

02
06

> Serbatoi di carbonio nell'economia forestale

*Conteggio dell'assorbimento e delle emissioni
nel contesto del Protocollo di Kyoto*



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Ufficio federale dell'ambiente UFAM

02
—
06

> Serbatoi di carbonio nell'economia forestale

*Conteggio dell'assorbimento e delle emissioni
nel contesto del Protocollo di Kyoto*

Nota editoriale

Editore

Ufficio federale dell'ambiente (UFAM)

L'UFAM è un Ufficio del Dipartimento federale dell'ambiente, dei trasporti, dell'energia e delle comunicazioni (DATEC).

Autori

Andreas Fischlin, Bernhard Buchter, Luzi Matile,
gruppo di Ecologia sistemica, Dipartimento di scienze ambientali,
Scuola Politecnica Federale (SPF Zurigo);
Capitolo 7: Peter Hofer, Ruedi Taverna (GEO Partner AG);
Klaus Richter (EMPA); Frank Werner (Umwelt & Entwicklung)

Consulenza UFAM

Richard Volz, Andrea Burkhardt

Revisione del testo

Martin Läubli (WISSDOC)

Riferimento bibliografico

Fischlin A., Buchter B., Matile L., Hofer P., Taverna R. 2006: Serbatoi di carbonio nell'economia forestale: conteggio dell'assorbimento e delle fonti di emissione nel contesto del Protocollo di Kyoto. Studi sull'ambiente n. 0602. Ufficio federale dell'ambiente, Berna. 47 p.

Traduzione

Fulvio Giudici, Camorino

Grafica e impaginazione

Ursula Nöthiger-Koch

Foto di copertina

© UFAM

Distribuzione

UFAM

Documentazione

CH-3003 Berna

Fax + 41 (0) 31 324 02 16

docu@bafu.admin.ch

<http://www.ambiente-svizzera.ch/publicazioni>

Numero di ordinazione e prezzo:

UW-0602-I / CHF 10.- (IVA compresa)

La pubblicazione è disponibile anche in tedesco, francese e inglese (UW-0602-D; UW-0602-F, UW-0602-E).

© UFAM 2006

> Indice

Abstracts	5
Prefazione	7
Riassunto	9
Introduzione	11
<hr/>	
1	Che cosa sono i serbatoi di carbonio? 13
<hr/>	
2	Principi riguardanti il conteggio dei serbatoi di carbonio 16
<hr/>	
3	Conteggi obbligatori: afforestazione e deforestazione (articolo 3.3) 19
<hr/>	
4	Conteggio facoltativo della gestione delle foreste (articolo 3.4) 21
<hr/>	
5	Potenziale di stoccaggio e politica di gestione dei serbatoi di carbonio in Svizzera 23
<hr/>	
6	Conteggio delle capacità di stoccaggio ed effetti sulle funzioni del bosco 29
<hr/>	
7	Contributo dell'utilizzazione del legname alla protezione del clima 31
<hr/>	
8	Conclusioni 35

Allegati	37
A1 Emissioni di gas serra secondo il Protocollo di Kyoto nel 1990, nel 2000 e stime dell'evoluzione fino al 2010 in CO ₂ equivalenti.	37
A2 Influssi antropici diretti, terreni incolti e imboschimenti	37
A3 Le definizioni di bosco secondo il Protocollo di Kyoto e la legislazione svizzera	38
A4 Cronistoria della protezione del clima	40
A5 Glossario	42
A6 Ulteriori informazioni	46

Indice	47
Figure	47
Tabelle	47

> Abstracts

Under the Kyoto Protocol, most industrialized countries are obliged to reduce their greenhouse gas emissions: like the EU, Switzerland must achieve a reduction of eight percent as compared with 1990 levels. Biological sinks and carbon sources arising from changes in land use – i.e. afforestation and deforestation – must be taken into account in the calculation of the authorized national emissions of greenhouse gases. As opposed to this, the inclusion of sinks and sources in areas in which there has been no change in land use is voluntary. The net absorption of carbon dioxide by ecosystems is defined as a sink and its net release into the atmosphere constitutes a source. Human activities such as afforestation, deforestation, forest management and agriculture influence the carbon stocks stored in ecosystems. In Switzerland, the carbon source arising from deforestation probably exceeds the size of the sink created through afforestation. Forest management offers the greatest sink potential. However, its incorporation into the emissions accounting is subject to certain conditions and the quantity of the removal that can be taken into account in this way is restricted.

Das Kyoto-Protokoll verpflichtet die meisten Industriestaaten zur Begrenzung ihrer Treibhausgasemissionen: die Schweiz wie die EU zu einer Reduktion von acht Prozent gegenüber dem Stand von 1990. Bei der Abrechnung der erlaubten landesweiten Emissionen von Treibhausgasen in der nationalen Bilanz müssen auch biologische Senken und Quellen aus Landnutzungsänderungen – Aufforstungen und Rodungen – einbezogen werden. Die Anrechnung von Senken und Quellen bei gleich bleibenden Landnutzungen – Wald- und Landwirtschaft – ist hingegen freiwillig. Als Senke wird die Nettoaufnahme von Kohlendioxid durch Ökosysteme bezeichnet, als Quelle die Nettoabgabe an die Atmosphäre. Menschliche Tätigkeiten wie Aufforstungen, Rodungen, Wald- und Landwirtschaft beeinflussen den Kohlenstoffvorrat in Ökosystemen. In der Schweiz dürfte die Quelle aus Rodungen grösser sein als die Senke aus Aufforstungen. Das grösste Senkenpotenzial stellt die Waldbewirtschaftung dar. Ihre Anrechenbarkeit ist aber an Bedingungen geknüpft, und die Menge ist begrenzt.

Le Protocole de Kyoto oblige la plupart des Etats industrialisés à limiter leurs émissions de gaz à effet de serre: la Suisse comme l'UE doivent réduire leurs émissions de 8% par rapport au niveau de 1990. Le bilan des émissions de gaz à effet de serre autorisées sur l'ensemble du territoire doit aussi prendre en considération les puits et les sources de carbone découlant des changements d'utilisation des sols – reboisements et déboisements. Lorsque l'utilisation du territoire n'est pas modifiée, la prise en compte des puits et des sources – exploitation forestière et agriculture – est en revanche facultative. On désigne par puits de carbone l'absorption nette de dioxyde de carbone par des écosystèmes et par source de carbone sa libération nette dans l'atmosphère. Les activités humaines, telles que les reboisements, les déboisements, l'exploitation forestière et l'agriculture, ont une influence sur les stocks de carbone des écosystèmes. En

Keywords:

climate protection,
Kyoto Protocol,
sinks,
afforestation,
deforestation,
forest management,
reduction in emissions,
land use,
changes in land use

Stichwörter:

Klimaschutz,
Kyoto-Protokoll,
Senken,
Aufforstungen,
Rodungen,
Waldbewirtschaftung,
Reduktion der Emissionen,
Landnutzung,
Landnutzungsänderungen

Mots-clés:

protection du climat,
Protocole de Kyoto,
puits de carbone,
reboisements,
déboisements,
gestion de la forêt,
réduction des émissions,
utilisation du territoire,
changement d'utilisation des sols

Suisse, les sources de carbone provenant des déboisements pourraient être plus importantes que les puits de carbone résultant des reboisements. La gestion des forêts représente le potentiel de puits de carbone le plus important. La prise en compte de ces puits est toutefois liée à des conditions, et les quantités sont limitées.

Il Protocollo di Kyoto impegna la maggior parte dei Paesi industrializzati a limitare le emissioni di gas serra: per la Svizzera e l'Unione Europea la riduzione è pari all'8 per cento rispetto al 1990. Ai fini del computo delle quote d'emissione consentite, i bilanci nazionali devono considerare anche i serbatoi di carbonio agro-forestali e le fonti di emissione connesse ai cambiamenti di uso del suolo (afforestazione e deforestazione). Il computo di serbatoi e fonti con uso del suolo invariato (agricolo o forestale) è invece facoltativo. Si parla di serbatoio o pozzo di carbonio quando si ha un bilancio di assorbimento netto di CO₂ da parte degli ecosistemi, mentre si ha una fonte d'emissione quando risulta un'emissione netta nell'atmosfera. Le attività umane di afforestazione e deforestazione, unitamente alla gestione forestale o agricola, influenzano i livelli degli stock di carbonio. In Svizzera, le emissioni prodotte dalla deforestazione dovrebbero essere superiori all'assorbimento risultante dall'afforestazione. Il più alto potenziale di stoccaggio è offerto dalla gestione forestale, anche se è quantitativamente limitato e il suo conteggio è vincolato al rispetto di precise condizioni.

Parole chiave:

protezione del clima,
Protocollo di Kyoto,
serbatoi di carbonio,
afforestazione,
deforestazione,
gestione forestale,
riduzione delle emissioni,
uso del suolo,
cambiamenti di uso del suolo

> Prefazione

Il bosco svolge un ruolo centrale per la vita sulla Terra, poiché mette a disposizione habitat e risorse naturali, offrendo nel contempo protezione. Esso non fornisce solo legno utilizzabile quale materia prima ma, in virtù delle sue capacità di assorbimento, contribuisce a mantenere in equilibrio il ciclo dell'acqua, a proteggere il suolo dall'erosione e a regolare il clima.

Grazie alla sua capacità di assorbire e stoccare il carbonio contribuisce a ridurre la concentrazione di CO₂ presente nell'aria, fungendo da vero e proprio serbatoio di anidride carbonica. In questo modo concorre a mitigare l'effetto serra e a contenere le minacce legate al riscaldamento del clima. Tale funzione viene riconosciuta nel quadro della Convenzione sul clima, mentre le modalità di accertamento di questa importante prestazione sono state regolamentate nel Protocollo di Kyoto.

Tuttavia, le capacità del bosco di fungere da serbatoio di carbonio non sono illimitate. Con l'invecchiamento degli alberi anche l'effetto di assorbimento esercitato dal bosco viene attenuato. La morte degli alberi e l'azione di calamità naturali come tempeste, incendi di bosco o infestazioni di scolitidi liberano nell'atmosfera il CO₂ precedentemente fissato nella materia organica. Se il rilascio di CO₂ prevale sull'assorbimento, il bosco può addirittura diventare una fonte d'emissione di tale gas. Nell'ambito del censimento delle aree boschive che fungono da serbatoi di carbonio è quindi necessario tenere conto di queste circostanze.

A seguito delle serrate trattative internazionali, le regolamentazioni, complesse e severe, messe a punto nel contesto del Protocollo di Kyoto richiedono un calcolo complessivo e verificabile delle prestazioni esplicitate dai diversi ecosistemi in relazione al CO₂. La presente pubblicazione spiega in maniera comprensibile le modalità di calcolo delle capacità del bosco di fungere da serbatoio di carbonio.

Le regolamentazioni attuali valgono per il primo periodo d'adempimento del Protocollo di Kyoto, compreso tra il 2008 e il 2012. In vista del successivo secondo periodo d'adempimento è presumibile che buona parte di queste regole sarà ripresa, anche se non è da escludere qualche adeguamento, perlomeno parziale. Questo vale in particolare in riferimento al legno, materiale che si presta in modo ottimale alla fabbricazione di prodotti che durano nel tempo e che dovrebbero essere conteggiati quale fonte di emissione di CO₂ solo al termine del loro ciclo di vita, quando saranno inceneriti.

Solo tenendo conto dell'intero potenziale di impiego del legno l'effetto del bosco nell'ambito della politica climatica potrà essere considerato nella sua globalità, in quanto l'azione positiva del bosco sul clima non è dovuta soltanto alla sua funzione di serbatoio di stoccaggio di CO₂. Grazie alla capacità del legno di assorbire CO₂ l'utilizzazione sostenibile delle foreste per la produzione di legname e l'impiego dello

stesso per la costruzione di edifici, mobili o altri oggetti di uso quotidiano contribuiscono a neutralizzare le emissioni di CO₂ per diversi decenni.

Il maggiore effetto legato all'uso del legname è comunque dovuto al fatto che il suo utilizzo libera molto meno CO₂ rispetto a quello rilasciato ad esempio con l'impiego di cemento, materiali metallici o vetro. Bruciando legno al posto di combustibili fossili come quelli derivati dal petrolio, le emissioni di CO₂ vengono limitate grazie ad un «effetto di sostituzione». Dato che il CO₂ rilasciato con la combustione del legno viene nuovamente assorbito dalle piante legnose durante la loro crescita, esso non deve essere contabilizzato nei bilanci nazionali dei gas serra. Il bosco contribuisce a lungo termine alla protezione del clima e alla riduzione delle emissioni di CO₂ specialmente quando il suo legname viene utilizzato e trasformato in oggetti che durano nel tempo. Anche se ora è possibile considerare il bosco quale serbatoio di CO₂, soltanto la conservazione e la gestione sostenibile delle foreste potranno fornire a lungo termine, ossia tra circa 50 anni, un contributo sostanziale alla protezione del clima!

Bruno Oberle

Direttore dell'Ufficio federale dell'ambiente (UFAM)

> Riassunto

Il Protocollo di Kyoto è entrato in vigore il 16 febbraio 2005. Esso impegna in primo luogo i Paesi industrializzati a ridurre tra il 2008 e il 2012 le emissioni che provocano l'effetto serra. Il Protocollo offre ai Paesi che hanno assunto impegni di riduzione la possibilità di servirsi, almeno in parte, di strategie che permettano di immagazzinare il carbonio atmosferico.

Una di queste possibilità è ad esempio offerta dai cosiddetti «serbatoi» (o «pozzi») di carbonio, opzione che vale a condizione che i boschi assorbano più CO₂ (diossido di carbonio o anidride carbonica) di quanto non ne emettano. Di fatto, maggiore sarà la quantità di carbonio fissata a lungo termine nella biomassa, minore sarà l'impatto sull'atmosfera. Se per contro i boschi rilasciano più CO₂ di quanto non ne assorbono, allora diventano delle fonti di emissione, con un impatto negativo sull'atmosfera. Le foreste svizzere sono attualmente considerate dei serbatoi di carbonio, in quanto immagazzinano circa 4 milioni di tonnellate di CO₂ all'anno, i tre quarti dei quali sono tuttavia da sottrarre a causa dell'utilizzazione del legname e degli alberi che muoiono.

Il Protocollo di Kyoto (articolo 3.3) prescrive sia di tenere conto delle attività di afforestazione (stoccaggio nei serbatoi forestali) e di deforestazione (le fonti di emissione dovute al disboscamento) che di elaborare ogni anno un bilancio nazionale delle emissioni e degli assorbimenti dei gas serra. In Svizzera, l'effetto di sottrazione di carbonio dovuto ai rimboschimenti è limitato. Un potenziale ben più importante è per contro rappresentato dalla gestione sostenibile dei boschi. Il Protocollo di Kyoto permette di contabilizzare queste prestazioni di assorbimento (articolo 3.4), purché possano essere attribuite a interventi antropici successivi al 1990.

Considerata la difficoltà nel distinguere i risultati dell'intervento antropico dall'effetto esercitato dalla natura, per ogni Paese è stato fissato un limite massimo all'immagazzinamento derivante dalla gestione forestale. La Svizzera può contabilizzare nel proprio bilancio una quota annua massima di 1,83 milioni di tonnellate di CO₂, corrispondenti al 45 per cento degli impegni di riduzione assunti con la sottoscrizione del Protocollo di Kyoto. Secondo una ricerca della SPF¹ (Fischlin et al. 2003), la Svizzera non è tuttavia certa di poter raggiungere questa quota massima. Una valutazione più precisa del potenziale di stoccaggio per il periodo d'adempimento 2008–2012 sarà possibile solo sulla base dei dati acquisiti nell'ambito del terzo Inventario Forestale Nazionale, i cui risultati non saranno tuttavia disponibili prima del 2008. La prestazione effettiva dei boschi potrà in ogni modo essere quantificata con precisione solo quando saranno elaborati anche i dati del periodo tra il 2008 e il 2012.

