

Università degli Studi della Toscana
Dipartimento di Scienze dell'Ambiente Forestale e delle sue Risorse
(DISAFRI)

TESI DI DOTTORATO DI RICERCA IN
ECOLOGIA FORESTALE (XVIII CICLO)

di Lucia Perugini

**Analisi di progetti di rimboschimento
nell'ambito del *Clean Development
Mechanism* (CDM) del Protocollo di Kyoto**
AGR05

Candidata:

Lucia Perugini

Tutori:

Prof. Riccardo Valentini

Dr. Antonio Lumericisi

Coordinatore:

Prof. Paolo de Angelis

Anno Accademico 2005

Indice

1. PREMESSA	1
2. INTRODUZIONE	5
2.1. Il ciclo del carbonio e le foreste	6
2.2. Il quadro politico internazionale sui Cambiamenti Climatici	10
2.3. La UNFCCC.....	14
2.3.1. Principi ispiratori.....	14
2.3.2. Definizione e differenziazione degli impegni	15
2.3.3. Le istituzioni.....	17
2.4. Il Protocollo di Kyoto.....	20
2.5. Ruolo delle attività agroforestali (LULUCF).....	23
2.5.1. Principi guida	24
2.5.2. Attività eleggibili.....	24
2.5.3. Definizioni.....	24
2.5.4. I quattro “cap”	25
2.6. Il programma italiano per le attività agro-forestali	26
3. CLEAN DEVELOPMENT MECHANISM DI AFFORESTAZIONE E RIFORESTAZIONE (A/R CDM).....	29
3.1. Il processo Negoziale	29
3.2. Modalità e Procedure per la realizzazione dei progetti A/R CDM (Decisione 19/CP9).....	33
3.2.1. Definizioni.....	34
3.2.2. Criteri d’eleggibilità	35
3.2.3. Periodo di credito	36
3.2.4. Addizionalità, baseline e leakage	36
3.2.5. Non permanenza.....	37
3.2.6. Monitoraggio	40
3.2.7. Impatti ambientali e socio-economici	41
3.2.8. Project Design Document (PDD).....	41
3.2.9. Il ciclo di progetto	43
3.3. Approccio sinergico tra le Convenzioni di Rio	46

4. CASI STUDIO	49
4.1. Progetti sinergici del Ministero dell’Ambiente e Tutela del Territorio Italiano: Cina e Argentina	51
4.2. Progetto Cina.....	52
4.2.1. Descrizione dell’area.....	55
4.2.2. Titolo legale delle terre e proprietà del carbonio sequestrato	57
4.2.3. Tecniche d’impianto	58
4.2.4. Gestione forestale.....	62
4.3. Progetto Argentina	63
4.3.1. Descrizione dell’area.....	67
4.3.2. Titolo legale delle terre e proprietà del carbonio sequestrato	69
4.3.3. Tecniche d’impianto	70
4.3.4. Gestione forestale.....	71
4.4. Progetto del <i>BioCarbon Fund</i> della Banca Mondiale: Albania	72
4.5. Progetto Albania	74
4.5.1. Descrizione dell’area.....	77
4.5.2. Titolo legale delle terre e proprietà del carbonio sequestrato	82
4.5.3. Tecniche d’impianto	82
4.5.4. Gestione forestale.....	85
5. PROBLEMATICHE DELL’IMPLEMENTAZIONE DEI PROGETTI A/R CDM	87
5.1. Eleggibilità	87
5.1.1. Eleggibilità della Nazione ospitante	87
5.1.2. Eleggibilità del sito	90
5.1.3. Criteri aggiuntivi per la selezione dei siti.....	92
5.1.4. Eleggibilità dei siti nei casi studio	95
5.1.5. Eleggibilità delle attività di A/R nell’ambito del CDM.....	98
5.1.6. Eleggibilità delle attività dei tre casi studio	99
5.2. <i>Baseline</i>	101
5.2.1. Analisi della baseline nei tre casi studio	104
5.3. Addizionalità.....	107
5.3.1. Strumenti per determinare l’addizionalità di un progetto CDM	111
5.3.2. Analisi dell’addizionalità nei tre casi studio	115
5.4. <i>Leakage</i>	120

5.5.	Sostenibilità.....	124
5.5.1.	Valutazione degli impatti dei progetti A/R CDM	126
5.5.2.	Valutazione degli impatti dei casi studio	128
6.	CALCOLO DEI CREDITI DI CARBONIO GENERABILI DAL	
PROGETTO	139	
6.1.	Raccolta delle informazioni disponibili sull'area.....	141
6.2.	Stratificazione dell'area di progetto	142
6.3.	Selezione dei pool di carbonio	144
6.4.	Calcolo della <i>Baseline</i>	148
6.5.	Calcolo dei <i>leakage</i> potenziali	148
6.6.	Stima ex-ante degli assorbimenti antropici netti di gas serra da parte dei sinks.....	149
6.7.	Stima ex ante per i tre casi studio.....	159
6.7.1.	Progetto Albania.....	160
6.7.2.	Progetto Cina.....	177
6.7.3.	Progetto Argentina	191
6.8.	Misurazioni e Monitoraggio.....	194
6.8.1.	Quality Assurance, Quality Control (QA/QC) e valutazione delle incertezze.....	195
6.8.2.	Progetto Albania.....	203
6.8.3.	Progetto Cina.....	211
6.8.4.	Progetto Argentina	220
7.	CONCLUSIONI	227

