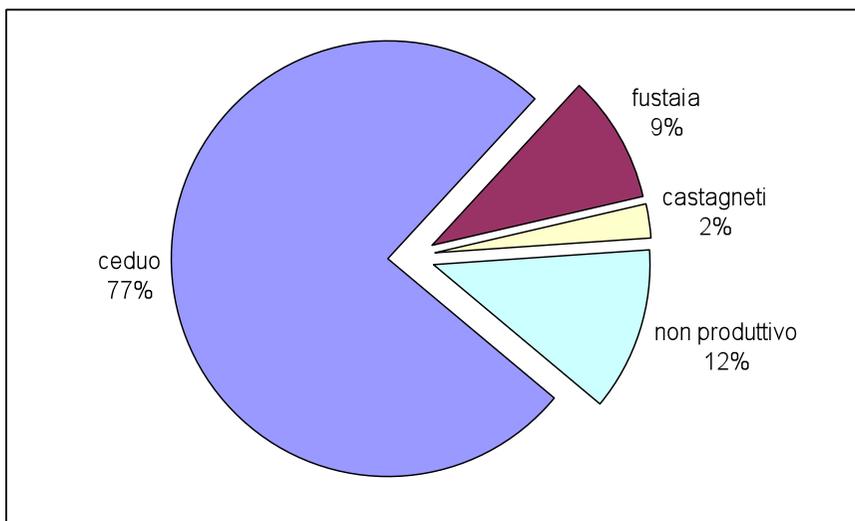
Legenda

- Limiti Provinciali RER
 - Province RER
- Comuni Distretto Energie Sostenibili
 - Comuni Energie Sostenibili
- Superficie forestale suddivisa per famiglia e governo
 - Abetine, ceduo matricinato
 - Abetine, ceduo matricinato in abb
 - Abetine, ceduo semplice invecchia
 - Abetine, fustaia coetanea
 - Abetine, fustaia transitoria e ce
 - Abetine, non governato
 - Castagneti, castagneto da frutto
 - Castagneti, castagneto da frutto
 - Castagneti, ceduo composto in abb