L'approntamento del bilancio annuale relativo all'assorbimento e alle emissioni richiede un notevole onere tecnico e amministrativo. È quindi indispensabile mettere a punto

¹ Fischlin et al. 2003: Bestandesaufnahme zum Thema Senken in der Schweiz: www.sysecol.ethz.ch/Reports.html (v. anche allegato A6).

un sistema di monitoraggio dei cambiamenti riguardanti le prestazioni svolte da questi serbatoi forestali. I Paesi industrializzati che forniscono la prova dell'utilizzazione dei serbatoi di carbonio hanno diritto ad emettere un quantitativo di CO₂ equivalente. Contemporaneamente vige comunque l'obbligo di dimostrare, mediante rapporti contabili, che la prestazione dei serbatoi forestali computata rimane immutata anche dopo la scadenza del periodo di adempimento.

A lungo termine i serbatoi di carbonio non proteggono dai cambiamenti climatici in quanto:

- > la capacità di assorbimento di carbonio diminuisce con l'invecchiamento dei boschi e si sarà affievolita entro pochi decenni;
- > tempeste, incendi boschivi e infestazioni di scolitidi possono causare un rilascio del carbonio precedentemente fissato, trasformando il bosco in una fonte di emissione;
- > l'opzione di assorbire il carbonio tramite serbatoi forestali offre unicamente la possibilità di guadagnare tempo fino a che le emissioni di CO₂ non saranno ridotte in modo sostanziale grazie a provvedimenti di risparmio energetico e al ricorso a vettori energetici alternativi a basso impatto climatico.

Il Consiglio federale intende utilizzare questi serbatoi forestali quale riserva nel caso in cui si continui a registrare un aumento delle emissioni. La politica forestale svizzera non è primariamente finalizzata alla promozione di boschi che fungano da serbatoi di carbonio. Essa auspica piuttosto un aumento dell'uso del legno quale vettore energetico e materiale da costruzione a basso impatto climatico. L'immagazzinamento di carbonio è quindi soltanto una funzione integrativa per i boschi, specialmente laddove la loro gestione è poco redditizia. Utilizzato quale fonte energetica, il legno costituisce un'alternativa ai combustibili fossili, impiegato invece come materiale da costruzione riduce le emissioni di CO₂, che verrebbero generate ricorrendo a prodotti a base di metallo o di cemento. Un metro cubo di legname da energia evita, infatti, l'emissione di 0,6 tonnellate di CO₂ prodotto dalla combustione di vettori fossili, mentre lo stesso volume di legno impiegato quale materiale da costruzione ha un potenziale di emissioni evitate pari a 1 tonnellata di CO₂.

> Introduzione

Il Protocollo di Kyoto è entrato in vigore all'inizio del 2005. Questo esito positivo è tra l'altro dovuto a una particolare clausola del contratto: quella che permette di conteggiare nel bilancio del carbonio anche le capacità di assorbimento di sistemi come ad esempio le foreste, che sono in grado di assorbire dall'aria più CO₂ di quanto ne rilascino. In questo modo i Paesi firmatari del Protocollo hanno la possibilità di adempiere più facilmente ai loro impegni di riduzione delle emissioni di CO₂. La presente pubblicazione spiega sia le modalità da adottare per il calcolo delle capacità di stoccaggio dei serbatoi forestali che la loro importanza dal profilo ecologico e politico nel contesto internazionale e per la Svizzera.

Dopo lunghe e laboriose trattative, l'11 dicembre 1997 i Paesi aderenti alla Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici (UNFCCC²), riuniti nella città giapponese di Kyoto, hanno adottato il cosiddetto Protocollo di Kyoto. 84 Stati, tra i quali tutti i Paesi industrializzati, inclusi quelli dell'Europa centrale e orientale, hanno firmato l'accordo internazionale, impegnandosi a ridurre le emissioni di gas serra. Per motivi di semplificazione, nei capitoli che seguono si parlerà unicamente di Paesi industrializzati. Questa categoria non contempla tuttavia gli Stati Uniti e l'Australia, Paesi che non hanno ratificato il Protocollo.

Il Protocollo di Kyoto

Il Protocollo di Kyoto è entrato in vigore il 16 febbraio 2005. Grazie alla firma della Russia nel novembre del 2004, è stata raggiunta la soglia minima necessaria all'entrata in vigore del Protocollo, che richiedeva la ratifica da parte di almeno 55 Paesi contraenti, responsabili almeno del 55 per cento delle emissioni complessive di CO₂ (base 1990). Alla fine del 2005 il Protocollo è stato adottato da 157 Paesi.

Sulla base del Protocollo, i Paesi contraenti si impegnano a ridurre globalmente del 5,2 per cento rispetto ai livelli del 1990 le emissioni annuali di gas serra. Gli impegni di riduzione convenuti variano per ogni Paese. Per l'Unione Europea e la Svizzera corrispondono all'8 per cento. Senza il contributo degli Stati Uniti il traguardo del 5,2 per cento non sarà tuttavia raggiunto.

Impegni di riduzione

I Paesi contraenti devono adempiere ai loro impegni tra il 2008 e il 2012, raggiungendo l'obiettivo di ridurre le emissioni in primo luogo all'interno dei loro confini. Opzioni supplementari sono l'acquisto di certificati di emissione negoziabili, investimenti in progetti di sviluppo rispettosi del clima realizzati in altri Paesi e la possibilità di conteggiare l'effetto dei serbatoi di carbonio presenti nel proprio Paese.

Gli impegni di riduzione si riferiscono alle emissioni dei gas maggiormente responsabili dell'effetto serra: l'anidride carbonica (CO₂) prodotta dal traffico, dalle economie domestiche e dalle industrie con il consumo di carburanti o combustibili fossili (petro-

Gas serra

² La Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici è stata adottata nel 1992 nell'ambito del Vertice mondiale sulla Terra di Rio de Janeiro (<http://unfccc.int>).

lio, carbone, gas naturale); il metano (CH₄), che in Svizzera viene emesso in prevalenza dagli allevamenti e dalle discariche di rifiuti; il protossido di azoto (N₂O), sprigionato prevalentemente dai fertilizzanti azotati utilizzati in agricoltura, oltre che da gas generati da processi di sintesi quali i perfluorocarburi (PFC), emessi dalla produzione di alluminio e di semiconduttori, gli idrofluorocarburi alogenati (HFC), presenti nelle sostanze refrigeranti, schiumogene o propellenti e l'esafluoruro di zolfo (SF₆), riscontrabile nelle installazioni di fornitura elettrica e nei sistemi di isolamento acustico e quale prodotto della lavorazione dell'alluminio e del magnesio. In Svizzera, con una quota dell'82 per cento, il CO₂ è il gas serra maggiormente presente nell'atmosfera, seguito dal metano (9%) e dal protossido d'azoto (7%). La proporzione dei gas di sintesi è contenuta³.

In Svizzera, la legge sul CO₂ rappresenta la più importante base legale per adempiere agli obblighi di Kyoto. Essa prescrive di ridurre entro il 2010 le emissioni di CO₂ del 10 per cento rispetto al 1990. Concretamente: meno 15 per cento delle emissioni dei combustibili, meno 8 per cento di emissioni da carburanti (senza tenere conto del cherosene per i voli internazionali). Secondo le previsioni di modelli, i provvedimenti di tipo volontario hanno effetto solo sui combustibili: le stime indicano che le emissioni di CO₂ potranno essere ridotte di circa l'11 per cento entro il 2010. Per i carburanti si calcola per contro un aumento attorno all'8 per cento. Questo significa che, senza provvedimenti supplementari, nel 2010 il traffico, le industrie e le economie domestiche emetteranno 2,9 milioni di tonnellate di CO₂ in più rispetto a quanto sancito dalla legge.

Legge sul CO₂

Il Protocollo di Kyoto offre ai Paesi industrializzati strategie flessibili per raggiungere gli obiettivi di riduzione delle emissioni, ad esempio calcolando nei loro bilanci le prestazioni di assorbimento di carbonio da parte dei cosiddetti serbatoi ottenute mediante la gestione di aree forestali, coltivazioni agricole e superfici prative. I boschi sono considerati come serbatoi di carbonio se all'interno dei tronchi, dei rami e delle radici immagazzinano più CO₂ di quanto non ne venga rilasciato nell'atmosfera con la respirazione (capitolo 1). Laddove è dimostrata l'esistenza di questi serbatoi, i rispettivi Paesi industrializzati possono emettere un quantitativo maggiore di gas serra. Il Protocollo di Kyoto prescrive tuttavia un valore massimo e impone determinate condizioni (capitolo 2). Il Consiglio nazionale e quello degli Stati hanno deciso di sfruttare l'opzione offerta dai serbatoi di carbonio. Le attività di assorbimento del bosco svizzero in termini numerici (capitoli 3 e 4) potranno essere quantificate in modo affidabile solo dopo l'elaborazione dei dati del terzo Inventario Forestale Nazionale, presumibilmente verso la fine del 2008. È chiaro che una capacità di stoccaggio a lungo termine da parte del bosco può essere garantita solo grazie a una gestione forestale sostenibile (capitoli 6 e 7). Come indicato nel proprio messaggio⁴, il Consiglio federale considera i serbatoi di carbonio come un'opzione di riserva, da utilizzare nel caso di un andamento sfavorevole delle emissioni di CO₂ (capitolo 5).

Serbatoi di carbonio

³ Valori indicativi relativi all'andamento delle emissioni di gas serra in Svizzera: www.ambiente-svizzera.ch/clima.

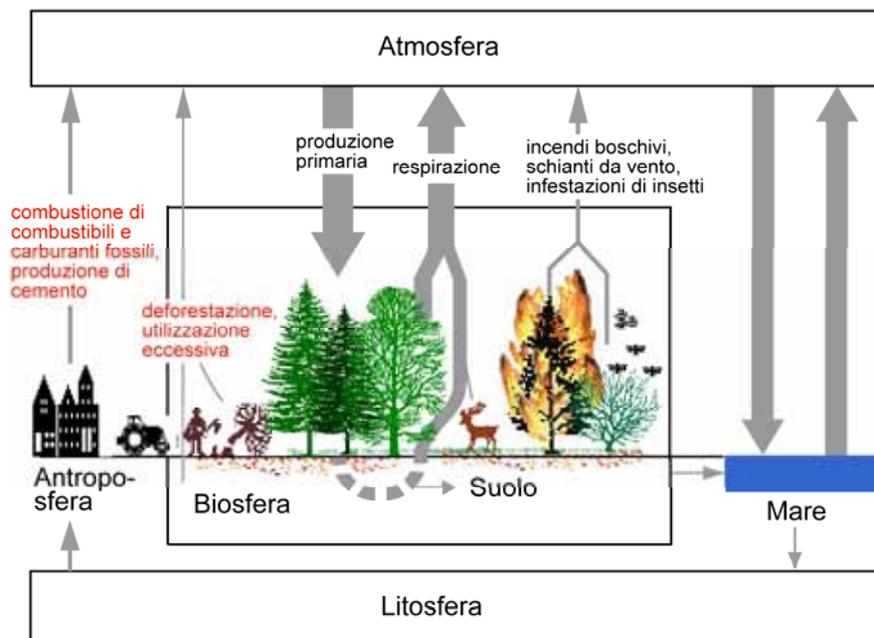
⁴ FF 05.057: Messaggio concernente l'approvazione dell'aliquota della tassa CO₂ sui combustibili.

1 > Che cosa sono i serbatoi di carbonio?

Le attività dell'uomo hanno causato uno squilibrio nel ciclo del carbonio della Terra. L'umanità emette nell'atmosfera più CO_2 (diossido di carbonio o anidride carbonica) di quanto possa essere accumulato dalle piante e dal mare. In questo modo l'atmosfera si arricchisce di gas serra provocando un riscaldamento della Terra. Gli ecosistemi che assorbono più CO_2 di quanto ne rilascino possono frenare questo processo. Quando un bosco qualsiasi assorbe CO_2 ed accumula il carbonio in modo permanente nella sua biomassa, la concentrazione di diossido di carbonio nell'atmosfera diminuisce. Il bosco assume così la funzione di serbatoio di carbonio. Di tutti gli ecosistemi terrestri, i boschi sono quelli che hanno il maggiore potenziale di stoccaggio. Il bosco può tuttavia diventare anche una fonte d'emissione di CO_2 .

Fig. 1 > Ciclo globale del carbonio.

Tra la biosfera e i mari da un lato e tra la biosfera e l'atmosfera dall'altro esiste uno scambio intenso di CO_2 . In condizioni naturali tale scambio è equilibrato. L'uomo ha modificato questo equilibrio poiché, a seguito della combustione di energie fossili e delle deforestazioni, sta emettendo CO_2 supplementare nell'atmosfera (v. dettagli nel Glossario).



L'anidride carbonica (CO₂) svolge un ruolo chiave per l'ecosistema «Terra». Le piante presenti sui continenti e nei mari scambiano quantitativi enormi di CO₂ con l'atmosfera. Grazie al processo biochimico della fotosintesi, le piante accumulano nella loro biomassa CO₂ in forma di composti di carbonio ricchi di energia. L'uomo, gli animali e i microrganismi, respirando, producono CO₂: in questo modo, a livello mondiale, si crea un ciclo chiuso (Fig. 1). Ma anche le piante respirano, processo che nel contesto dei serbatoi di carbonio assume un ruolo particolarmente importante. Infatti, respirando emettono, sotto forma di CO₂, addirittura una grossa parte del carbonio fissato in precedenza, che viene rilasciato nuovamente nell'atmosfera. Inoltre, il CO₂ viene rilasciato anche con la distruzione di biomassa, ad esempio da parte di insetti, di incendi boschivi e di disboscamenti. Con la combustione di carburanti e di combustibili fossili l'uomo contribuisce a creare uno squilibrio in questo ciclo del carbonio (Fig. 1). Anche se il contributo di origine antropica sembra limitato rispetto all'intero movimento di biomassa, dall'inizio dell'industrializzazione la concentrazione di CO₂ nell'atmosfera è aumentata di circa il 30 per cento. Una buona metà del CO₂ supplementare rilasciata nell'atmosfera rimane nell'atmosfera stessa, mentre un quarto è assorbito dalle piante e un ulteriore quarto dagli oceani. A seguito dell'aumento della concentrazione dei diversi gas serra, la Terra tende a riscaldarsi.

Il ciclo del carbonio

I boschi assorbono CO₂ integrando il carbonio nella loro biomassa (Fig. 2):

- > nelle foglie, per un periodo di alcune ore fino a qualche mese;
- > all'interno di rami e germogli, per diversi anni;
- > nel tronco, per decenni e secoli;
- > nel suolo, per secoli e millenni.

Se gli ecosistemi come le foreste assorbono più CO₂ di quello emesso respirando, la loro biomassa si arricchisce di sostanza organica (Fig. 2): il bosco si comporta quindi come un serbatoio (o pozzo, ingl. *sink*) che immagazzina carbonio. Attualmente i boschi svizzeri fissano ogni anno 4 milioni di tonnellate di CO₂, corrispondenti all'incirca all'otto per cento delle emissioni complessive attuali. Tuttavia, i tre quarti del carbonio fissato vengono nuovamente liberati, in seguito all'utilizzazione del bosco e agli alberi che muoiono.