Lista degli acronimi utilizzati nel testo

A/R	<i>Afforestation/Reforestation</i> (attività di afforestazione-imboschimento e riforestazione-rimboschimento)
ARD	<i>Afforestation, Reforestation, Deforestation</i> (Imboschimento, Rimboschimento, Deforestazione)
BEF	<i>Biomass Expansion Factor</i> (Fattore d'espansione della biomassa)
CAN	<i>Climate Change Network</i>
CDM	<i>Clean Development Mechanism</i> (Meccanismo di Sviluppo Pulito)
COP	<i>Conference of Parties</i> (Conferenza delle Parti dell'UNFCCC)
DNA	<i>Designated National Authority</i> (Autorità Nazionale Designata)
DOE	<i>Designated Operational Entity</i> (Organismi operativi accreditati)
EB	<i>Executive Board</i> (Comitato Esecutivo)
FIRR	<i>Future Internal Rate of Return</i> (Tasso di rendimento interno futuro)
GEF	<i>Global Environment Facility</i> (Fondo Globale per l'Ambiente)
HWP	<i>Harvested Wood Products</i> (prodotti legnosi ricavati dalle utilizzazioni)
IPCC	<i>International Panel for Climate Change</i> (Panel internazionale per i cambiamenti climatici)
IRR	<i>Internal Rate of Return</i> (Tasso di rendimento interno)
JI	<i>Joint Implementation</i> (Attuazione congiunta)
LULUCF	<i>Land Use, Land Use Change and Forestry</i> (Uso del suolo, i suoi cambiamenti ed il settore forestale)
MOP	<i>Meeting of Parties</i> (Incontro delle Parti del Protocollo di Kyoto)
NPV	<i>Net Present Value</i> (Beneficio attualizzato)
ODA	<i>Official Development Assistance</i> (Fondi ufficiali per la cooperazione)
PDD	<i>Project Design Document</i> (Documento sullo schema di progetto)
SBI	<i>Subsidiary Body for Implementation</i> (Organo Sussidiario per l'Implementazione della UNFCCC)
SBSTA	<i>Subsidiary Body for Scientific and Technological Advice</i> (Organo Sussidiario per la Consulenza Tecnico-Scientifica)
RRR	<i>Required Rate of Return</i> (Tasso di ritorno richiesto)
UNDP	<i>United Nations Development Programme</i> (Programma di Sviluppo delle Nazioni Unite)
UNEP	<i>United Nations Environment Programme</i> (Programma Ambientale delle Nazioni Unite)
UNFCCC	<i>United Nations Framework Convention on Climate Change</i> (Convenzione Quadro delle Nazioni Unite sui Cambiamenti Climatici)
WMO	<i>World Meteorological Organization</i> (Organizzazione Meteorologica Mondiale)

1. Premessa

L'obiettivo di questo lavoro è fornire un quadro delle implicazioni pratiche nella realizzazione di progetti di Afforestazione e Riforestazione (A/R) nell'ambito del Meccanismo di Sviluppo Pulito (*Clean Development Mechanism* - CDM). Questo Meccanismo è definito nell'articolo 12 del Protocollo di Kyoto e ha un duplice obiettivo: assistere i paesi industrializzati ad adempiere ai loro impegni quantificati di riduzione delle emissioni ed aiutare i paesi in via di sviluppo al raggiungimento di uno sviluppo sostenibile contribuendo all'obiettivo finale della Convenzione Quadro per i Cambiamenti Climatici (UNFCCC). Le regole che governano le modalità e procedure dell'implementazione di progetti A/R CDM sono state stabilite di recente con la decisione 19/CP.9, definita nella nona Conferenza delle Parti dell'UNFCCC (COP9) tenutasi a Milano nel dicembre del 2003. La realizzazione di questi progetti è ancora nella sua fase pilota. Al momento (gennaio 2006) solo 18 progetti sono stati presentati al Comitato Esecutivo per il CDM per l'approvazione delle metodologie. A tutt'oggi, soltanto una di queste è stata approvata. Indubbiamente questo si può considerare un campo innovativo che inizia ad attrarre l'interesse degli investitori, tuttavia la formulazione e la realizzazione di questa tipologia di progetti è ancora a livello di sperimentazione.