MAPSERVER POSTGIS OPENLAYERS GEOEXT

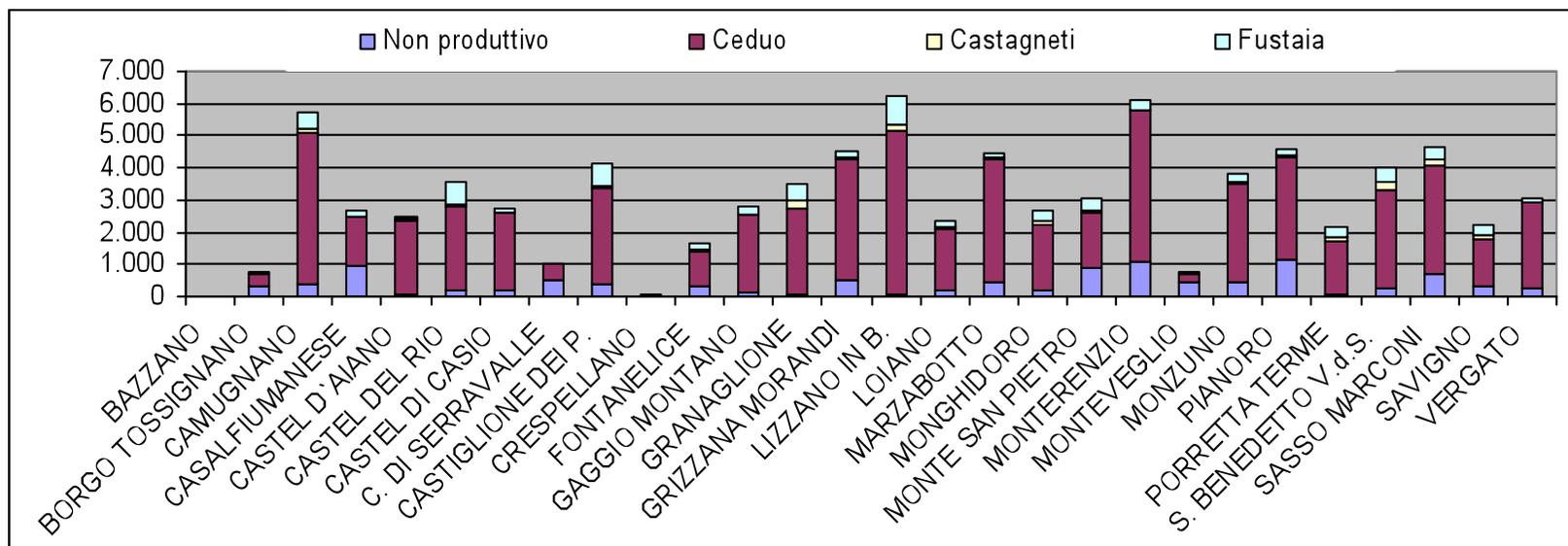
<http://sfnic.cisaman.it/#>

Il sistema informativo di CISA: principali risultati del livello 1

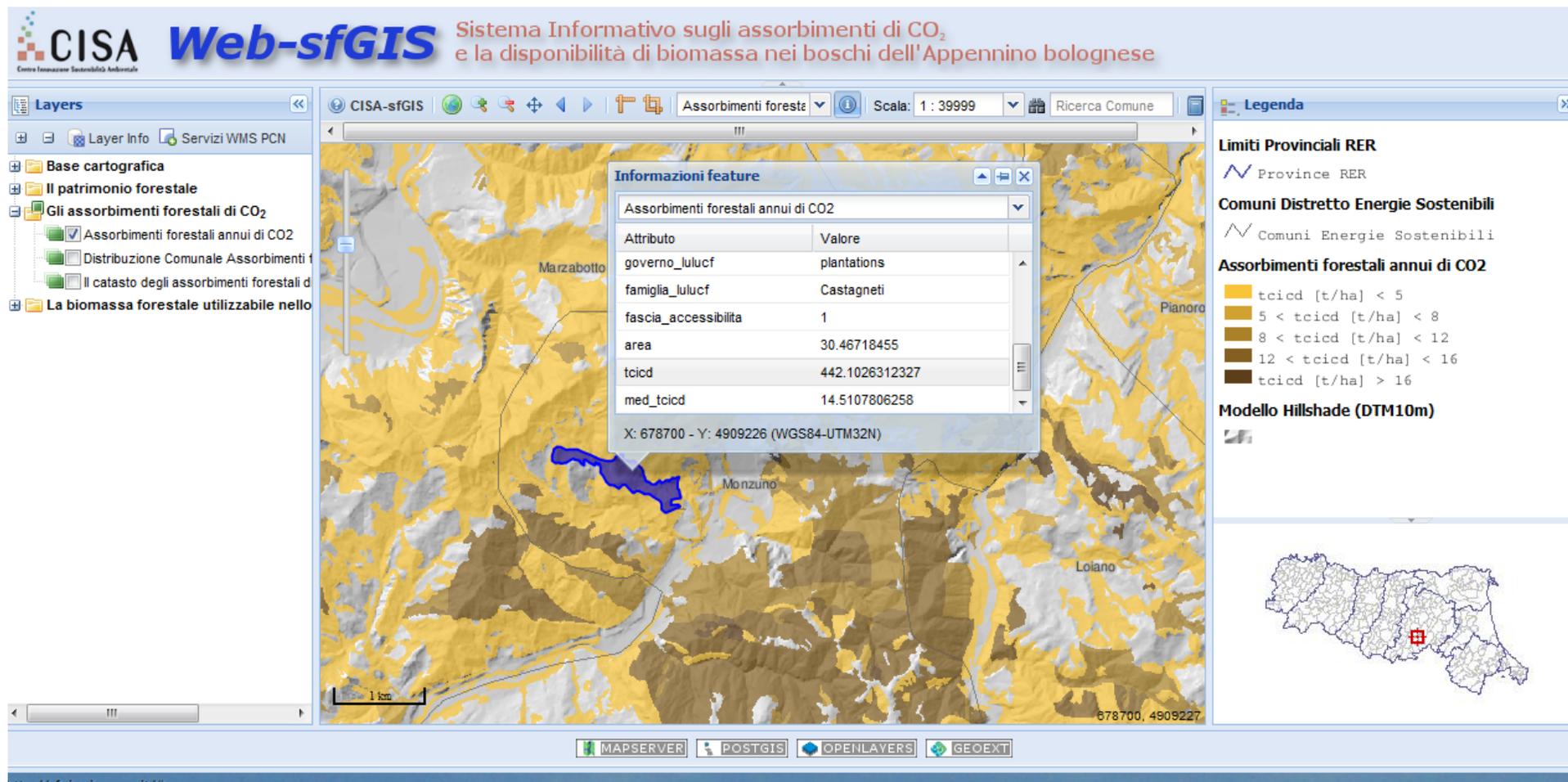


La superficie forestale nel distretto montano dell'Appennino bolognese è pari a circa 86 mila ha, con un indice di boscosità medio di