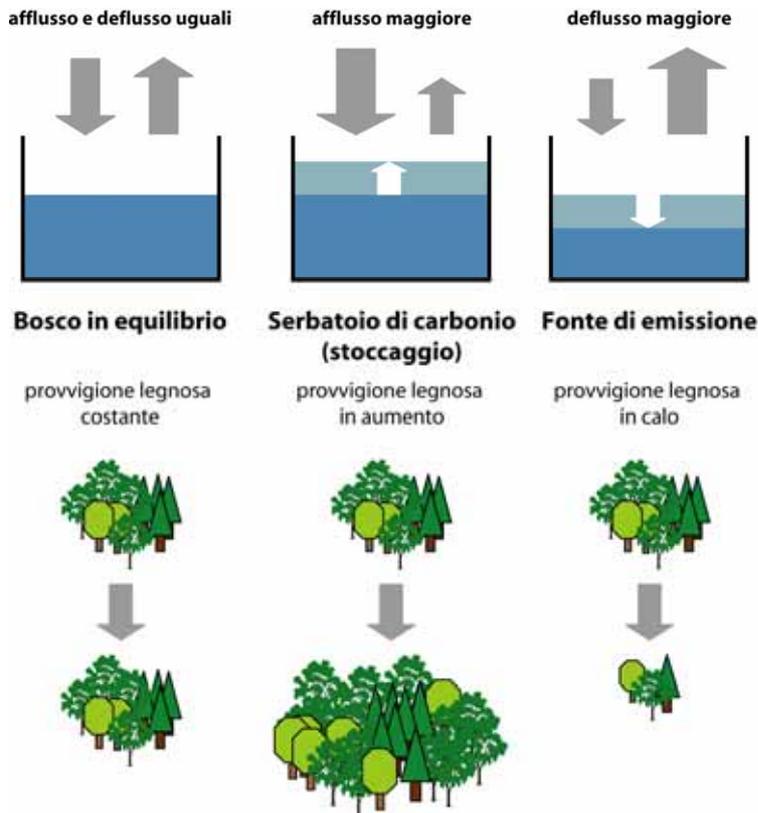
Definizione di serbatoio di carbonio

La Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici UNFCCC impone la conservazione delle riserve di carbonio presenti sui continenti, la promozione dei serbatoi di carbonio e il rafforzamento delle loro prestazioni. Infatti, a livello mondiale, all'incirca un quinto delle emissioni di CO₂ cagionate dall'uomo è causato dalla deforestazione (disboscamenti mirati alla creazione di superfici agricole) e dall'utilizzazione eccessiva dei boschi (Fig. 1). Nei prossimi 50 anni i serbatoi di carbonio avrebbero il potenziale per controbilanciare circa la metà delle attuali emissioni globali di CO₂⁵. Il Protocollo di Kyoto attua gli impegni previsti dalla Convenzione UNFCCC in quanto permette ai Paesi industrializzati di calcolare l'effetto di questi serbatoi (capitoli 2, 3 e 4).

Conservare e favorire i serbatoi di carbonio

⁵ Gruppo di studio intergovernativo sui cambiamenti climatici (Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC), Rapporto speciale sulle attività forestali e di cambiamento d'uso del suolo dell'IPCC: AA.VV. (2000): Land use, land-use change, and forestry (www.ipcc.ch).

Fig. 2 > Il bosco in equilibrio funge sia da serbatoio di carbonio che da fonte di emissione.



Fonte: UFAM.

La protezione e la promozione dei serbatoi di carbonio sono comunque insufficienti per garantire, ancora durante questo secolo, una protezione del clima efficace e nel lungo periodo. Tali fattori contribuiscono comunque a guadagnare tempo in vista del traguardo, imprescindibile per l'umanità, di ridurre in modo consistente le emissioni attuali di CO₂ provocate dall'uso di combustibili e carburanti fossili. Inoltre, in futuro il conteggio di questo effetto di accumulazione biologica di carbonio potrebbe diventare pure un peso, poiché un ecosistema può trasformarsi da serbatoio a fonte di emissione. In questo ambito vi sono diversi elementi in gioco, fattori che di anno in anno possono anche mutare: condizioni meteorologiche, composizione specifica e struttura dei soprassuoli boschivi, malattie, infestazioni di insetti, disponibilità di acqua e di sostanze nutritive, gestione ed utilizzazione. In Svizzera, ad esempio, la tempesta Lothar ha annientato più legname di quanto ne venga prodotto in un anno intero: il bosco, in questo caso, si è trasformato in una fonte d'emissione. Se si tiene conto dei possibili sviluppi del clima previsti dai modelli climatici attuali, per il futuro è lecito attendersi un aumento di eventi estremi (incendi boschivi o, in particolari condizioni, infestazioni di insetti oppure, addirittura, calamità naturali come le tempeste). Una previsione della capacità di stoccaggio del carbonio da parte di questi serbatoi è quindi correlata a diversi fattori d'incertezza.

Nessuna tutela del clima nel lungo periodo

2 > Principi riguardanti il conteggio dei serbatoi di carbonio

Il conteggio dei serbatoi di carbonio offre la possibilità ai Paesi industrializzati di aumentare le loro quote di emissione di CO₂. Nell'ambito della contabilizzazione di tali serbatoi i Paesi hanno tuttavia approvato l'introduzione di disposizioni restrittive, allo scopo di evitare espedienti che rischierebbero di compromettere il raggiungimento dell'obiettivo primario del Protocollo di Kyoto: la riduzione globale delle emissioni di gas serra. Le attività connesse con la politica di gestione dei serbatoi di carbonio richiedono uno sforzo notevole a livello tecnico ed amministrativo. La Confederazione deve infatti approntare il bilancio annuale delle prestazioni della vegetazione in termini di assorbimento ed emissioni, tenendo oltretutto conto anche dei suoli.

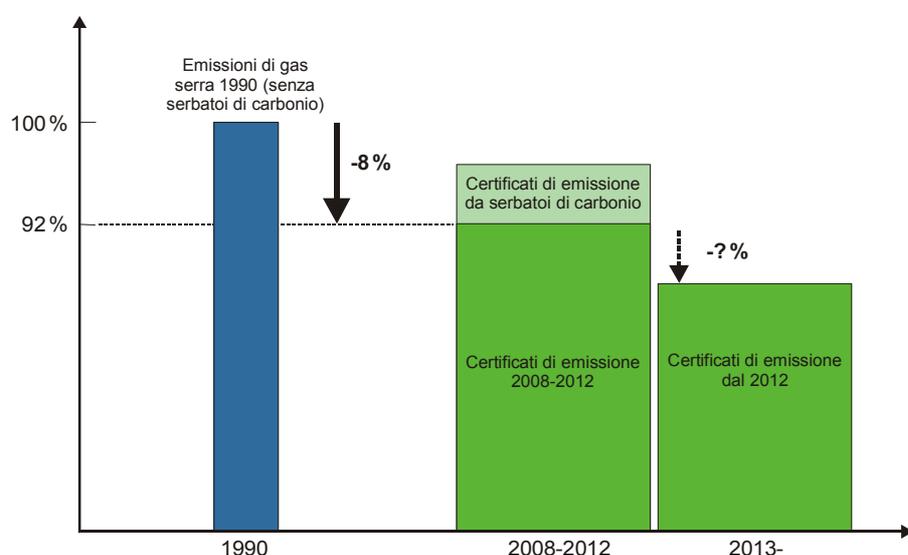
L'approvazione del Protocollo di Kyoto da parte di alcune importanti Parti contraenti è stata possibile solo a condizione che il conteggio dell'effetto dei serbatoi di carbonio agevolasse gli impegni di riduzione delle emissioni di CO₂ (Fig. 3). La politica del conteggio di tali serbatoi rappresentava infatti una spina nel fianco per le organizzazioni ambientaliste, che temevano che i Paesi aderenti al Protocollo di Kyoto potessero cercare delle scappatoie per sfuggire agli impegni di riduzione delle emissioni di gas serra, in particolare di quelle provocate dalla combustione di carburanti e combustibili fossili. Durante le Conferenze sulla protezione del clima di Bonn e Marrakesch, i Paesi aderenti al Protocollo hanno pertanto deciso di adottare delle disposizioni restrittive sul conteggio dei serbatoi di carbonio (capitoli 3 e 4).

Situazione politica di base

Nel Protocollo di Kyoto le prescrizioni sui serbatoi di carbonio sono disciplinate in modo concreto in due articoli. L'articolo 3.3 impone agli Stati aderenti di computare, in un inventario nazionale dei gas serra, le attività di afforestazione, riforestazione e deforestazione (capitolo 3). La possibilità di contabilizzare le prestazioni di assorbimento di carbonio connesse all'esistenza di interventi espliciti di gestione agricola e forestale (secondo l'articolo 3.4) durante il periodo 2008–2012 è per contro facoltativa (capitolo 4). In questi conteggi, l'aumento degli stock di carbonio, generati dai serbatoi durante il primo periodo d'adempimento dal 2008 al 2012, permette di accrescere i diritti di emissione (Fig. 3). In altri termini, questo meccanismo permette ad ogni Stato di emettere un quantitativo di CO₂ supplementare, corrispondente a quello immagazzinato dai serbatoi. Per contro, eventuali fonti di emissione che provocano una riduzione delle riserve di carbonio devono essere sottratte dai certificati di emissione. In questo contesto il Protocollo di Kyoto permette peraltro il conteggio di eventuali progetti di serbatoi di carbonio attuati al di fuori dei confini nazionali. La presente pubblicazione non si occupa tuttavia di tali casi.

Fig. 3 > Rispetto al 1990, le emissioni di gas serra svizzere devono essere ridotte dell'8 per cento.

Pertanto la Svizzera otterrà il diritto di emettere in media, durante il periodo 2008–2012, il 92 per cento delle emissioni del 1990. Se viene conteggiato l'effetto assorbente dei serbatoi di carbonio, si genereranno ulteriori certificati di emissione che permetteranno di produrre un quantitativo equivalente di emissioni supplementari. Se non saranno utilizzati, questi certificati di emissione eccedenti potranno essere differiti al periodo di conteggio successivo al 2012, oppure venduti. Per determinare i diritti di emissione dopo il 2012 ci si baserà di nuovo sui diritti di emissione conteggiati nel periodo 2008–2012, senza tenere conto dei contingenti di emissione accumulati con i serbatoi di carbonio.



Fonte: UFAM.

Per il primo periodo di adempimento, entro settembre 2006 ogni Paese industrializzato deve inviare al segretario della Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici un rapporto riguardante l'articolo 3.4. Tale rapporto deve contenere indicazioni sulle attività agricole e forestali che verranno conteggiate e le relative modalità di contabilizzazione. Affinché l'aumento delle riserve di carbonio sia conteggiabile durante il periodo compreso tra il 2008 e il 2012 è importante che le attività di gestione risalgano al periodo successivo al 1° gennaio 1990.

Orizzonte temporale

Come previsto dalla Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici, la Confederazione è l'istituzione competente per l'attuazione di un inventario nazionale annuale delle emissioni dei gas serra⁶. L'attuazione del Protocollo di Kyoto prevede peraltro ulteriori oneri tecnici ed amministrativi nell'ambito del conteggio dell'effetto di assorbimento dei serbatoi di carbonio. Nell'inventario dei gas serra, accanto al rendiconto annuale delle emissioni delle diverse tipologie di gas indicate dal Protocollo di Kyoto e specificate nella presente pubblicazione (cfr. Introduzione e Glossario) è obbligatorio eseguire un bilancio annuale dell'assorbimento e del rilascio di CO₂ da parte degli ecosistemi forestali e dei terreni agricoli⁶. In futuro la Confederazione dovrà

Oneri tecnici e amministrativi

⁶ www.climate-reporting.ch

pertanto eseguire ogni anno un bilancio dello stoccaggio di carbonio per tutte le diverse componenti: materiale vegetale epigeo e ipogeo, lettiera, legno morto e suolo. Tutto questo implica inoltre l'esistenza di un sistema di monitoraggio inteso a rilevare le attività di assorbimento dei serbatoi di carbonio. Il Protocollo di Kyoto prevede infine l'impegno di presentare dei rapporti sull'efficacia dei serbatoi CO₂ quale base per mantenere gli obblighi contratti con il Protocollo anche per i periodi d'adempimento dopo il 2012.

Su incarico dell'ONU, l'organismo competente IPCC (cfr. Glossario) negli scorsi anni ha messo a punto un manuale che descrive i metodi di conteggio dei serbatoi di carbonio secondo il Protocollo di Kyoto. L'obiettivo è quello di garantire una rendicontazione uniforme, trasparente e verificabile.

Rendicontazione uniforme

3 > Conteggi obbligatori: afforestazione e deforestazione (articolo 3.3)

Ogni Paese industrializzato che abbia assunto un impegno di riduzione delle emissioni deve conteggiare annualmente, nell'ambito di un bilancio nazionale, le attività di afforestazione, riforestazione e deforestazione attuate a partire dal 1990.

I Paesi industrializzati sono tenuti a considerare nei bilanci gli effetti delle attività di afforestazione, riforestazione e deforestazione nell'ambito di inventari annuali sui gas serra. Questo significa che devono quantificare ogni mutazione delle riserve di carbonio presenti negli alberi vivi e in quelli morti (fusto, rami e radici), oltre che nella lettiera e nel suolo.

Impegno

Sono conteggiabili unicamente le superfici che dopo il 1990 hanno subito dei cambiamenti d'uso del suolo connessi alle attività umane. Non viene ad esempio considerato come afforestazione l'imboschimento naturale di una superficie incolta che, in assenza di interventi antropici, si è trasformata in foresta. Se una calamità naturale, come ad esempio una frana, provoca una deforestazione estesa, essa non viene tuttavia considerata come disboscamento. Afforestazioni e deforestazioni devono essere geograficamente ben localizzabili in modo da essere verificate e menzionate nei rapporti sui conteggi dei periodi di impegno successivi. È così garantita la possibilità di quantificare anche in futuro gli effetti delle afforestazioni e delle deforestazioni sul bilancio del CO₂, fattore questo determinante per rendere credibile la politica di protezione del clima. Il Protocollo di Kyoto definisce come segue i concetti di afforestazione, riforestazione e deforestazione:

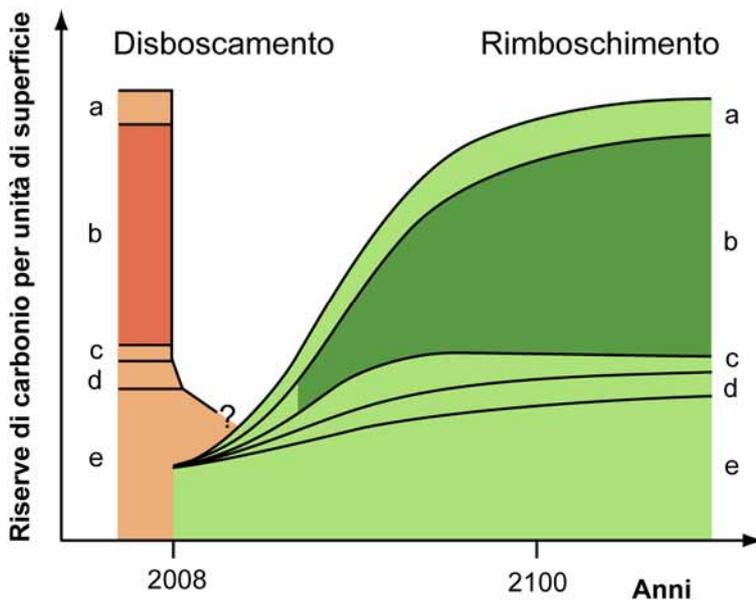
Restrizioni

- > **Afforestazione/Riforestazione:** intervento di conversione in foresta tramite rimboschimento ad opera dell'uomo (piantagione, semina o incentivazione dell'imboschimento naturale) avvenuto dopo il 1° gennaio 1990 su una superficie che il 31 dicembre 1989 non era ancora forestale⁷.
- > **Deforestazione:** disboscamento provocato dall'azione antropica e attuato dopo il 1° gennaio 1990 su una superficie che precedentemente era forestale.