Nel corso del dottorato l'attività di ricerca è consistita nello sviluppo di progetti CDM forestali, dalla fase di studio di fattibilità, alla finalizzazione dei documenti richiesti per l'approvazione delle metodologie da parte del Comitato Esecutivo. L'attività è stata svolta in diversi Paesi in via di sviluppo: Cina, Argentina, Albania, Ghana e Mozambico. In particolare il lavoro si è sviluppato nelle seguenti componenti:

- Valutazione dell'eleggibilità dei siti e del progetto in generale
- Identificazione delle istituzioni locali per la realizzazione dei progetti
- Organizzazione dei vari attori coinvolti per l'implementazione delle attività pianificate
- Raccolta delle informazioni di *background*

- Assistenza alle controparti locali per la pianificazione delle attività di rimboschimento e della compilazione dei documenti necessari per la registrazione del progetto come CDM
- Sviluppo delle metodologie (monitoraggio e *baseline*) e compilazione del PDD

Parallelamente è stato possibile partecipare attivamente, come membro della delegazione italiana, alle sessioni negoziali dell'organo tecnico della Convenzione (SBSTA) per lo sviluppo delle modalità e procedure per la realizzazione dei progetti A/R CDM sia di scala normale (decisione 19/CP9) che di piccola scala (decisione 14/CP10).

Grazie al coinvolgimento diretto in questi due aspetti complementari (quello negoziale e quello prettamente applicativo), è stato possibile individuare ed analizzare le problematiche relative all'attuazione pratica delle norme definite in sede negoziale. Difatti, la decisione 19/CP9 è frutto di una lunga negoziazione, che ha spesso incontrato degli ostacoli difficilmente superabili se non con delicati compromessi tra le Parti. Questo ha portato alla formulazione di frasi che potevano dare adito a molteplici interpretazioni e pertanto accettabili da più Parti con posizioni diverse. La traduzione in pratica delle modalità e procedure definite è spesso problematica proprio a causa della mancanza di un'interpretazione univoca delle regole.

Al fine di analizzare i differenti aspetti della realizzazione dei progetti di rimboschimento nell'ambito del CDM, saranno presentati come casi studio tre progetti, che potranno facilitare la comprensione della materia fornendo degli esempi concreti su ogni argomento. Partendo dall'esperienza maturata, saranno suggerite strategie per la realizzazione di tali progetti e proposte delle soluzioni su questioni ancora poco chiare o non risolte.

Data la natura stessa dell'argomento, che implica la trattazione di temi complessi sia politici che tecnici e per una migliore leggibilità delle problematiche analizzate, si è deciso di dare alla tesi una struttura non convenzionale, che consiste nella trattazione metodologica d'ogni argomento riportando parallelamente le soluzioni adottate per ogni singolo caso studio.

Pertanto il testo seguirà il seguente ordine logico:

- (i) Una parte introduttiva (Capitolo 2) in cui si fornirà un quadro generale del processo politico internazionale sui Cambiamenti Climatici dalla sua origine fino alla stesura del Protocollo di Kyoto, con particolare attenzione al ruolo che attività agroforestali rivestono in questo contesto;
- (ii) Una descrizione generale dei progetti CDM e dei principi e regole che li governano, per poi scendere nel dettaglio della decisione 19/CP9 sulle Modalità e Procedure per l'implementazione delle attività di A/R CDM (Capitolo 3).
- (iii) Descrizione dei casi studio (Capitolo 4) e analisi delle problematiche relative alla realizzazione dei progetti A/R CDM (Capitolo 5) e alla descrizione e applicazione delle metodologie per il calcolo dei crediti di carbonio generati (Capitolo 6).
- (iv) Conclusioni dello studio e riflessioni (Capitolo 7).

2. Introduzione

La concentrazione in atmosfera dei gas responsabili dell'effetto serra¹, in particolare di anidride carbonica (CO₂), è in continuo aumento. Alla fine del 1999, la concentrazione di CO₂ in atmosfera aveva raggiunto 368 parti per milione, ben il 30% in più rispetto alla concentrazione del periodo pre-industriale (280 ppm nel 1860); peraltro, recenti stime prevedono che arriverà ad una concentrazione di circa 700 ppm per la fine di questo secolo. Inoltre, è molto probabile che questi cambiamenti stiano già determinando un impatto significativo sul clima del pianeta e, di conseguenza, sugli ecosistemi naturali (IPCC 2001).

L'IPCC² nel suo terzo rapporto di previsione afferma che il clima cambierà più rapidamente di quanto storicamente osservato (UNFCCC, 2002). La temperatura superficiale media del globo è aumentata, nel corso del ventesimo secolo, di circa 0,6°C (IPCC, 2001) ed è previsto un aumento di 1,4 – 5,8°C entro il 2100. Il riscaldamento superficiale e degli strati inferiori dell'atmosfera può causare dei cambiamenti irreversibili alla biosfera (EEA, 1995). L'aumento della temperatura terrestre a causa dell'aumento dei gas ad effetto serra determinerà la modificazione della temperatura dell'aria e degli oceani, nonché della circolazione atmosferica e del tempo meteorologico. Si prevede che il livello dei mari aumenti di 9-88 cm entro il 2100, inondando molte zone costiere, su cui è concentrato il 70% della popolazione mondiale. E' stato previsto inoltre un cambiamento nei regimi pluviometrici, aumentando la minaccia di siccità o d'inondazioni in molte regioni. Esiste anche un rischio di un improvviso ed esteso indebolimento, o addirittura di una completa interruzione delle correnti termiche oceaniche (come ad esempio la corrente nel Golfo), o del collasso dei ghiacciai dell'Artico o della Groenlandia.