oltre il 50%. Nei boschi del distretto sono custoditi oltre 17 milioni di mc di biomassa forestale epigea.

Il ceduo rappresenta la forma di governo prevalente, ma oltre il 50% in superficie è classificato come invecchiato o abbandonato.



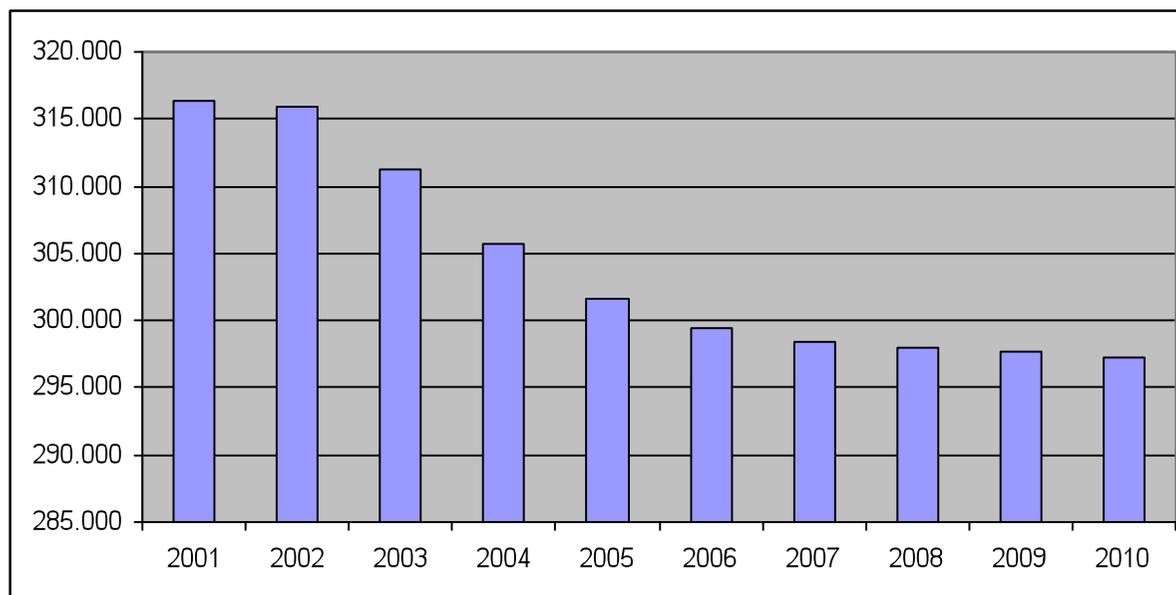
Il sistema informativo di CISA: principali risultati del livello 2