⁷ Il termine «afforestazione» si applica per una superficie che, durante almeno 50 anni non è stata gestita come bosco. Il termine «riforestazione» si applica per una superficie che non è stata gestita come bosco durante meno di 50 anni.

Fig. 4 > Rappresentazione schematica delle modifiche nelle riserve di carbonio a seguito di un disboscamento e di un contemporaneo rimboscimento compensativo di una superficie equivalente.

Con un disboscamento viene rimosso in un unico intervento l'intero volume di carbonio accumulatosi per decenni nel bosco (area marrone); per contro il rimboscimento permette una ricostituzione delle riserve di carbonio solo su un arco di tempo molto più lungo (area verde).



Le riserve di carbonio sono state scorporate idealmente nelle diverse componenti:
a: rami, b: legno commercializzabile (più grosso di 7 cm), c: arbusti legnosi, d: radici, e: suolo.

Negli interventi di deforestazione l'intera provvigione legnosa accumulata nel bosco nei decenni precedenti viene rimossa in una volta e deve pertanto essere conteggiata come fonte d'emissione. Durante i primi anni che seguono un intervento di afforestazione o riforestazione, l'aumento delle riserve di carbonio è ancora ridotto. Alle nostre latitudini queste afforestazioni hanno bisogno di decenni per sviluppare le capacità di assorbimento di una foresta matura (Fig. 4). Disboscando e rimboscendo contemporaneamente in Svizzera due superfici equivalenti in partenza, e in particolare durante il periodo d'adempimento compreso tra il 2008 e il 2012, il saldo netto del bilancio del carbonio sarà negativo. Esistono tuttavia Paesi che riforestano ampie zone e ciononostante ottengono entro breve termine un saldo positivo in termini di assorbimento di carbonio nel computo tra interventi di deforestazione e di afforestazione.

**Serbatoio di assorbimento
o fonte d'emissione**

4 > Conteggio facoltativo della gestione delle foreste (articolo 3.4)

I Paesi industrializzati possono mettere nel conto del bilancio del carbonio le attività di assorbimento dei serbatoi rappresentati dalle aree forestali gestite e curate dopo il 1990. L'importanza di tali attività di stoccaggio è notevole, poiché le aree interessate hanno, nella maggior parte dei Paesi in questione, un peso quantitativo senza dubbio maggiore rispetto a quello dei comprensori rimboscati e disboscati. È comunque difficile differenziare i risultati dell'intervento antropico, rispetto agli effetti naturali. Per questo motivo il Protocollo di Kyoto prescrive un valore massimo per il computo delle attività di assorbimento connesse alla gestione forestale. I Paesi che nel calcolo dei serbatoi di carbonio decidono di tenere conto anche di questa componente legata alla gestione forestale corrono comunque il rischio che gli stessi comprensori forestali, se devastati da catastrofi naturali o danneggiati da infestazioni di insetti oppure da altri agenti nocivi, si trasformino in fonti di emissione.

I Paesi industrializzati possono ricorrere all'opzione di conteggiare nei bilanci del carbonio le attività di assorbimento risultanti dalla gestione delle foreste. Il Protocollo di Kyoto esige un calcolo esatto del saldo annuale tra le due componenti di assorbimento e di emissione delle aree forestali gestite, nonché la prova dell'avvenuta gestione. In questo contesto il concetto di gestione assume comunque un significato ampio: esso comprende ad esempio anche la delimitazione di riserve forestali.

Opzione

Nel calcolo dei bilanci del carbonio i Paesi industrializzati possono inoltre conteggiare i serbatoi di stoccaggio derivanti dalla gestione di aree agricole coltivate o prative, a condizione che detta gestione sia avvenuta dopo il 1990. Questa pubblicazione non esamina tuttavia i casi in questione, anche perché il potenziale di tali superfici in Svizzera è piuttosto limitato.

Le attività di assorbimento connesse alla gestione dei boschi possono essere conteggiate a condizione che gli interventi di gestione siano stati eseguiti dopo il 1° gennaio del 1990. Per il primo periodo d'adempimento ogni Paese industrializzato deve dichiarare, entro settembre 2006, il tipo di gestione che intende conteggiare e i metodi di misurazione e rilevamento che prevede di adottare. Per ovviare alle difficoltà nel distinguere la parte di stoccaggio di carbonio dovuta all'intervento antropico da quella legata a processi naturali, ad ogni Paese è stato assegnato un contingente massimo. Per la Svizzera questo limite ammonta a 1,83 milioni di tonnellate di CO₂ equivalente all'anno (cfr. capitolo 5 e Glossario). Le attività di assorbimento che superano questo tetto massimo decadono e non possono essere conteggiate.

Obblighi

I Paesi che decidono di tenere conto anche della componente di assorbimento connessa alla gestione forestale corrono comunque un rischio: le prestazioni di stoccaggio di carbonio non sono garantite. Un serbatoio forestale può infatti trasformarsi in una fonte di emissione, nei casi seguenti in cui i bilanci della produzione di legname sono deficiari, con perdite che superano gli incrementi legnosi:

Rischi

- > dopo tempeste come Vivian (1990) e Lothar (1999);
- > a causa di valanghe, cadute di sassi, colate di detriti, frane o incendi di bosco;
- > a seguito di danni provocati da infestazioni di insetti, ad esempio da scolitidi.

L'invecchiamento delle foreste con funzione di serbatoio implica pure un aumento dei rischi connessi a pullulazioni di insetti nocivi e della vulnerabilità ai danni da tempeste. Spesso, dopo eventi catastrofici simili, ci vogliono anni, in montagna anche decenni, affinché le foreste danneggiate, o quelle che ne prendono il posto, saranno di nuovo in grado di garantire la capacità di assorbimento del passato.

5 > Potenziale di stoccaggio e politica di gestione dei serbatoi di carbonio in Svizzera

Tra le diverse componenti, la gestione forestale è quella che possiede il maggiore potenziale di stoccaggio di carbonio. La Svizzera può procedere al massimo al conteggio di 1,83 milioni di tonnellate di CO₂ all'anno, corrispondenti circa al 45 per cento degli impegni di riduzione assunti con la sottoscrizione dell'accordo di Kyoto. Ciononostante, anche adottando provvedimenti straordinari per incoraggiare l'utilizzazione dei serbatoi, verso la fine di questo secolo il potenziale di immagazzinamento di carbonio sarà completamente sfruttato in Svizzera. L'opzione di assorbire il carbonio tramite serbatoi forestali serve quindi unicamente ad attenuare a breve-medio termine l'andamento sfavorevole delle emissioni.

Ogni Paese industrializzato che ha sottoscritto gli impegni deve conteggiare annualmente, nell'ambito di un bilancio nazionale, le attività di afforestazione, rifeorestazione e deforestazione messe in atto dopo il 1990.

Articolo 3.3

Per quantificare lo stoccaggio di carbonio connesso con gli interventi di afforestazione e di rifeorestazione, da un lato, e le emissioni provocate dai dissodamenti, dall'altro, sono necessari rilevamenti precisi. Come dimostrato da uno studio eseguito presso la SPF⁸, l'Inventario Forestale Nazionale, così come realizzato finora, non è sufficiente per soddisfare gli standard imposti dal Protocollo di Kyoto: in primo luogo perché il suo reticolo di campionamento è troppo ampio per evidenziare in modo sufficientemente affidabile i cambiamenti su aree forestali di dimensioni modeste. Secondariamente, se il bosco nel frattempo ha perduto la sua vocazione forestale, le aree di saggio rilevate durante gli inventari precedenti non vengono più considerate; lacuna questa alla quale è possibile ovviare, perlomeno in parte, utilizzando i dati della Statistica della superficie⁸. Un terzo motivo è legato al fatto che è assai difficile verificare se le attività di afforestazione e deforestazione registrate sono state realmente originate dall'intervento antropico oppure da altre cause (cfr. allegato A2). In situazioni simili è pertanto indispensabile analizzare le informazioni specifiche concernenti le cause della deforestazione e dell'afforestazione, anche se le fonti statistiche svizzere sui dissodamenti in realtà non prevedono la raccolta di dati riguardanti le provvigioni legnose. Se le attività di deforestazione sono state causate da processi naturali innescati dall'assenza di gestione oppure da schianti da tempesta, non rientrano tuttavia nella casistica prevista dall'articolo 3.3. In ogni caso la Svizzera non sembra poter trarre un vantaggio significativo dalle disposizioni previste all'articolo 3.3 poiché, anche se i disboscamenti vengono controbilanciati dai cosiddetti rimboschimenti compensativi di eguale estensione, il bilancio netto del carbonio dovrebbe comunque risultare deficitario (cfr. Fig. 4).

Importanza per la Svizzera

⁸ Fischlin et al. 2003: Bestandesaufnahme zum Thema Senken in der Schweiz (www.sysecol.ethz.ch/Reports.html).

I Paesi industrializzati possono ricorrere all'opzione di conteggiare nei bilanci del carbonio le attività di assorbimento connesse agli interventi di gestione forestale eseguiti dopo il 1° gennaio 1990.

Articolo 3.4

Durante il XVIII e il XIX secolo le foreste hanno svolto nel nostro Paese il ruolo di fonte di emissione di carbonio poiché la loro utilizzazione non avveniva secondo i principi della sostenibilità. Infatti l'utilizzazione superava la crescita. Nel passato più recente le riserve di carbonio immagazzinate nei boschi dell'Altipiano gestiti in modo meno intensivo erano più o meno costanti, visto che l'utilizzazione e l'incremento dei boschi erano più o meno equivalenti. Oggigiorno, nella maggior parte delle foreste svizzere il volume dell'utilizzazione è inferiore a quello dell'accrescimento. In tal modo in Svizzera, così come nella maggior parte dei Paesi industrializzati, la gestione delle foreste è la componente che offre il potenziale di assorbimento di carbonio più consistente: secondo i dati dell'Inventario Forestale Nazionale (IFN), ogni anno i boschi svizzeri hanno fissato, tra il 1985 ed il 1995, mediamente 3,6 milioni di tonnellate di CO₂. Questo volume corrisponde a circa un dodicesimo del volume complessivo emesso annualmente nell'atmosfera dal traffico, dalle industrie e dalle economie domestiche. Va tuttavia evidenziato il fatto che solo una parte di queste attività di assorbimento può essere conteggiata in base al Protocollo di Kyoto.

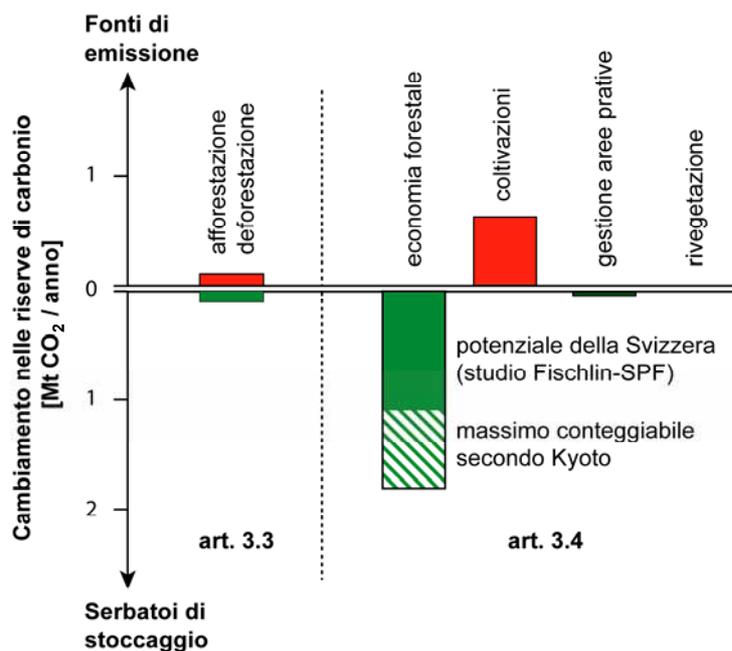
Importanza per la Svizzera

Attualmente sono in corso i rilievi del terzo IFN: un'elaborazione provvisoria dei dati raccolti su un terzo delle aree di saggio indica che i boschi stanno immagazzinando meno carbonio rispetto al periodo dal 1985 al 1995. Questi risultati suggeriscono che esiste comunque un certo margine di incertezza nel pronosticare per i prossimi anni la capacità di assorbimento da parte delle foreste. Il Protocollo di Kyoto impone tuttavia di considerare unicamente le capacità di assorbimento durante il periodo di adempimento compreso tra il 2008 e il 2012. Il limite superiore attribuito alla Svizzera è di 1,83 milioni di tonnellate di CO₂ all'anno (cfr. Glossario), corrispondente a circa il 45 per cento degli impegni di riduzione assunti con il Protocollo di Kyoto. Tuttavia, secondo una ricerca della SPF (Fischlin et al. 2003⁹), la Svizzera, con gli obblighi cui deve sottostare (gestione dopo il 1990), non ha la certezza di poter raggiungere questo limite massimo (Fig. 5).

⁹ Fischlin et al. 2003: Bestandesaufnahme zum Thema Senken in der Schweiz (www.sysecol.ethz.ch/Reports.html).

Fig. 5 > Serbatoi di stoccaggio e fonti di emissione in Svizzera.

Stoccaggio di carbonio da parte dei serbatoi agro-forestali in Svizzera e fonti di emissione legate alle attività di afforestazione e deforestazione¹⁰ (articolo 3.3) e con le medesime forme di utilizzazione del suolo (articolo 3.4).



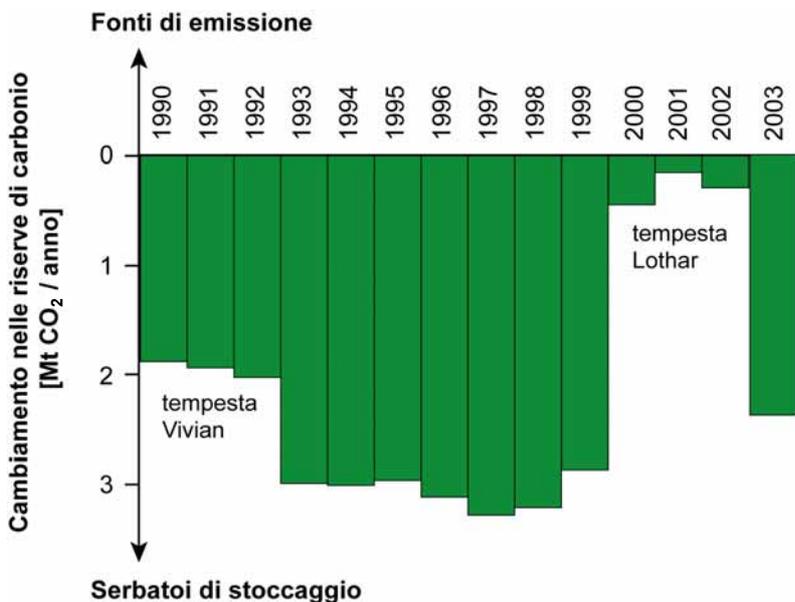
Un ulteriore margine di incertezza è rappresentato dagli eventi imprevisti come le tempeste, le infestazioni di scolitidi oppure gli incendi boschivi. La tempesta Lothar del 1999 ha ad esempio causato una perdita netta di 4 milioni¹¹ di metri cubi di legname, corrispondenti a circa 4 milioni di tonnellate di CO₂. Se un cataclisma simile a «Lothar» si verificasse durante il periodo di adempimento, la Svizzera perderebbe in un solo colpo il doppio di tutti i certificati di emissione che potrebbe guadagnare grazie al conteggio dei serbatoi di carbonio che le sono stati attribuiti (Fig. 6). Una foresta giovane che si insedia dopo una tempesta o dopo la rimozione del legname presente non è in grado di compensare le perdite di assorbimento, poiché durante i primi anni l'assorbimento di CO₂ connesso alla crescita è inferiore rispetto alle perdite di CO₂ provocate dalla decomposizione della biomassa sotterranea.