¹ Sono considerati gas ad effetto serra (GreenHouse Gases), nell'ambito della Convenzione sui Cambiamenti Climatici e relativo Protocollo di Kyoto: Biossido di carbonio (CO₂); Metano (CH₄); Ossido di diazoto (N₂O); Idrofluorocarburi (HFCs); Perfluorocarburi (PFCs); Esafluoruro di zolfo (SF₆).

² Gruppo Intergovernativo di Esperti sul Cambiamento Climatico, (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC)

Per ridurre i rischi connessi con i cambiamenti ambientali, l'Italia, insieme agli altri paesi industrializzati, si è impegnata nell'ambito della Convenzione Quadro sui Cambiamenti Climatici (*United Nations Framework Convention on Climate Change*, UNFCCC, Rio de Janeiro, 1992), di cui il Protocollo di Kyoto è uno degli strumenti attuativi, a stabilizzare prima e ridurre poi le proprie emissioni di gas serra del 5,2% rispetto a quelle del 1990, entro il periodo 2008-2012.

Gli impegni sottoscritti sono di rilievo sia per gli aspetti ambientali che economici: infatti, se le azioni di riduzione dei gas serra avranno un impatto importante sul rallentamento dei cambiamenti climatici già in atto, allo stesso tempo richiederanno anche notevoli costi di adeguamento industriale e di risparmio energetico.

Tuttavia, recenti osservazioni hanno mostrato che la biosfera terrestre ed in particolare le foreste rappresentano elementi attivi nell'assorbimento dell'eccesso di anidride carbonica nell'atmosfera (IPCC, 2000). Per questo motivo le attività agro-forestali fanno parte oggi degli accordi di Kyoto e potrebbero rappresentare un'opzione a costi più bassi, anche se a maggiore rischio di vulnerabilità, per il contenimento dell'anidride carbonica atmosferica.

Prima di entrare nel dettaglio dell'accordo negoziale è bene considerare la prospettiva globale delle foreste nel ciclo del carbonio.

2.1. Il ciclo del carbonio e le foreste

Osservando il ciclo del carbonio nelle sue componenti (Figura 1) si può notare come le maggiori riserve di questo elemento si trovino nei sedimenti fossili, dove sono contenute circa 40.000 Gt ($1 \text{ Gt} = 10^9 \text{ t}$) di carbonio, di cui circa 4.000 utilizzabili come combustibili fossili. Gli oceani ne contengono circa 38.000 Gt, pari a circa 51 volte il contenuto dell'atmosfera. Sulle terre il maggiore serbatoio di carbonio è costituito dal suolo, che contiene 1.500 Gt di carbonio organico, mentre solo un terzo di questo ammontare si trova nella biomassa epigea. Nell'atmosfera vi è il serbatoio più ridotto di carbonio, con circa 750 Gt (IPCC 2001).

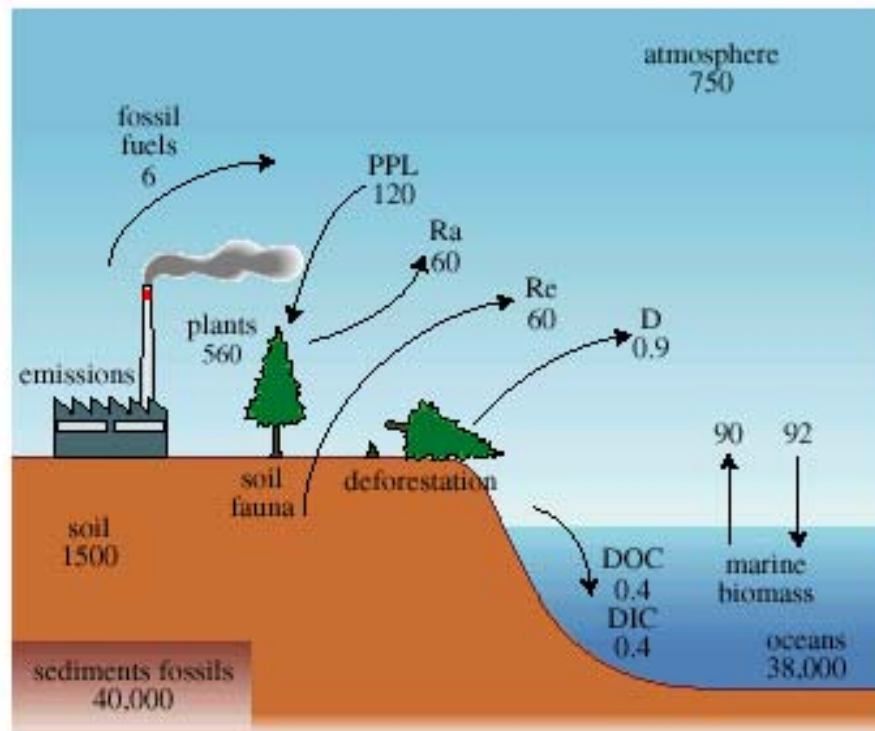


Figura 1: Schema del ciclo del carbonio. I valori sono espressi in gigatonnellate di carbonio (GtC). Le frecce indicano i flussi annuali tra i compartimenti. PPL: produzione primaria lorda; Ra: respirazione autotrofa; Rd: respirazione eterotrofa; D: deforestazione; DOC: carbonio organico disciolto; DIC: carbonio inorganico disciolto