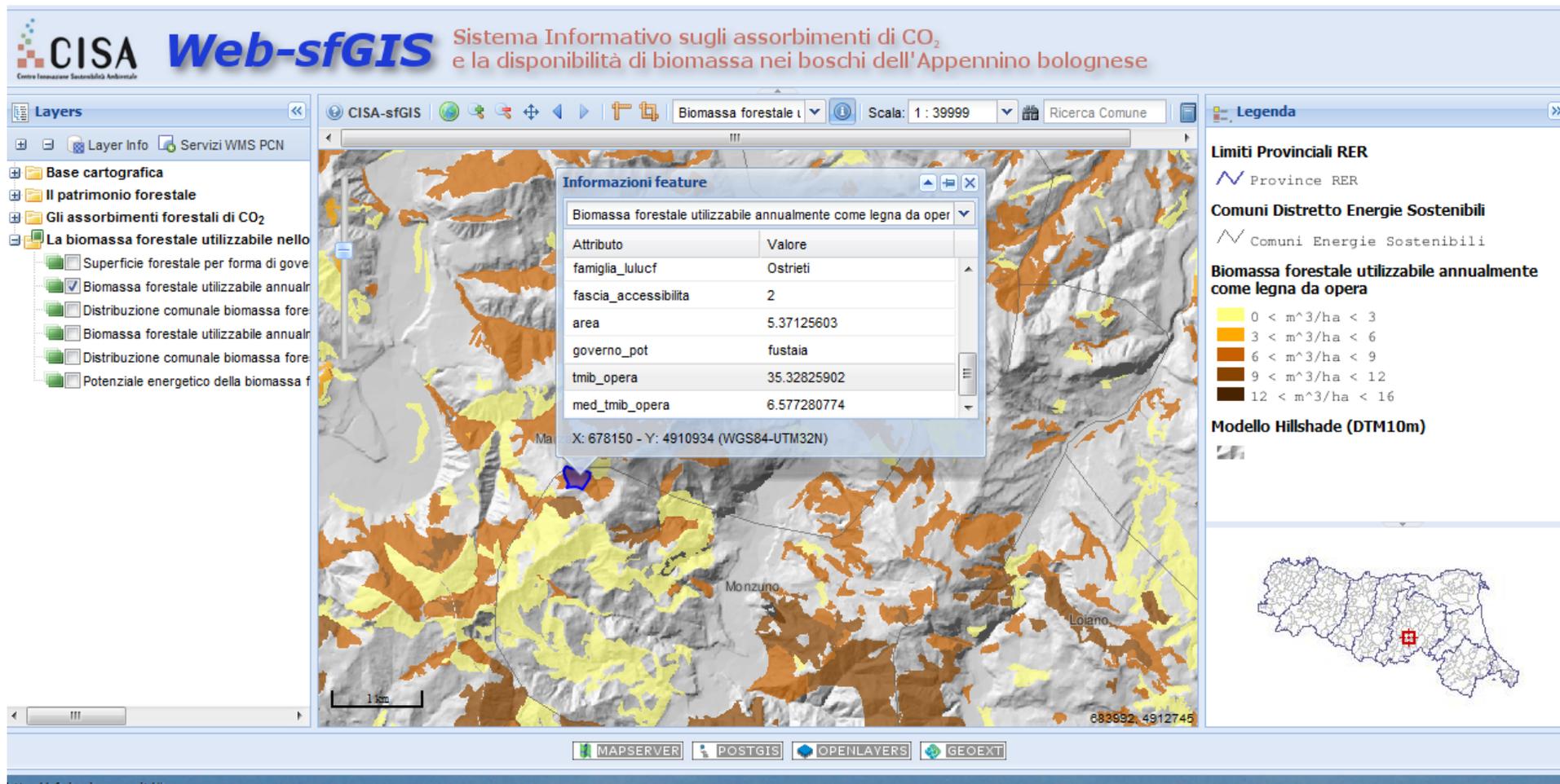
Il sistema informativo di CISA: principali risultati del livello 2

Nel corso del 2009 l'accrescimento netto stimato per i boschi del distretto ha sottratto all'atmosfera 297.820 t di CO₂. I boschi cedui a causa della loro estensione sono la principale sorgente, anche se in termini di capacità di assorbimenti per unità di superficie le fustaie presentano valori migliori: 8 t CO₂/ha contro i 3 dei cedui.