¹⁰ La disponibilità di dati insufficiente rende queste valutazioni affette da importanti margini di incertezza.

¹¹ Questa cifra risulta dalla differenza tra i ca. 14 milioni di metri cubi di legname atterrato dalla tempesta e l'incremento annuo delle provvigioni legnose quantificabile a circa 10 milioni di metri cubi.

Fig. 6 > Bilancio del CO₂ per le foreste negli anni dal 1990 al 2003 in base all'inventario svizzero dei gas serra.

Il bosco figura sempre come serbatoio di CO₂, anche negli anni in cui ha subito le devastazioni delle tempeste Vivian e Lothar. Questo risultato è tuttavia dovuto al fatto che i valori sono stati mediati su periodi di tre anni. In realtà, durante il 2000 i boschi svizzeri hanno agito da fonte di emissione di CO₂. In questa valutazione si è tenuto conto unicamente della biomassa legnosa viva, facendo astrazione del legno morto e della sostanza organica presente nel suolo. Per il Protocollo di Kyoto sono determinanti solo le prestazioni durante il periodo di adempimento compreso tra il 2008 e il 2012. Inoltre sono computabili al massimo 1,83 milioni di tonnellate di CO₂ e si applicano altre disposizioni, cosicché i valori dell'inventario dei gas serra non possono essere direttamente equiparati agli impegni derivanti dal Protocollo di Kyoto.



Fonte: UFAM.

Il Protocollo di Kyoto esige che vengano computate le riserve di carbonio costituite all'interno della massa legnosa aerea (epigea) degli alberi vivi e morti, quella delle loro radici (ipogea), come pure quella presente nella lettiera e nel terreno. In Svizzera sono attualmente disponibili indicazioni attendibili solo sugli alberi vivi e il legno morto. La biomassa ipogea, come ad esempio quella delle radici, viene comunemente desunta partendo dalla massa epigea avvalendosi dei cosiddetti fattori di espansione. Visto che la biomassa della componente legnosa morta è stata rilevata solo durante il secondo Inventario Forestale Nazionale (IFN2), le sue modifiche non saranno disponibili prima del 2008, non appena sarà terminata l'elaborazione dei risultati dell'IFN3 attualmente in corso. Sulla base di questi dati sarà possibile stimare in modo abbastanza realistico il potenziale di stoccaggio connesso alla gestione forestale per il periodo dal 2008 al 2012. Un importante fattore d'incertezza è per contro rappresentato dal suolo, poiché, allo stato attuale delle conoscenze, senza uno specifico inventario, risulta difficile quantificare in modo attendibile il bilancio del CO₂.

Dati dell'Inventario Forestale Nazionale

Qualunque capacità di stoccaggio di carbonio, sia essa globale o locale, ha i suoi limiti. Anche adottando una politica d'incentivazione dei serbatoi forestali esasperata, ad esempio procedendo a notevoli rimboschimenti o aumentando i periodi di produzione (cioè ritardando l'utilizzazione degli alberi), verso la fine di questo secolo, i potenziali di stoccaggio della Svizzera saranno comunque esauriti (Fig. 7). In seguito, le possibilità di un'ulteriore accumulazione si saranno affievolite e si attesteranno a livelli quasi insignificanti. Il carbonio fissato grazie alla fotosintesi verrà infatti incessantemente e completamente rilasciato nell'aria sotto forma di CO₂, gas generato ad esempio dalla respirazione delle piante e dai processi di decomposizione della lettiera e del legno morto. Già tra pochi decenni le capacità di stoccaggio diminuiranno drasticamente, poiché i boschi raggiungeranno inevitabilmente un'età che comporterà una chiara riduzione della crescita degli alberi e quindi della loro capacità di fissare il carbonio. Oltretutto i modelli climatici attualmente disponibili indicano che un ulteriore riscaldamento del clima provocherà periodi di siccità su scala sia globale che locale (accrescendo il rischio di incendi boschivi e indebolendo gli alberi) e probabilmente anche una maggiore frequenza di eventi tempestosi, che potrebbero a loro volta aumentare le pullulazioni di insetti. L'ipotesi che un ulteriore innalzamento della concentrazione di CO₂ nell'atmosfera possa concimare i boschi stimolando la crescita degli alberi è piuttosto aleatoria. Ricerche svolte in un bosco tipico dell'Altipiano svizzero forniscono indizi in merito al fatto che l'arricchimento di CO₂ non rafforzerebbe l'incremento della produzione legnosa¹².

Sulla base di tutte le considerazioni fatte in precedenza, i serbatoi forestali sembrano rappresentare soltanto un contributo transitorio e complementare alla protezione del clima (Fig. 7). Ciò nondimeno consentono di guadagnare tempo, nell'attesa che nuove tecnologie contribuiscano a contenere le emissioni.

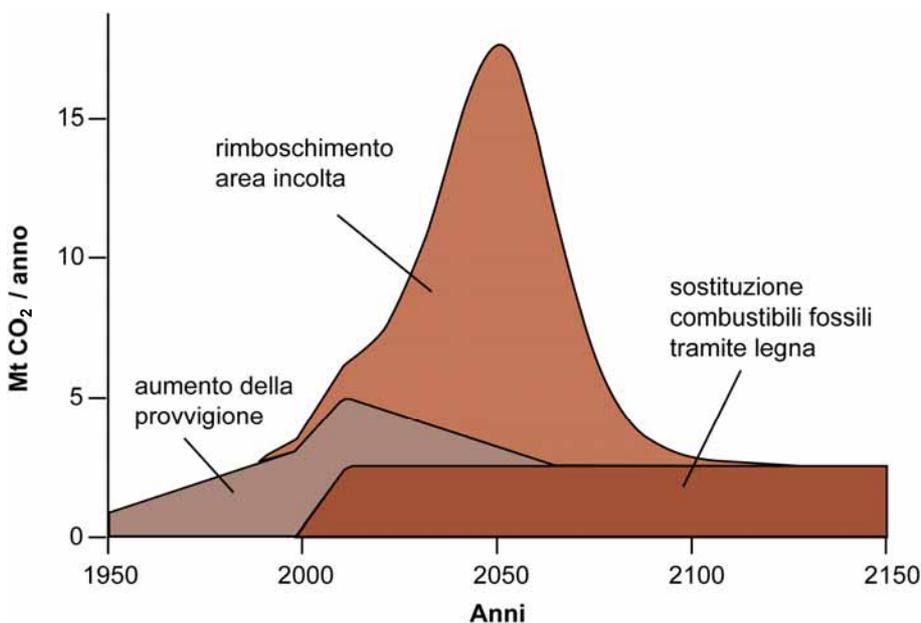
Un'altrettanto efficace alternativa ai serbatoi forestali è costituita dalla possibilità di un'ulteriore utilizzazione del legname. Da un lato il legno da energia contribuisce a sostituire i combustibili d'origine fossile. D'altra parte, l'impiego del legno quale materiale da costruzione riduce il consumo di vettori fossili o la produzione di CO₂ legata alla fabbricazione di prodotti sintetici o alla produzione di acciaio, alluminio o cemento (capitolo 7). A differenza della capacità di stoccaggio di carbonio dei serbatoi forestali, che con il tempo è destinata a diminuire, l'utilizzazione sostenibile di legname può essere proseguita per periodi di tempo di lunghezza indeterminata (Fig. 7). L'impiego di legname prodotto da un'economia forestale concepita secondo criteri di gestione sostenibile dei boschi, che di per sé sono inesauribili, può pertanto essere considerato come un modo per contribuire durevolmente ed efficacemente alla tutela del clima.

Limitazione naturale delle
capacità di assorbimento

¹² Körner C. et al. 2005: «Science», Volume 309, pp.1360–1362.

Fig. 7 > Prestazioni teoriche di stoccaggio di carbonio da parte del bosco in Svizzera grazie all'afforestazione (articolo 3.3.) e alla gestione forestale (articolo 3.4).

In questo modello di calcolo (studio SPF¹³) è stata considerata unicamente la biomassa viva degli alberi, senza tenere conto del legno morto e del carbonio organico presente nel suolo. Per il rispetto degli impegni di Kyoto sono determinanti solo le prestazioni del periodo dal 2008 al 2012.



Il Consiglio federale è favorevole al conteggio dei serbatoi di carbonio se la loro individuazione non entra in contrasto con gli interessi generali e con gli obiettivi a lungo termine della politica di protezione del clima e con quelli dell'economia forestale ed agricola¹⁴. In considerazione delle incertezze legate ai metodi di calcolo e delle limitazioni temporali descritte, le capacità di assorbimento dei serbatoi di carbonio saranno considerate come riserve nel caso in cui le emissioni, a seguito di inverni rigidi o all'aumento dei ritmi di crescita economica o della produzione di elettricità da combustibili fossili, continuino ad evolvere in modo sfavorevole. La legge sul CO₂ non tiene conto dell'aumento degli stock di carbonio risultanti dall'attività dei serbatoi forestali. Per contro è possibile contribuire al raggiungimento degli obiettivi di riduzione aumentando l'utilizzazione del legname che, essendo neutrale dal punto di vista del CO₂, può sostituire altri materiali fabbricati facendo ricorso a fonti energetiche fossili. Da notare che il computo del legno utilizzato per le costruzioni all'interno del quale il carbonio resta immagazzinato anche dopo l'utilizzazione degli alberi, secondo le disposizioni del Protocollo di Kyoto non potrà essere conteggiato quale serbatoio dal 2008 al 2012 (capitolo 7).

Serbatoi di carbonio quale riserva in caso di andamento sfavorevole delle emissioni

¹³ Fischlin et al. 2003: Bestandesaufnahme zum Thema Senken in der Schweiz: www.sysecol.ethz.ch/Reports.html.

¹⁴ FF 05.057: Messaggio concernente l'approvazione dell'aliquota della tassa CO₂ sui combustibili.

6 > Conteggio delle capacità di stoccaggio ed effetti sulle funzioni del bosco

Nei boschi considerati come serbatoi di carbonio, l'età media degli alberi tende per lo più ad aumentare. Con il passare degli anni o anche dei decenni la loro vitalità diminuisce. La capacità di fissare carbonio non è pertanto eterna, ma si esaurisce col passare dei decenni. Una politica unilaterale insistentemente mirata solo a promuovere i serbatoi di carbonio è altresì in contrapposizione con le aspettative di chi auspica un aumento dell'utilizzazione del legname.

Attualmente si registra un incremento delle riserve di carbonio e di conseguenza anche l'età media degli alberi tende ad aumentare, assieme alla proporzione di alberi ammalati o indeboliti. Quando queste piante muoiono oppure cadono a terra, sradicando contemporaneamente altri alberi, specie nei boschi densi e ricchi di legname, il CO₂ rilasciato dal bosco finisce per aumentare in modo naturale. Questo accade fintanto che l'assorbimento e la cessione di CO₂ si mantengono in equilibrio. Considerato che «gli alberi non crescono fino in cielo», la capacità delle foreste di immagazzinare carbonio non può essere eterna. Le provvigioni di legname dei boschi svizzeri, tranne che nella regione a Sud delle Alpi, sono decisamente elevate in confronto a quelle medie europee (Tab. 1) e pertanto la capacità di accumulare carbonio nei serbatoi forestali risulta essere un po' più circoscritta.

Ciclo vitale di una foresta

Tab. 1 > Provvigione legnosa degli alberi in piedi e vivi in Svizzera e in Europa (valori in m³/ha).

Svizzera				Germania	Austria	Italia	Finlandia
Altipiano	Alpi	Sud delle Alpi	Totale				
435	298	207	354	271	286	169	86

Fonte: IFN2.

Attualmente non è chiaro quali saranno le ripercussioni dell'utilizzo di questi serbatoi forestali sulle altre funzioni esplicate dal bosco, come ad esempio sulla biodiversità. Da un lato, tale utilizzo favorisce uno sviluppo che tende verso le foreste vergini, mentre dall'altro una struttura forestale più densa e più scura impoverisce la diversità specifica del sottobosco. È inoltre lecito porsi la domanda se i boschi invecchiati immagazzinando CO₂ saranno in grado anche in futuro di assolvere i compiti di protezione contro la caduta di sassi e il distacco di valanghe.

Influsso sulle funzioni del bosco

L'opzione dell'immagazzinamento del carbonio decretata dal Protocollo di Kyoto e l'esigenza di aumentare l'utilizzazione del legname quale fonte di energia e materiale da costruzione amplia la gamma delle funzioni esplicate dal bosco: accanto alla tradizionale funzione economica della produzione di legname, alle funzioni svolte dai boschi di protezione, alle funzioni ricreative affidate ai boschi situati nelle periferie delle città e nelle regioni a vocazione turistica e a quelle svolte dai boschi naturali al servizio della tutela dell'ambiente vengono oggi ad aggiungersi le funzioni di serbatoio di carbonio e di produzione di bioenergia. Le funzioni forestali dovrebbero comunque venire separate laddove entrano in concorrenza tra loro. Le funzioni svolte da un bosco di protezione contro gli eventi naturali non dovrebbero essere pregiudicate dall'immagazzinamento del carbonio, così come le possibili ripercussioni di altre funzioni, ad esempio quella della produzione legnosa, devono essere oggetto di attenta verifica. Per contro i comprensori boschivi poco redditizi e scarsamente collegati all'infrastruttura viaria potrebbero risultare dei serbatoi forestali idonei. La delimitazione di boschi con vocazione di stoccaggio di carbonio potrebbe comunque rappresentare un'opportunità interessante per l'economia forestale. Queste attività non sono necessariamente in conflitto con le esigenze di utilizzare il legname, ma ne costituiscono piuttosto un ragionevole complemento, in particolare laddove la raccolta del legname è sconsigliabile o non redditizia.

Una completa diversificazione delle funzioni del bosco non è conforme al Programma forestale svizzero¹⁵, il quale assegna alla protezione dai pericoli naturali e alla biodiversità una funzione predominante. Le foreste rimanenti con vocazione economica dovrebbero essere gestite secondo i principi dell'economia di mercato, senza tuttavia compromettere l'utilizzazione del legname all'insegna dei principi della sostenibilità. La produzione del legno quale materia prima compatibile con la protezione del clima e il suo impiego quale fonte energetica e materiale da costruzione devono essere incentivati. Dal punto di vista dell'economia di mercato, vanno inoltre riconosciute le prestazioni di stoccaggio di carbonio svolte dalla foresta.

Le nuove funzioni svolte dal bosco

Il Programma forestale si basa sull'utilizzazione del legname

¹⁵ PROJEKTL EITUNG WAP-CH 2004: Waldprogramm Schweiz (WAP-CH), Schriftenreihe Umwelt Nr. 363, Ufficio federale dell'ambiente, delle foreste e del paesaggio, Berna 117 p. (disponibile in tedesco e francese: <http://www.umwelt-schweiz.ch/buwal/de/fachgebiete/wald/politik/wap/index.html>).