L'aspetto più interessante del ciclo globale del carbonio, ai fini del Protocollo di Kyoto, è costituito dai flussi tra i vari compartimenti. Tra le terre e gli oceani vi è il trasporto di carbonio organico disciolto nelle acque dei fiumi, che è pari a circa 0,4 Gt/anno. Un flusso equivalente si registra in termini di carbonio inorganico. Tuttavia i flussi di carbonio più importanti sono quelli che si verificano tra oceani e atmosfera e tra terre ed atmosfera. Lo scambio di carbonio tra oceani ed atmosfera è pari a circa 92 Gt/anno nella direzione atmosfera-oceani ed a circa 90 Gt/anno nella direzione opposta. Gli oceani agiscono dunque come un elemento in grado di assorbire il carbonio atmosferico, grazie soprattutto alla capacità del biossido di carbonio di diffondersi nelle acque superficiali e di depositarsi sotto forma di carbonati nelle profondità oceaniche.

Gli scambi di carbonio tra terre ed atmosfera sono caratterizzati da più componenti, che sono anche quelli maggiormente influenzati dalle attività umane. Gli ecosistemi terrestri ogni anno scambiano 60 Gt di carbonio con l'atmosfera. Questo valore rappresenta la produzione primaria netta degli ecosistemi terrestri, risultando dalla differenza tra le 120 Gt di produzione primaria lorda e le 60 Gt liberate dalla

respirazione delle piante. La decomposizione della sostanza organica libera circa 60 Gt di carbonio ogni anno, cosicché in linea di principio gli ecosistemi terrestri sarebbero in equilibrio dal punto di vista del bilancio del carbonio: la produzione primaria netta è consumata totalmente dai decompositori e quindi la produzione primaria netta dell'ecosistema è nulla. Vedremo però tra breve che l'asserzione secondo la quale la componente terrestre della biosfera è in equilibrio deve essere rivisitata sulla base di nuove osservazioni.

Il bilancio del carbonio planetario presenta inoltre altri due fattori inattesi che dipendono largamente dalle attività umane: l'uso dei combustibili fossili e la deforestazione tropicale. L'utilizzo dei combustibili fossili introduce ogni anno nell'atmosfera circa 6 Gt di carbonio, con un andamento in progressiva crescita. Tra tutte le componenti del bilancio del carbonio, quella legata allo sfruttamento dei combustibili fossili è la più documentata ed è in continua espansione. La deforestazione tropicale è responsabile dell'emissione nell'atmosfera di circa 1,6 Gt di carbonio ogni anno. Considerando la ricrescita parziale delle aree sottoposte a deforestazione (si tratta comunque di ecosistemi semplificati, per lo più costituiti da erbe infestanti, molto lontani dalla vegetazione primaria preesistente), che determina un assorbimento di carbonio pari a 0,7 Gt/anno, vi è un'emissione netta di carbonio pari a 0,9 Gt ogni anno.

È possibile verificare il bilancio del carbonio dell'atmosfera, conoscendo i flussi in ingresso ed in uscita ed i cambiamenti di concentrazione annuale. In base ai dati raccolti negli anni Novanta (tab.1) è stato stimato che ogni anno vengono introdotte nell'atmosfera circa 5,5 Gt di carbonio per l'ossidazione dei combustibili fossili e produzione del cemento e circa 1,6 Gt di carbonio dalla deforestazione tropicale, mentre gli oceani sono in grado di assorbirne circa 2,0 Gt. Sulla base di questi dati dovremmo osservare nell'atmosfera un incremento di circa 5,1 Gt di carbonio. Tuttavia, sulla base delle misurazioni di concentrazione si è valutato che nell'atmosfera terrestre entrano soltanto 3,3 Gt di carbonio ogni anno. Rimane quindi da capire dove finiscano 1,8 Gt/anno di carbonio, fatto che non trova spiegazioni nelle osservazioni e nelle stime dei flussi. Bisogna cioè identificare il cosiddetto *sink*³

³ Viene definito come sink (ovvero pozzo) qualsiasi processo, attività o meccanismo che rimuove un gas serra o un suo precursore o un aerosol dall'atmosfera.

di carbonio mancante (*missing sink*), ovvero quel fattore che sembra contrastare l'aumento di concentrazione di biossido di carbonio nell'atmosfera, rallentando le possibili conseguenze dell'effetto serra sul clima. (Federici S. et al.2001)

Tabella 1 - Bilancio globale del carbonio (da IPCC 2001)

PROCESSO	FLUSSO DI CARBONIO (Gt/anno)
Emissioni	
Combustibili fossili	$5,5 \pm 0,5$
Deforestazione (inclusa la ricrescita)	$1,6 \pm 1$
TOTALE	$7,1 \pm 1,5$
Assorbimenti	
Atmosfera (incremento di biossido di carbonio)	$3,3 \pm 0,2$
Oceani	$2,0 \pm 0,8$
TOTALE	$5,3 \pm 1$
Assorbimento mancante	$1,8 \pm 0,5$