L'andamento nel tempo degli assorbimenti mostra una progressiva contrazione della capacità dei boschi di sottrarre CO₂ dall'atmosfera, anche se il bilancio complessivo rimane ampiamente positivo. Questo dato suggerisce in ogni caso l'opportunità di intervenire per valorizzare gli assorbimenti forestali del distretto. L'avviamento ad alto fusto dei cedui invecchiati previsto nello scenario CISA potrebbe portare ad un aumento medio degli assorbimenti di quasi 70 mila t CO₂/anno.



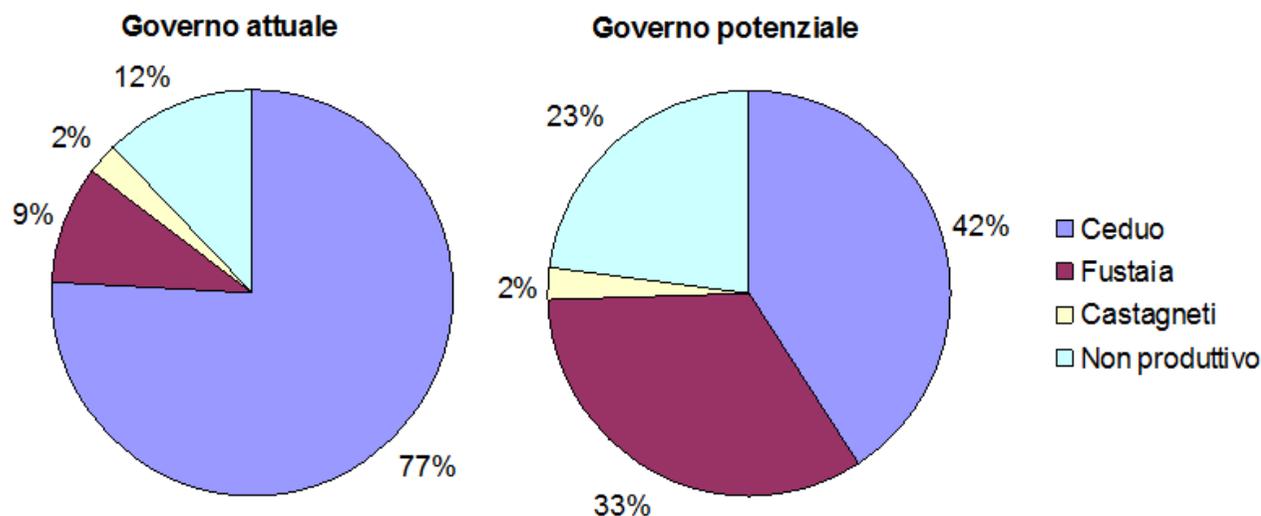
Il sistema informativo di CISA: principali risultati del livello 3