7 > Contributo dell'utilizzazione del legname alla protezione del clima

Se il bosco può contribuire alla protezione del clima in quanto serbatoio di carbonio, l'impiego della materia prima legno per fabbricare altri prodotti, quale materiale da costruzione e quale fonte di energia permette di ridurre le emissioni di CO₂. Ricerche dimostrano che le capacità di immagazzinamento di carbonio da parte dei serbatoi forestali non possono essere incrementate all'infinito, mentre le possibilità di ridurre le emissioni di CO₂ utilizzando legname sono inesauribili. L'utilizzo del legname può pertanto dare un contributo sostanziale e a lungo termine alla salvaguardia del clima.

Il legno ha un'ampia gamma di possibili impieghi: per elementi da costruzione, mobili, imballaggi, fabbricazione di cellulosa e carta, nonché a fini di riscaldamento. Rilevanti in funzione delle emissioni di CO₂ sono i seguenti aspetti:

Riduzione delle emissioni di CO₂

- > l'uso del legno o dei suoi prodotti derivati in sostituzione di altre materie prime o manufatti tradizionali;
- > l'uso a scopi energetici della legna forestale, degli scarti legnosi e delle diverse lavorazioni come anche del legno residuo può sostituire vettori energetici fossili;
- > l'uso di prodotti legnosi in cicli di consumo di lunga durata aumenta gli stock di carbonio immobilizzato.

L'asportazione del legno dal bosco comporta una riduzione del carbonio immagazzinato. Secondo il Protocollo di Kyoto il legname raccolto viene pertanto conteggiato nel bilancio del CO₂ quale emissione. Tuttavia, questa considerazione non tiene conto del modo in cui il legno viene impiegato. Se il legname viene usato per prodotti a base di legno che si conservano a lungo, il carbonio permane immagazzinato all'interno degli stessi. Inoltre si deve aggiungere che la costruzione in legno della struttura di un tetto o la fabbricazione di un mobile di legno richiedono un consumo energetico inferiore a quello necessario in caso d'impiego di materiali convenzionali quali il cemento, il ferro o l'alluminio. Ciò implica anche una minore emissione di CO₂. Aumentare l'impiego dei prodotti di legno significa quindi contenere le emissioni globali di CO₂ (Tab. 2).

Tab. 2 > Effetti sulle emissioni ottenuti grazie alla sostituzione di altri materiali con un metro cubo di legno.

Impiego del legno	Emissioni di CO ₂ evitate in tonnellate di CO ₂ per m ³ di legno
Sostituzione di materie prime o materiali da costruzione convenzionali, compreso l'uso energetico degli scarti o del legno usato	1,0
Sostituzione di vettori energetici di origine fossile	0,6
Abbandono della legna in bosco	0,0

Fonte: UFAM 2005.

Secondo il Protocollo di Kyoto sono determinanti i bilanci del CO₂ all'interno dei propri confini nazionali (Tab. 3). Se i prodotti di legno vengono esportati, i quantitativi di energia impiegata per la loro fabbricazione grava sui bilanci del CO₂ della Svizzera. Questa medesima entità di energia sgrava il bilancio del CO₂ del Paese importatore. Anche i risparmi di CO₂ connessi con l'effetto di sostituzione conducono a un miglioramento del bilancio del CO₂ dei Paesi esteri. Se per contro i prodotti di legno vengono importati, l'aggravio del bilancio del CO₂ viene messo sul conto dello Stato esportatore, mentre quello della Svizzera viene alleggerito.

Effetti delle attività di import-export di legname

Tab. 3 > Interdipendenza tra tipo di attività in Svizzera e all'estero e relativi effetti sul CO₂.

La Svizzera esporta legname	Effetti sul CO ₂
Modifica della provvigione in bosco	L'esportazione di legname o di prodotti legnosi svizzeri può comportare una riduzione dell'utilizzazione delle foreste all'estero. Lo stoccaggio di carbonio all'estero aumenta, mentre in Svizzera diminuisce.
Effetto di sostituzione del materiale (incluso utilizzo energetico)	La sostituzione all'estero di materiali convenzionali (cemento, alluminio, ecc.) con legname svizzero riduce le emissioni di CO ₂ all'estero.
Modifica dello stock di carbonio immobilizzato nel ciclo di consumo del legno	La sostituzione all'estero di materiali convenzionali con prodotti derivati da legname svizzero comporta l'aumento del carbonio immagazzinato all'estero.
La Svizzera importa legname	Effetti sul CO ₂
Modifica della provvigione in bosco	L'importazione di legname o di prodotti legnosi permette di ridurre l'utilizzazione delle foreste svizzere. Lo stoccaggio di carbonio nelle foreste svizzere aumenta, mentre all'estero diminuisce.
Effetto di sostituzione del materiale (incluso uso energetico)	La sostituzione in Svizzera di materiali convenzionali con prodotti di legname estero importati migliora il bilancio interno di CO ₂ . Le emissioni connesse alla produzione graveranno sui Paesi esteri.
Modifica dello stock di carbonio immagazzinato nel ciclo di consumo del legno	La sostituzione in Svizzera di materiali convenzionali con prodotti legnosi importati incrementa lo stoccaggio di carbonio indigeno.

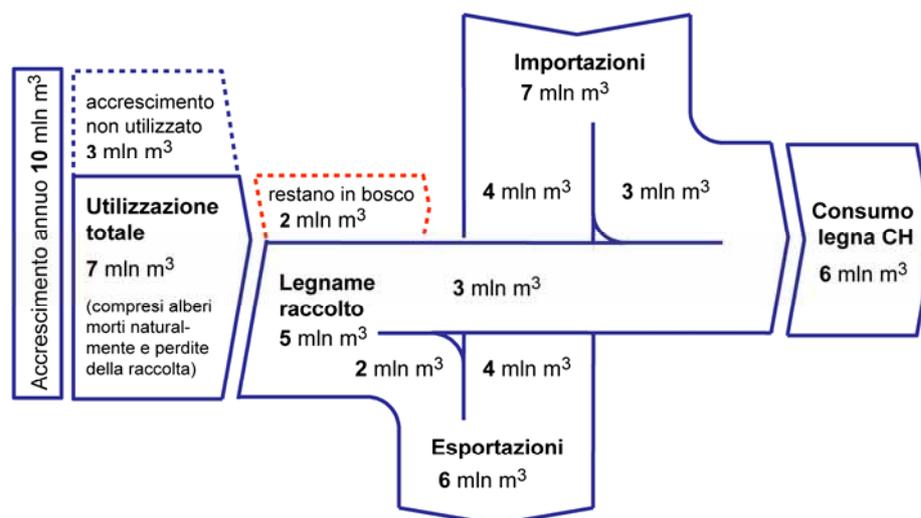
Considerato che la legna da energia prodotta dal bosco e dagli scarti della lavorazione del legno non viene praticamente esportata, la sua combustione torna a vantaggio della Svizzera. La legna, bruciando, sostituisce peraltro vettori energetici di origine fossile come l'olio combustibile o il gas naturale. Su scala globale, facendo quindi astrazione delle frontiere, valgono tuttavia gli effetti sostitutivi menzionati nella tabella 2.

I risultati intermedi di una recente ricerca¹⁶ eseguita su mandato dell'UFAM (Fig. 8) mostrano come sia possibile aumentare, dagli attuali 5 milioni di m³ a 9 milioni di m³, l'utilizzazione annua di legname proveniente dalle foreste svizzere. Detti risultati scaturiscono dall'analisi dell'incremento legnoso (potenziale di utilizzazione) delle foreste svizzere e da una stima dei potenziali di mercato. Per aumentare tale utilizzazione dovrebbe tuttavia esserci una volontà politica precisa, che consenta di migliorare le condizioni quadro.

Profitto determinato dall'aumento dell'utilizzazione del legname

Fig. 8 > Potenziale di utilizzazione e flussi del materiale legno.

Potenziale di utilizzazione e flussi del materiale legno (2003) in milioni di m³ di massa legnosa (valori arrotondati).



Fonte: UFAP 2005.

L'aumento a 9 milioni di m³ del volume di legname raccolto nelle foreste svizzere comporterebbe una riduzione globale delle emissioni di circa 8 milioni di tonnellate di CO₂. In questa cifra sono compresi gli effetti di stoccaggio risultanti dai derivati del legno, oltre che da tutti gli altri effetti connessi alla sostituzione di materiali e combustibili. Questa politica di utilizzazione delle risorse è sostenibile poiché dall'ottimizzazione della gestione del bosco ai fini delle emissioni di CO₂ e dell'impiego del legname potranno trarre benefici anche le generazioni future (Tab. 4). Un'accresciuta utilizzazione del legname comporterebbe peraltro la relativa diminuzione delle capacità d'immagazzinamento del bosco.

¹⁶ GEO Partner AG, EMPA, Dr. Werner Umwelt & Entwicklung.

Tab. 4 > Riduzione globale del CO₂ correlata con l'ipotetico aumento a 9 milioni di m³ entro il 2030 del volume di legname utilizzato nelle foreste svizzere.

Assortimenti di legno/bosco	Legname raccolto in CH ²	Sostituzione per uso legna da energia ³	Sostituzione per uso prodotti legnosi ⁴	Modifica stock fissati nei prodotti legnosi ⁵	Totale
	Mln di m ³	Milioni di tonnellate di CO ₂ equivalenti			
legna opera ¹	6,4	2,2	3,0	1,3	6,5
legna da energia	2,6	1,6			1,6
effetto globale sul CO ₂		3,8	3,0	1,3	8,1

¹ Tenendo conto del commercio di legname (import-export).

² L'utilizzazione di legname svizzero aumenta progressivamente e dopo 30 anni raggiunge, nel 2030, 9 milioni di m³.

³ La legna da energia comprende gli assortimenti forestali di legna da ardere, gli scarti dei processi di lavorazione del legno e la legna risultante dai lavori di demolizione.

⁴ Si ipotizza che i prodotti di legname svizzero esportati sostituiscano per metà prodotti legnosi esteri e per metà altri materiali o prodotti convenzionali.

⁵ Queste modifiche degli stock di carbonio fissati nei prodotti legnosi, attualmente non possono essere conteggiati secondo il Protocollo di Kyoto.

Fonte: GEO Partner AG, EMPA, Dr. Werner Umwelt & Entwicklung, WSL, 2005.

Lo studio evidenzia un ulteriore importante aspetto: la riduzione dell'utilizzazione del legname dagli attuali 5 milioni di m³ a 3 milioni di m³ comporterebbe inizialmente un forte aumento dello stoccaggio di carbonio da parte dei serbatoi forestali. Tuttavia, dopo alcuni decenni tale effetto diminuirebbe e il sistema si troverebbe in una situazione rischiosa, poiché le foreste, nel frattempo, avrebbero accumulato provvigioni legnose enormi, risultando maggiormente esposte e vulnerabili a possibili eventi catastrofici o ad altre calamità forestali.

A complemento degli effetti sul clima, la ricerca illustra pure un aspetto socioeconomico: una riduzione dell'utilizzazione del legname dagli attuali 5 milioni di m³ a soli 3 milioni di m³ comporterebbe la perdita di circa 10'000 posti di lavoro, mentre l'aumento dell'utilizzazione a 9 milioni di m³ permetterebbe la creazione di circa 30'000 nuovi posti di lavoro.

Con l'utilizzazione del legname gli effetti a lungo termine connessi con la sostituzione di prodotti e vettori energetici fossili assumono un'importanza di prim'ordine. Le attività di stoccaggio di carbonio nei serbatoi forestali e l'immagazzinamento nel ciclo di consumo del legno non possono in entrambi i casi essere incrementati a piacimento ma, in caso di calamità, possono trasformarsi anche in fonti di emissione. Al contrario, i benefici associati alla sostituzione di beni ad elevato impatto climatico sono irreversibili ed efficaci immediatamente. In base a considerazioni legate alla salvaguardia del clima, solamente le prestazioni permanenti collegate con questo «effetto-sostituzione» contribuiscono a risolvere a lungo termine i problemi.

8 > Conclusioni

1. L'obiettivo primario del Protocollo di Kyoto è quello di ridurre nei Paesi industrializzati le emissioni di CO₂ provocate dalla combustione di composti di origine fossile. La possibilità di contabilizzare i serbatoi di carbonio è limitata in termini quantitativi e costituisce unicamente un complemento ai provvedimenti volti a ridurre le emissioni. Questo significa che si tratta in sostanza di un'opzione che ci permette di guadagnare tempo per permetterci di ridurre effettivamente le emissioni di CO₂ mediante provvedimenti di risparmio energetico e l'adozione di energie alternative rispettose del clima.

I serbatoi di carbonio possono integrare le misure di riduzione
2. I serbatoi di carbonio non sono inesauribili e non offrono pertanto una protezione del clima duratura. Le superfici disponibili per gli interventi di afforestazione sono limitate e, nella seconda metà del presente secolo, tutte le capacità di assorbimento di carbonio da parte delle foreste esistenti saranno esaurite. Dal punto di vista della politica climatica i boschi comportano dei rischi, che tendenzialmente aumentano con l'incentivazione dei serbatoi forestali. Tempeste, siccità, incendi boschivi o epidemie di scolitidi possono ridurre l'efficacia dei serbatoi forestali o addirittura far sì che i boschi emettano di nuovo nell'atmosfera il CO₂ immagazzinato in precedenza, trasformandosi così in fonti di emissione. Una capacità di assorbimento ridotta e anche un eventuale rilascio supplementare di CO₂ da parte dei boschi dovrebbero essere controbilanciati da ulteriori riduzioni delle emissioni. Il computo dei serbatoi forestali attuali obbliga le generazioni future a compiere sforzi supplementari di riduzione del CO₂ nell'ambito dei consumi di carburanti o combustibili fossili.

I serbatoi di carbonio non offrono un apporto duraturo alla tutela del clima
3. Nel contesto dei negoziati dedicati alla protezione del clima, le funzioni espletate dal bosco avranno un ruolo importante anche dopo il 2012. Paesi come la Russia o il Canada, che dispongono di ragguardevoli estensioni boschive, sono certamente interessati a sfruttare le opzioni offerte dai serbatoi forestali. Contemporaneamente, l'importanza dell'utilizzazione del legname (fonte energetica, prodotti di legno duri) nell'ambito della protezione del clima è destinata ad aumentare in futuro.

I serbatoi di carbonio svolgeranno un ruolo importante nelle future trattative sul clima
4. Chi computa i serbatoi forestali si impegna per una durata di tempo non indifferente a informare sulle prestazioni svolte dalle foreste. Le attività di monitoraggio e di rendicontazione dovranno proseguire. Questo deve peraltro permettere di conteggiare capacità di assorbimento o di emissione oggi ancora inesistenti.

Monitoraggio per decenni
5. Il rilevamento periodico del bilancio del carbonio su vaste superfici del Paese offre uno strumento che permette di identificare e monitorare a lungo termine e in modo più efficace l'impatto antropico sui sistemi ambientali e climatici. Uno sviluppo positivo che va accolto con soddisfazione, poiché i grossi disboscamenti e gli sfruttamenti eccessivi delle foreste sono, specie nei Paesi in via di sviluppo, responsabili di un quinto delle emissioni di CO₂ e contribuiscono in maniera decisiva agli squilibri

Il bilancio del carbonio aiuta a meglio gestire gli ecosistemi

del clima. In futuro qualunque depauperamento delle foreste sarà da evitare, mentre dovranno essere promosse la gestione e l'utilizzazione sostenibile delle risorse boschive mondiali.