Una prima ipotesi formulata per spiegare lo squilibrio osservato è la possibilità che gli oceani in realtà assorbano più carbonio di quanto stimato. Tuttavia, nuove campagne di misura e, soprattutto, lo studio della distribuzione del ^{14}C sulla superficie degli oceani mostrano che valori più elevati di assorbimento non sono possibili nelle condizioni attuali. Infatti lo scambio di biossido di carbonio con gli oceani, pur non essendo limitato dalla diffusione superficiale, in quanto il biossido di carbonio si diffonde facilmente in acqua, è ostacolato dalla difficoltà con cui le acque superficiali si mescolano con le acque profonde dove la CO_2 può effettivamente essere immagazzinata. L'altra ipotesi, confermata da recenti studi sulle fluttuazioni stagionali degli isotopi dell'ossigeno e dell'azoto nell'atmosfera, è che gli ecosistemi terrestri non siano in equilibrio dal punto di vista del bilancio del carbonio, come invece previsto nello schema teorico, ma che in realtà essi rappresentino un elemento fissatore, ovvero che la produttività primaria netta della biosfera sia diversa da zero e positiva.

Le stime di produttività primaria netta degli ecosistemi terrestri sono oggi disponibili su scala globale grazie ai dati raccolti dall'*International Geosphere-Biosphere*

Programme (IGBP). Tuttavia questi dati, per lo più limitati alla sola componente epigea, non sono in grado di spiegare il carbonio mancante nell'atmosfera, in quanto il bilancio netto di carbonio è rappresentato dalla produzione primaria netta dell'ecosistema che include anche i processi di decomposizione della sostanza organica. Soltanto recentemente, grazie allo sviluppo di nuove metodologie di misura, è divenuto possibile misurare direttamente il flusso netto di carbonio con l'atmosfera e ricavare quindi delle stime sul ruolo degli ecosistemi terrestri nel bilancio del carbonio. A questo proposito i risultati del progetto Europeo EUROFLUX mostrano come le foreste europee siano una fonte di assorbimento di carbonio molto significativa con valori che vanno dall'equilibrio (foreste boreali) a circa $6.6 \text{ t C ha}^{-1} \text{ anno}^{-1}$ per le foreste temperate, con un valore medio pari a circa $3 \text{ t C ha}^{-1} \text{ anno}^{-1}$. (Valentini et al. 2000). Da queste osservazioni si evince come la necessità di coniugare la minimizzazione del costo delle riduzioni di emissioni con misure significative di assorbimento, abbia portato i governi a considerare le foreste e l'agricoltura come settori importanti per il raggiungimento degli obiettivi di mitigazione dell'effetto serra.

2.2. Il quadro politico internazionale sui Cambiamenti Climatici

L'aumento dell'evidenza scientifica dell'interferenza umana sul sistema climatico, assieme ad un accresciuto interesse pubblico riguardo alle problematiche ambientali globali, ha fatto sì che il problema della mitigazione dei cambiamenti climatici fosse inserito nelle agende politiche già a partire dalla metà degli anni ottanta (UNFCCC 2002).

Nel 1988 l'Organizzazione Meteorologica Mondiale (*World Meteorological Organization*, WMO) e il Programma Ambientale delle Nazioni Unite (*United Nations Environment Programme*, UNEP), riconoscendo la necessità dei Governi di un organo di informazione scientifica autorevole ed aggiornato, hanno istituito un Gruppo Intergovernativo di Esperti sul Cambiamento Climatico (*Intergovernmental Panel on Climate Change*, IPCC).

Nel 1990 l'IPCC redige il primo Rapporto di previsione, confermando l'effettivo pericolo di un progressivo cambiamento climatico indotto dalle attività umane ed invitando le comunità internazionali ad un trattato globale per far fronte al problema. Questo invito è stato raccolto dall'Assemblea Generale delle Nazioni Unite nel

dicembre del 1990, dando inizio ufficialmente alle negoziazioni per una convenzione quadro sui cambiamenti climatici con la risoluzione 45/212. Queste negoziazioni furono condotte da un Comitato Intergovernativo di Negoziazione (*Intergovernmental Negotiating Committee*, INC) appositamente istituito. L'INC si riunì per la prima volta nel febbraio del 1991 e dopo appena 15 mesi di trattative i governi adottarono la Convenzione Quadro sui Cambiamenti Climatici (UNFCCC) nel maggio 1992. La Convenzione fu aperta alle firme il 4 giugno 1992 alla Conferenza delle Nazioni Unite sull'Ambiente e Sviluppo (chiamata "*Earth Summit*"), a Rio de Janeiro, ed è entrata in vigore il 21 marzo 1994 (UNFCCC, 2002). L'obiettivo ultimo della Convenzione è la stabilizzazione della concentrazione dei gas serra nell'atmosfera affinché si possano evitare dannose interferenze antropiche sul sistema climatico. L'UNFCCC è stata formalmente ratificata da 189 nazioni (41 Paesi industrializzati e 148 Paesi in via di sviluppo). Da quando la Convenzione è entrata in vigore, le Parti si sono incontrate annualmente nella Conferenza delle Parti (*Conference Of Parties*, COP), organo esecutivo della Convenzione stessa, per monitorare la sua implementazione e continuare a discutere su come migliorare le azioni volte a fronteggiare i cambiamenti climatici. Le decisioni adottate dalla COP alle sue sessioni annuali rappresentano la base giuridica per l'attuazione effettiva della Convenzione.