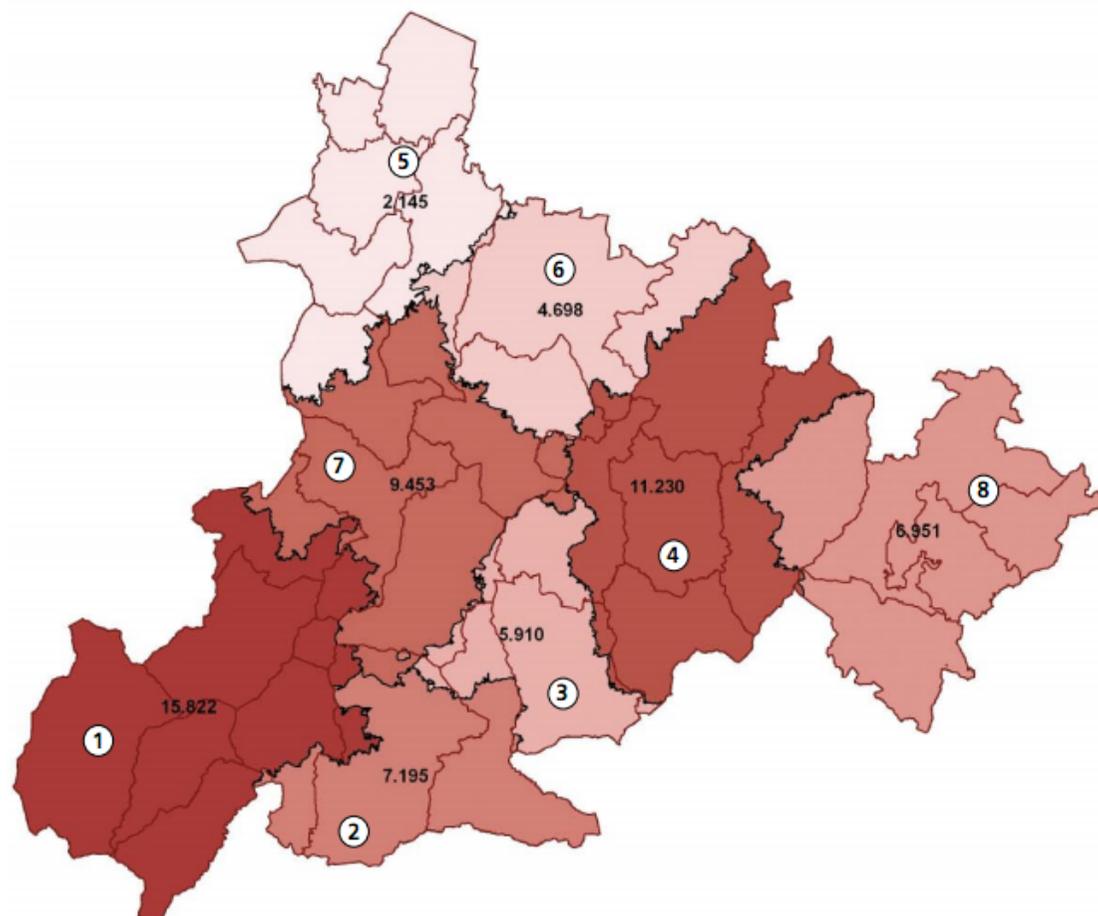
Il sistema informativo di CISA: principali risultati del livello 3

Nello scenario di gestione forestale sostenibile elaborato da CISA le forme di governo vengono in parte riequilibrare. La superficie produttiva, vocata alle utilizzazioni legnose, rappresenta sempre la quota principale, con oltre i tre quarti della superficie forestale complessiva. C'è in ogni caso quasi un raddoppio della superficie non produttiva, più vocata alla tutela ambientale. Il dato più evidente è un maggiore equilibrio tra la superficie a ceduo e quella a fustaia.

La biomassa complessivamente utilizzabile è pari a 478 mila mc di legna. Secondo I dati ISTAT di questa già oggi circa il 20% è sfruttato. Oltre il 75% della biomassa utilizzabile è in prima fascia di accessibilità, e il 60% proviene da boschi governati a fustaia. Complessivamente meno di 210 mila mc di legname sono utilizzabili come legname da opera, mentre quasi 270 mila possono essere destinati ad uso energetico.



Il sistema informativo di CISA: principali risultati del livello 3



Attraverso il modulo di ottimizzazione dei costi ambientali ed economici è stato stimato il potenziale energetico della biomassa destinabile a questa forma di utilizzo, e sono stati identificati i 8 bacini di approvvigionamento sulla base di una ipotesi di minimizzazione dei costi e raggruppamento delle utenze.

Complessivamente si stima un potenziale energetica connesso alla piena realizzazione dello scenario CISA pari a circa 63 mila tonnellate equivalenti di petrolio (tep), distribuite come illustrato in figura. Come media del distretto si tratta di circa 0,4 tep pro capite, contro circa i 3 tep pro capite di consumo come media nazionale.