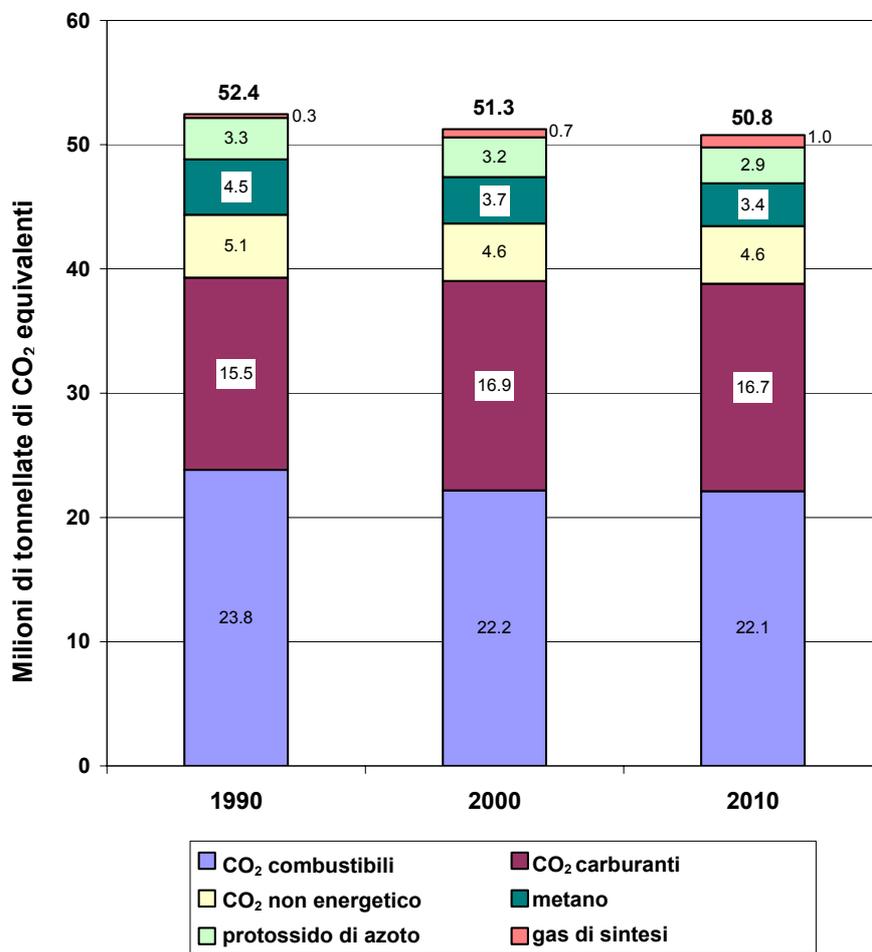
6. Le capacità di assorbimento di carbonio da parte del bosco svizzero sono limitate nel tempo, possono essere calcolate solo ricorrendo a importanti spiegamenti di mezzi e, non da ultimo, comportano considerevoli margini di incertezza. Gli indirizzi della politica forestale svizzera non devono pertanto limitarsi a favorire, in modo settoriale e rigido, la creazione di serbatoi forestali. L'effetto positivo di questi ultimi, assieme ai benefici che l'utilizzazione del legname ha sul bilancio del CO₂, sono peraltro previsti dal Programma forestale svizzero e completano, con questo aspetto altamente rilevante dal profilo della politica di salvaguardia del clima, le funzioni tradizionali svolte dai boschi. L'elemento che svolgerà un ruolo cardine a lungo termine dovrebbe comunque essere rappresentato da una gestione sostenibile del patrimonio forestale, scelta che implica la promozione dell'utilizzazione del legname quale fonte di energia e materiale da costruzione perfettamente compatibile con le esigenze di tutela del clima.

La gestione sostenibile dei boschi: un cardine del Programma forestale svizzero

> Allegati

> A1 Emissioni di gas serra secondo il Protocollo di Kyoto nel 1990, nel 2000 e stime dell'evoluzione fino al 2010 in CO₂ equivalenti.

Fig. 9 > Emissioni di gas serra e stime dell'evoluzione.



> A2 Influssi antropici diretti, terreni incolti e imboschimenti

Aumenti degli stock di carbonio non riconducibili ad interventi umani diretti (articolo 3.3) e indiretti (articolo 3.4) non possono essere conteggiati quali serbatoi di carbonio. Una riduzione delle riserve di carbonio senza nessuna azione antropica non deve essere calcolata quale fonte di emissione di carbonio. Non viene quindi computato, ad esem-

pio, l'effetto di un'area incolta, vale a dire di un'area prima utilizzata a scopi agricoli che finisce per imboscarsi in seguito alla cessazione dell'intervento antropico. Per contro, l'insediamento del bosco favorito da interventi voluti dall'uomo, come ad esempio la costruzione di recinzioni, secondo il Protocollo di Kyoto può essere calcolato come afforestazione o come riforestazione. Non viene invece conteggiata la deforestazione di aree boschive non più gestite provocata da eventi naturali quali tempeste, incendi e valanghe se l'area, precedentemente forestale, in seguito viene coltivata a scopi agricoli oppure edificata. I boschi non più gestiti vengono esclusi dal conteggio in quanto il Protocollo di Kyoto intende limitarsi a creare degli incentivi che stimolino l'uomo ad assumere un comportamento responsabile che contribuisca a tutelare il clima.

Le aree agricole poco produttive, difficilmente accessibili e con utilizzazioni di tipo estensivo, col passare del tempo vengono gestite sempre meno. Alle quote più elevate spesso si rinuncia a qualunque tipo di gestione. Questi territori diventano incolti e, al disotto del limite della foresta, ridiventano bosco. Per tale motivo la superficie forestale della Svizzera tende continuamente ad aumentare. Considerato che questi boschi si formano senza interventi antropici diretti, non possono ragionevolmente essere conteggiati (articolo 3.3). In casi simili, in genere manca una decisione esplicita che esprime propositi chiari indicanti una precisa volontà di far valere un intervento antropico diretto.

La questione delle aree che diventano bosco non riguarda unicamente la Svizzera, ma anche i Paesi vicini. Sembra pertanto ragionevole affrontare il problema del conteggio di queste superfici con un approccio congiunto, condiviso dall'intera Europa centrale. Sulla base delle direttive formulate in seguito all'adozione del Protocollo di Kyoto, esiste ad esempio la possibilità di classificare, in un primo momento, un'area in fase di imboschimento come territorio prativo non coltivato, sempre che nel 1990 la foresta non si fosse ancora insediata. Successivamente a tale scadenza, detta area sarebbe considerata alla stregua di un bosco non gestito. Per contro, la presenza del bosco antecedente al 1990 farebbe sì che quest'ultimo possa venire considerato come non coltivato (ed essere pertanto conteggiato). In entrambi i casi, la gestione (di tipo convenzionale) può iniziare anche in seguito. Quest'ultima categoria di gestione comprende pure le riserve forestali delimitate, che possono quindi anch'esse essere conteggiate. Le medesime considerazioni valgono anche per i boschi arbustivi.

> **A3 Le definizioni di bosco secondo il Protocollo di Kyoto e la legislazione svizzera**

In base alla definizione del Protocollo di Kyoto, un bosco è considerato tale se un terreno con la presenza di alberi adempie ai seguenti tre requisiti: superficie minima, grado di copertura minimo da parte delle chiome degli alberi e altezza minima raggiunta dagli alberi. La superficie minima (0,05–1 ettaro), il grado di copertura minimo (dal 10 al 30%) e l'altezza minima raggiunta dagli alberi (da 2 a 5 metri) devono essere definiti da ogni singolo Paese, al più tardi entro l'autunno del 2006, scegliendo in ogni modo dei valori che sono compresi tra quelli indicati tra parentesi. Una volta definiti, questi valori non potranno in seguito più essere modificati e rimarranno determinanti

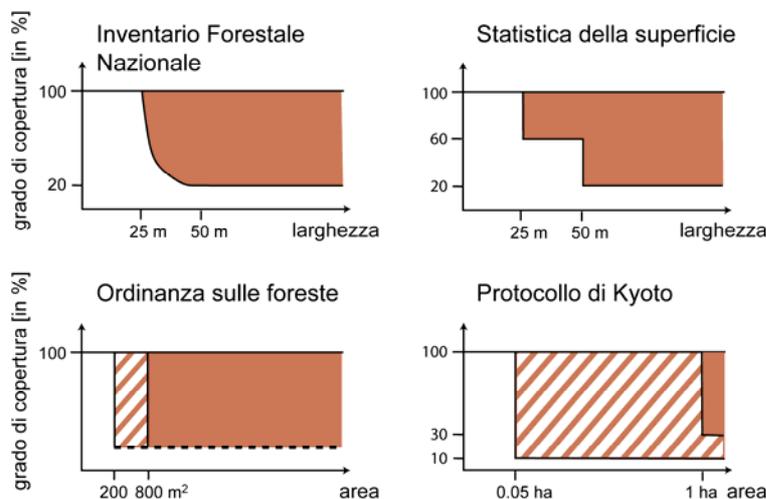
per il rilevamento delle attività di afforestazione e deforestazione conteggiate nel bilancio (articolo 3.3). Rinnovazioni naturali, piantagioni e superfici che, dopo un intervento di raccolta del legname oppure dopo un evento naturale quale una tempesta o un incendio boschivo, rimangono privi di copertura arborea per un determinato periodo, secondo il Protocollo di Kyoto restano comunque aree boschive, premesso che in seguito tali superfici verranno comunque gestite a scopi forestali.

La Svizzera utilizza diverse definizioni di bosco (Fig. 10). Le definizioni adottate dall'Inventario Forestale Nazionale (IFN) e dalla Statistica della superficie rientrano nello schema delle definizioni previste dal Protocollo di Kyoto. Per contro la superficie minima designata dall'ordinanza federale sulle foreste è inferiore a quella minima prevista dal Protocollo di Kyoto. Inoltre, secondo i criteri definiti dalle diverse disposizioni cantonali, i Cantoni sfruttano i margini di manovra offerti dalla legislazione nazionale in modo alquanto differente.

Da un punto di vista giuridico, in Svizzera sono vincolanti sia la definizione secondo il Protocollo di Kyoto che quella adottata dalla legislazione sulle foreste. Le precisazioni indicate dal Protocollo di Kyoto sono determinanti per il calcolo dell'effetto di stoccaggio del carbonio, mentre il concetto di bosco secondo la legge forestale è vincolante per stabilire se una superficie sottostà o meno alle disposizioni della legge federale sulle foreste. Le definizioni adottate dalla Statistica della superficie e dall'Inventario Forestale Nazionale vengono utilizzate unicamente a scopi statistici e di inventario. Per i conteggi in base al Protocollo di Kyoto è necessario verificare quale definizione deve essere adottata e in che misura sia necessario procedere a un'armonizzazione delle diverse definizioni di bosco.

Fig. 10 > Definizioni di bosco.

Definizioni secondo l'Inventario Forestale Nazionale, la Statistica della superficie, l'ordinanza sulle foreste e il Protocollo di Kyoto.



Imargini di manovra determinanti per ogni definizione sono raffigurati in modo tratteggiato.

> **A4 Cronistoria della protezione del clima**

1979

Durante la prima Conferenza mondiale sul clima viene avviato il programma di ricerca sul clima (WCP) e i governi sono invitati a impegnarsi in materia di protezione del clima.

1988

Creazione del Comitato intergovernativo sui cambiamenti climatici (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC).

1990

Il primo rapporto di valutazione pubblicato dall'IPCC raccoglie e riassume le conoscenze nel campo della protezione del clima e dei mutamenti climatici, oltre che in quello degli effetti sull'ambiente, sull'economia e sulla società.

1990

Durante la seconda Conferenza mondiale sul clima viene rivendicata una convenzione internazionale sulla protezione del clima e vengono stabiliti i relativi principi.

1992

Nell'ambito del Vertice mondiale sulla Terra di Rio viene decisa l'istituzione della Convenzione quadro UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change) sui cambiamenti climatici, che ha lo scopo dichiarato di stabilizzare le concentrazioni di gas serra nell'atmosfera a un livello non nocivo.

1994

La Convenzione quadro UNFCCC entra in vigore, dopo essere stata ratificata da 50 membri (compresi gli Stati Uniti, al quarto posto).

1995

Il secondo rapporto IPCC giunge alla conclusione che esiste un effetto antropico accertabile sul clima globale.

dal 1995

Conferenze delle Parti (COP), incontro annuale degli Stati firmatari della Convenzione sul clima. Il Gruppo speciale del Mandato di Berlino stabilisce che una protezione del clima efficace implica impegni particolari per ridurre i gas serra.

1996

Sono pubblicate le direttive riviste che stabiliscono le modalità di calcolo per allestire gli inventari nazionali dei gas serra (IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories).

1997

Durante la terza Conferenza delle parti (COP3) a Kyoto viene adottato un protocollo che serve quale base vincolante per la messa in pratica delle riduzioni delle emissioni. Lo scopo principale, conciliabile con i principi dell'economia di mercato, è quello di ridurre le emissioni di gas serra durante il periodo compreso tra il 2008 e il 2012 in maniera specifica per ogni Paese, ma comunque globalmente del 5,2 per cento rispetto

al livello del 1990. Affinché il protocollo entri in vigore deve essere ratificato da almeno 55 Paesi. Inoltre i Paesi ratificanti devono essere responsabili almeno del 55 per cento delle emissioni del 1990 dei Paesi industrializzati.

2000

L'IPCC pubblica un rapporto speciale sugli effetti legati ai cambiamenti delle attività di uso del suolo e delle foreste (Special Report on Land Use, Land-Use Change and Forestry – IPCC SR LULUCF). Tale documento svolge un ruolo importante nell'ambito delle trattative e delle questioni riguardanti l'utilizzo dei serbatoi agro-forestali quali mezzi di stoccaggio di carbonio.

2000/01

Le Conferenze delle Parti COP6/6bis e COP7 si accordano sulle regole per gestire il Protocollo di Kyoto e sulla sua attuazione concreta (Accordi di Bonn e di Marrakesch).

2001

Viene pubblicato il terzo rapporto sullo stato del clima: si ribadisce l'influsso antropico sui mutamenti climatici. Il riscaldamento globale della Terra registrato negli ultimi 50 anni con un elevato grado di probabilità (dal 66 al 90%) è principalmente da attribuire all'aumento delle concentrazioni dei gas serra provocato dalle attività umane.

2001

Gli Stati Uniti dichiarano che non intendono procedere alla ratifica del Protocollo di Kyoto. Malgrado i compromessi finali che portano ad un ammorbidimento delle disposizioni del Protocollo, il segnale politico è chiaro: anche senza gli Stati Uniti, la comunità internazionale vuole una politica vincolante e coordinata a livello internazionale per la salvaguardia del clima.

2001

I partecipanti alla Conferenza delle Parti di Marrakesch (COP7) esortano la IPCC a pubblicare un manuale sulle questioni riguardanti le attività di cambiamento dell'uso del suolo e della gestione delle foreste (Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry, GPG-LULUCF).

2003

La Svizzera ratifica il Protocollo di Kyoto, impegnandosi così a ridurre le proprie emissioni di gas serra in media dell'8 per cento (percentuale uguale a quella dell'Unione Europea) rispetto al livello registrato nel 1990.

2003

Durante la Conferenza delle Parti di Milano (COP9) viene decisa l'adozione delle modalità descritte nell'ambito del documento GPG-LULUCF, nel frattempo dato alle stampe.

2005

Il Protocollo di Kyoto entra in vigore il 16 febbraio 2005, 90 giorni dopo essere stato ratificato dalla Russia e assume dunque il carattere di trattato giuridicamente vincolante anche per la Svizzera.

> A5 Glossario

Accrescimento

Vedi alla voce «Incremento legnoso».