Fin da quando è stata adottata la Convenzione i governi erano consapevoli che gli impegni assunti (stabilizzazione delle emissioni) non sarebbero stati sufficienti a fronteggiare seriamente i cambiamenti climatici.

Alla prima COP (Berlino, Marzo/Aprile 1995), in una decisione conosciuta come il Mandato di Berlino, le Parti diedero avvio ad una serie d'incontri di lavoro per stabilire un vincolo più incisivo e dettagliato per i paesi industrializzati. Dopo due anni e mezzo di negoziazioni intense, nel corso della terza COP dell'UNFCCC tenutasi a Kyoto (Giappone) fu adottato il Protocollo di Kyoto. Il Protocollo è stato aperto alle firme il 16 marzo 1998 presso la sede generale delle Nazioni Unite a New York. Dal 1999 il Protocollo è stato ratificato da 158 Paesi, di cui circa 41 Paesi industrializzati (i quali contribuiscono per il 61,6% alle emissioni totali dei paesi industrializzati), ed è entrato legalmente in vigore il 16 Febbraio 2005, a seguito della ratifica da parte della Federazione Russa che, da sola, contribuisce con oltre il 17% delle emissioni. Il Protocollo di Kyoto impone limiti di emissione per i paesi

inclusi nell'*Annex I*⁴ con il fine di ridurre le loro emissioni complessive di gas serra del 5,2% rispetto alle emissioni del 1990 per il primo periodo di impegno 2008-2012.

Un nuovo periodo di intense negoziazioni è stato lanciato dalla COP4 (Buenos Aires, Novembre 1998) per finalizzare le regole operative per l'attuazione del Protocollo. Questo ambizioso piano di lavoro fu chiamato "Piano di Azione di Buenos Aires" (*Buenos Aires Plan of Action*), parallelamente alle negoziazioni sull'attuazione di alcuni aspetti della Convenzione (come il trasferimento di risorse finanziarie e tecnologiche). Il termine di tali negoziazioni fu stabilito per la COP6 del 2000 a L'Aja. Durante la COP6 l'ingente mole di lavoro inerente il piano di Azione e alcune difficoltà negoziali portarono ad una spaccatura tra le Parti e all'interruzione delle trattative. I lavori ripresero a Bonn nel giugno del 2001 (COP6bis); durante tale incontro i governi arrivarono ad una comune intesa (ovvero "Intesa di Bonn") risolvendo le controversie politiche che il Piano d'Azione di Buenos Aires aveva creato. Quattro mesi dopo, alla COP 7 tenutasi a Marrakesh, in Marocco, dall'Intesa di Bonn si arrivò alla stesura di un pacchetto di decisioni (conosciuto come gli "Accordi di Marrakesh") contenenti le regole operative per il Protocollo di Kyoto ed altre indicazioni per l'attuazione della Convenzione. Gli Accordi di Marrakesh sono stati adottati al primo incontro delle Parti (COP/MOP1) tenutosi a Montreal nel dicembre 2005.

Tabella 2 - Cronologia del processo negoziale sui cambiamenti climatici (aggiornato da UNFCCC 2002)

Date	Eventi
1988	WMO e UNEP creano l'IPCC. L'Assemblea Generale delle Nazioni Unite prende in considerazione per la prima volta i problemi relativi ai cambiamenti climatici.
1990	Viene pubblicato il primo rapporto di previsione dell'IPCC, il quale sollecita le negoziazioni internazionali per una Convenzione quadro sui cambiamenti climatici. L'Assemblea Generale delle NU apre le negoziazioni e a tal fine istituisce l'INC.
Febbraio 1991	L'INC si riunisce per la prima volta.

⁴ Le Parti incluse nell' *Annex I* sono quelle che si sono impegnate a diminuire le emissioni di gas serra. Questi Paesi appartengono all'OECD (*Organization for Economic Cooperation and Development*) e i Paesi con economia in transizione.