Afforestazione (articolo 3.3)

L'articolo 3.3 del Protocollo di Kyoto distingue tra afforestazione e riforestazione. L'afforestazione implica un intervento di imboscamento eseguito dall'uomo dopo il 1° gennaio 1990 su una superficie priva di bosco da oltre 50 anni. È considerata riforestazione un intervento di rimboscamento su una superficie che non è stata gestita come bosco per meno di 50 anni ma rimboscata dopo il 1° gennaio 1990 convertendo in bosco un terreno che, al più tardi al 31 dicembre 1989, non era ancora forestale. Aree agricole in corso di imboscamento naturale che si convertono in foresta senza alcuna azione antropica non vengono considerate come afforestazione. Secondo il Protocollo di Kyoto, l'effetto di stoccaggio di carbonio di un'afforestazione deve obbligatoriamente essere contabilizzato negli inventari nazionali delle emissioni dei gas serra.

Biomassa

Corrisponde all'intera massa composta dal «materiale organico» presente negli organismi viventi che fanno parte di un ecosistema. Il Protocollo di Kyoto e le disposizioni conseguenti richiedono la quantificazione delle riserve (stock) di carbonio che compongono la biomassa epigea (fusto e rami) e quella ipogea (radici), oltre a quella contenuta nella lettiera, nel legname morto e nella sostanza organica presente nel suolo. La biomassa forestale viene correntemente determinata con i comuni metodi che tengono conto dei volumi di legname, della densità del legno e di un fattore di espansione che permette di stimare la componente rappresentata dai rami e dalle radici.

Cambiamenti delle attività di uso del suolo

Corrisponde al cambiamento delle forme di utilizzazione del suolo su una determinata superficie. In relazione al clima è particolarmente interessante il cambiamento di utilizzazione tra foresta e non foresta, vale a dire le attività di afforestazione e deforestazione (v. relative voci). I cambiamenti delle attività di uso del suolo sono presenti anche in agricoltura, ad esempio con il passaggio dalla coltivazione di colture in campo alla gestione dei prati o dei pascoli, oppure i lavori di rinterro di superfici agricole.

CO₂ equivalenti

Le emissioni di diversi gas serra (cfr. «Gas serra») sono normalizzate mediante trasformazione in equivalenti di CO₂. In questo modo è possibile tenere conto dei differenti potenziali di riscaldamento climatico dei diversi gas clima-alteranti. Così, ad esempio, una tonnellata di metano (CH₄) corrisponde a 21 tonnellate di CO₂ equivalenti, considerato che il potenziale riscaldante del metano è di 21 volte superiore rispetto a quello del CO₂. Una tonnellata di protossido di azoto (N₂O) equivale a 310 tonnellate di CO₂.

Combustibili fossili

Comprendono il petrolio, il carbone e il gas naturale. Queste sostanze combustibili sono formate da composti organici che hanno assorbito CO₂, immagazzinandolo durante processi geologici avvenuti in un passato remoto. L'energia assorbita da questi compo-

sti può essere trasformata in energia utilizzabile grazie alla combustione, processo che produce tra l'altro diossido di carbonio (CO₂) rilasciato nell'atmosfera sotto forma di gas.

Deforestazione

Secondo il Protocollo di Kyoto, le deforestazioni sono interventi di disboscamento avvenuti dopo il 1° gennaio 1990 su una superficie che precedentemente era forestale. Esse devono essere contabilizzate nei bilanci nazionali dei gas serra, dato che costituiscono sempre fonti di emissione. Per il conteggio delle fonti sono decisivi unicamente i rilasci di CO₂ durante il periodo compreso tra il 2008 e il 2012.

Diossido di carbonio

Il diossido di carbonio (o anidride carbonica) è un gas che si sviluppa, tra l'altro, a seguito della combustione di legno, carbone, petrolio e gas naturale, oppure che viene emesso durante la produzione di cemento o l'incenerimento dei rifiuti, come pure dai processi di respirazione. La sua formula chimica è: CO₂ (molecola composta dal legame tra 1 atomo di carbonio e 2 atomi di ossigeno).

Emissioni

Le emissioni di gas serra nell'atmosfera (cfr. «Gas serra») sono provocate dalla combustione di combustibili e carburanti fossili, dai processi chimici di produzione del cemento, dalle discariche e gli impianti di incenerimento di rifiuti, dalla dispersione di sostanze refrigeranti, propellenti, isolanti o detergenti, oltre che dall'allevamento del bestiame e dalle pratiche di fertilizzazione, aratura e drenaggio (miglioramenti agricoli).

Flussi e riserve di CO₂

I flussi contraddistinguono gli scambi di CO₂ tra elementi accumulatori (atmosfera, mari, suoli, foreste) e vengono correntemente espressi in tonnellate di CO₂ per anno. Il CO₂ viene accumulato nell'atmosfera sotto forma di diossido di carbonio, mentre negli altri bacini di accumulo anche in forma di diversi composti carbonati. In questi serbatoi di accumulo il volume delle riserve viene pertanto indicato in tonnellate di C (vedi anche «Unità di misura» e «Trasformazione di carbonio C in CO₂»).

Gas serra

Come in una copertura di vetro di una serra, i gas serra impediscono la dispersione nello spazio del calore terrestre, che viene invece riflesso sulla Terra dallo strato atmosferico. Senza l'effetto serra naturale, la superficie sarebbe di 33 gradi °C inferiore e la temperatura media terrestre ammonterebbe a -18 °C. I processi produttivi legati all'industrializzazione hanno amplificato l'effetto serra naturale. Attualmente l'atmosfera contiene oltre il 31 per cento in più di CO₂, presenza eccessiva causata da un lato dai disboscamenti e dalle utilizzazioni forestali eccessive e dall'altro dalle emissioni di diossido di carbonio nell'atmosfera causate dalla combustione di carburanti e combustibili fossili (v. figura alla voce «Flussi e riserve di CO₂»).

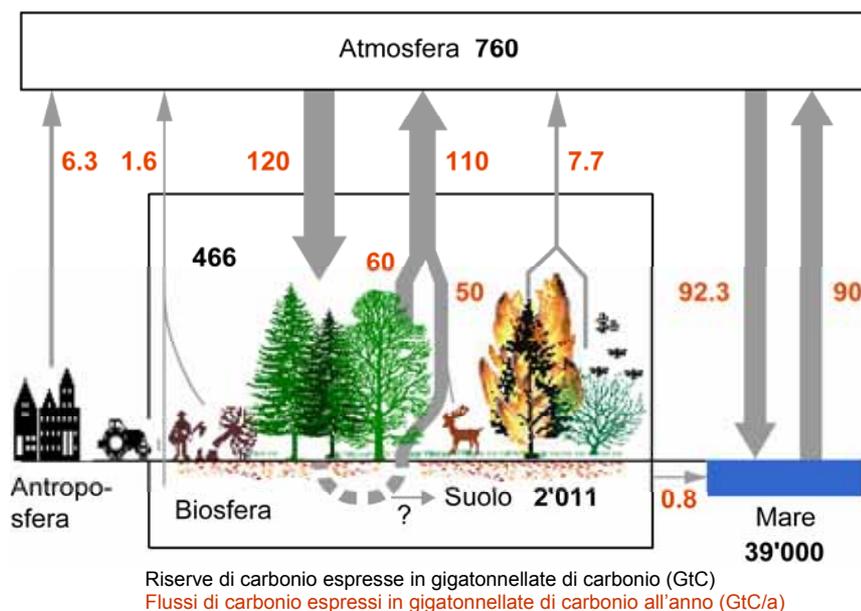
Se non si riesce ad arrestare detto aumento, nel corso di questo secolo si produrrà un pericoloso squilibrio del sistema climatico. L'anidride carbonica è il maggiore ma non

l'unico gas responsabile dell'effetto serra (in Svizzera rappresenta circa l'80% del totale). Fra i gas serra espressamente citati dal Protocollo di Kyoto, vi sono, oltre al diossido di carbonio (CO₂), il metano (CH₄), il protossido di azoto (NO₂) e tre gas o famiglie di gas di sintesi quali i perfluorocarburi (PFC), gli idrofluorocarburi alogenati (HFC) e l'esfluoruro di zolfo (SF₆). Il bilancio delle emissioni dei gas serra in Svizzera è riportato nell'inventario dei gas serra (www.climatereporting.ch).

Incremento legnoso

Corrisponde alla crescita della parte aerea e forestalmente utilizzabile in termini di volume dendrometrico degli alberi. È, in genere, anch'esso misurato a partire da un diametro minimo del fusto o dei rami. Viene designato in genere in m³/ha/a (metri cubi per ettaro e per anno). Solo l'incremento (o accrescimento) legnoso (ma non la provvigione) è connesso con le capacità di assorbimento dei serbatoi forestali.

Ciclo globale del carbonio



Fonte: Rappresentazione del ciclo globale e delle riserve di carbonio. Tratto da Fischlin et al. 2003 (studio SPF), basato sui dati di Watson et al. 2000. Land use, land-use change, and forestry – A special report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Vedi anche Fig. 1.

IPCC

L'IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) è un comitato intergovernativo di esperti in materia di mutamenti climatici fondato dall'Organizzazione Mondiale della Meteorologia (World Meteorological Organization WMO) e dal Programma delle Nazioni Unite sull'ambiente (United Nations Environment Programme UNEP). L'IPCC esamina lo stato delle conoscenze a livello scientifico, tecnico e socio-economico in relazione alle cause e agli effetti dei cambiamenti climatici, redigendo a scadenza quinquennale un rapporto di valutazione. Nel contesto dei serbatoi di carbonio, l'IPCC ha inoltre pubblicato un rapporto speciale sui cambiamenti delle attività di uso del suolo e delle foreste (Land Use, Land-Use Change and Forestry), nonché un ma-

nuale sulle modalità di conteggio dei serbatoi biologici (Good Practice Guidance Land Use, Land-Use Change and Forestry): vedi link elencati nell'allegato A6.

Paesi dell'allegato I

L'allegato I della Convenzione quadro sui cambiamenti climatici del 1992 elenca tutti i Paesi che, nel quadro di tale Convenzione, si sono impegnati a ridurre le proprie emissioni di gas serra entro il 2000 a un livello equivalente a quello del 1990. L'elenco contempla tutti i Paesi dell'OCSE (tranne la Corea e il Messico) e tutti i Paesi dell'Europa dell'Est. Il concetto di «Paesi dell'allegato I» viene spesso utilizzato per designare i Paesi «industrializzati».

Provvigione legnosa

Corrisponde al volume dendrometrico degli alberi, che viene in genere misurato a partire da un diametro minimo del fusto o dei rami. Viene comunemente indicato in metri cubi per ettaro (m^3/ha). A volte comprende anche gli alberi morti o a terra, ma non il legno delle radici. $1 m^3/ha$ di legno commercializzabile corrisponde a circa 1 tonnellata di CO_2 immagazzinata. A differenza dell'incremento, la provvigione legnosa, di per sé, non ha nessun effetto di stoccaggio di carbonio nei serbatoi forestali (cfr. «Incremento legnoso»).

Riforestazione

Vedi alla voce «Afforestazione».

Trasformazione di carbonio C in CO_2

Spesso i CO_2 equivalenti sono indicati anche in termini di carbonio, tenendo conto che $1 kg$ di carbonio = $3,7 kg CO_2$. Il rapporto tra peso molecolare del CO_2 e peso atomico del carbonio C è infatti uguale a $44/12 \approx 3,7$.

Unità di misura

Le unità di misura usate più frequentemente sono:

Kilotonnellata = kt = 1'000 di tonnellate

Megatonnellata = Mt = 1'000'000 (un milione) di tonnellate

Gigatonnellata = Gt = 1'000'000'000 (un miliardo) di tonnellate

Utilizzazione del legname

La parte di legname raccolta nelle foreste per scopi produttivi. Indicata in genere in m^3/a (metri cubi per anno). Nei Paesi industrializzati l'utilizzazione è inferiore rispetto all'incremento, mentre nella maggior parte dei Paesi in via di sviluppo accade il contrario. L'utilizzazione del legname provoca una diminuzione della provvigione di legname presente nel bosco e quindi un'attenuazione dell'effetto assorbente o, in caso di ipersfruttamento, addirittura la creazione di una fonte di emissione.

> **A6 Ulteriori informazioni**

Ricerca SPF

(Fischlin et al. 2003. Bestandesaufnahme zum Thema Senken in der Schweiz. System-ökologiebericht Nr. 29, ISBN 3-9522686-0-7, Dipartimento di scienze ambientali, SPF Zurigo, 86 pp.)

<http://www.sysecol.ethz.ch/Reports.html#29>

Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici, Protocollo di Kyoto (United Nations Framework Convention on Climate Change)

<http://www.unfccc.int/>

Intergovernmental Panel on Climate Change

Assessment Reports on Climate Change (resoconti sullo stato del clima), Special Report on Land Use, Land-Use Change and Forestry (rapporti speciali), Good Practice Guidance (manuale sulle modalità di elaborazione degli inventari)

<http://www.ipcc.ch>

ProClim – Forum for Climate and Global Change

<http://www.proclim.ch/>

Portale sul clima (gestito da ProClim)

<http://www.climate-change.ch/>

OcCC, organo consultivo per le questioni legate ai mutamenti climatici

<http://www.occc.ch/>

Informazioni generali sulla politica di tutela del clima, sulle condizioni giuridiche quadro e dati sulle emissioni dei gas serra in Svizzera (UFAM)

http://www.umwelt-schweiz.ch/buwal/it/fachgebiete/fg_klima/index.html

Giornata di studio sull'economia forestale e i serbatoi forestali, diversi link (ecologia terrestre, SPF Zurigo)

http://www.sysecol.ethz.ch/Senkentagung/Sinks28_F.html

Inventario Forestale Nazionale svizzero (Istituto federale di ricerca per la foresta, la neve e il paesaggio)

<http://www.wsl.ch/land/products/lfi/>

Statistica della superficie (Ufficio federale di statistica)

http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/it/index/themen/raum_und_umwelt/umweltmanagement_und.html

Informazioni generali sull'utilizzazione del legname

http://www.umwelt-schweiz.ch/buwal/de/fachgebiete/fg_wald/index.html

> Indice

Figure

Fig. 1 Ciclo globale del carbonio.	13
Fig. 2 Il bosco in equilibrio funge sia da serbatoio di carbonio che da fonte di emissione.	15
Fig. 3 Rispetto al 1990, le emissioni di gas serra svizzere devono essere ridotte dell'8 per cento.	17
Fig. 4 Rappresentazione schematica delle modifiche nelle riserve di carbonio a seguito di un disboscamento e di un contemporaneo rimboscamento compensativo di una superficie equivalente.	20
Fig. 5 Serbatoi di stoccaggio e fonti di emissione in Svizzera.	25
Fig. 6 Bilancio del CO ₂ per le foreste negli anni dal 1990 al 2003 in base all'inventario svizzero dei gas serra.	26
Fig. 7 Prestazioni teoriche di stoccaggio di carbonio da parte del bosco in Svizzera grazie all'afforestazione (articolo 3.3.) e alla gestione forestale (articolo 3.4).	28
Fig. 8 Potenziale di utilizzazione e flussi del materiale legno.	33
Fig. 9 Emissioni di gas serra e stime dell'evoluzione.	37
Fig. 10 Definizioni di bosco.	39

Tabelle

Tab. 1 Provvigione legnosa degli alberi in piedi e vivi in Svizzera e in Europa (valori in m ³ /ha).	29
Tab. 2 Effetti sulle emissioni ottenuti grazie alla sostituzione di altri materiali con un metro cubo di legno.	32
Tab. 3 Interdipendenza tra tipo di attività in Svizzera e all'estero e relativi effetti sul CO ₂ .	32
Tab. 4 Riduzione globale del CO ₂ correlata con l'ipotetico aumento a 9 milioni di m ³ entro il 2030 del volume di legname utilizzato nelle foreste svizzere.	34