Date	Eventi
9 Maggio 1992	La Convenzione Quadro sui Cambiamenti Climatici delle NU viene adottata a New York alla quinta sessione dell'INC.
4 Giugno 1992	La Convenzione viene aperta alle firme all'“Earth Summit” di Rio de Janeiro, Brasile.
21 Marzo 1994	Entrata in vigore della Convenzione.
7 Aprile 1995	Prima COP a Berlino nella quale si aprono le negoziazioni su “un Protocollo o altri strumenti attuativi legali”
11-15 Dicembre 1995	L'IPCC approva il suo secondo rapporto di previsione, il quale sottolinea l'urgenza di un'azione politica più incisiva.
19 Giugno 1996	COP 2, Ginevra. Dichiarazione Ministeriale di Ginevra.
11 Dicembre 1997	COP 3, Kyoto. Viene adottato il Protocollo di Kyoto.
16 Marzo 1998	Il Protocollo di Kyoto è aperto alle firme a New York, al quartier generale delle NU. Nel giro di un anno lo firmano 84 nazioni.
14 Novembre 1998	COP 4, Buenos Aires. Creazione del “Piano di Azione di Buenos Aires” per i dettagli operativi del Protocollo e l'implementazione della Convenzione. Termine delle negoziazioni: COP6 nel 2000.
13-24 Novembre 2000	COP 6, L'Aja. Fallisce l'accordo sul pacchetto di decisioni presentato a seguito del “Piano di Azione di Buenos Aires”.
4-6 Aprile 2001	L'IPCC accetta il contributo dei tre Gruppi di Lavoro per il suo terzo rapporto di previsione che pone l'accento sul processo di surriscaldamento della Terra.
16-27 Giugno 2001	COP 6, Bonn. Adozione dell'“Intesa di Bonn”. I governi arrivano ad una comune intesa risolvendo le controversie politiche che il Piano di Azione di Buenos Aires aveva creato.
29 Ottobre – 9 Novembre 2001	COP 7 Marrakesh. Adozione degli “Accordi di Marrakesh”, serie di decisioni dettagliate che mettono in atto gli accordi dell'Intesa di Bonn.
26 Agosto – 4 Settembre	Summit Mondiale sullo Sviluppo Sostenibile, Joannesburg. Revisione dei progressi avvenuti a seguito dell' Earth Summit di Rio del 1992.
23 Ottobre – 1 Novembre 2002	COP 8 Nuova Delhi, India.
1-12 Dicembre 2003	COP 9 Milano. Si adottano le modalità e procedure per la realizzazione dei progetti CDM di afforestazione e riforestazione.
4-17 Dicembre 2004	COP 10, Buenos Aires. Si adottano le modalità e procedure semplificate per la realizzazione di progetti CDM di afforestazione e riforestazione di piccola scala.
16 Febbraio 2005	Entrata in vigore del Protocollo di Kyoto a seguito della ratifica da parte della Federazione Russa.
28 Novembre-9 Dicembre 2005	COP11 - COP/MOP1 Montreal, Canada. Primo Incontro delle Parti che hanno ratificato il Protocollo di Kyoto. Adozione formale delle regole operative del Protocollo di Kyoto (Accordi di Marrakesh).

2.3. La UNFCCC

La Convenzione attribuisce ufficialmente al clima globale il valore di risorsa comune la cui stabilità può essere compromessa dalle emissioni gassose di anidride carbonica (CO₂) ed altri gas ad effetto serra, derivanti per la maggior parte dalle attività industriali, e pertanto mira (art.2) alla stabilizzazione della loro concentrazione in atmosfera, ad un livello tale da impedire interferenze pericolose con il sistema climatico.

Si specifica tuttavia, che tali livelli di concentrazione devono essere raggiunti in un periodo di tempo tale da permettere un adattamento naturale degli ecosistemi, il mantenimento della sicurezza alimentare e uno sviluppo economico sostenibile.

Allo stato attuale, la Convenzione sui Cambiamenti Climatici ratificata, in forme diverse, da 189 nazioni, risulta l'accordo internazionale per la protezione dell'ambiente più riconosciuto.

2.3.1. *Principi ispiratori*

L'UNFCCC si fonda sui seguenti principi:

- **Equità e responsabilità comuni ma differenziate**, in considerazione del fatto che, sebbene i cambiamenti climatici riguardino l'intero pianeta, i paesi industrializzati hanno storicamente contribuito in grado maggiore ad incrementare la concentrazione di gas serra in atmosfera ed hanno maggiori risorse spendibili per fronteggiare il problema causato.
- **Precauzionalità**, che guida la volontà di intraprendere azioni in modo tempestivo per combattere i cambiamenti climatici, sebbene la loro entità risulti ancora incerta, per non rischiare di arrivare ad un punto d'irreversibilità, tale da non potere più evitare gli effetti più gravi.
- **Interconnessione tra sviluppo e cambiamenti climatici**, fenomeni entrambi guidati dal consumo di risorse energetiche, dalla crescita demografica e dall'uso dei suoli; la Convenzione vede a tal proposito la crescita economica e lo sviluppo sostenibili come ingredienti di politiche vincenti per combattere i cambiamenti climatici.

2.3.2. Definizione e differenziazione degli impegni

In generale, i governi dei Paesi firmatari s'impegnano a:

- Riunirsi periodicamente e condividere informazioni sui livelli di emissioni di gas serra, sullo status delle politiche nazionali e sulle pratiche migliori (*best practice*) da adottare per perseguire le finalità della Convenzione.
- Seguire un modello di sviluppo sostenibile, mettendo in atto strategie per fronteggiare le emissioni di gas serra e per promuovere gli adattamenti agli impatti attesi dai cambiamenti climatici, aiutando anche i Paesi in via di sviluppo a intraprendere lo stesso percorso mettendo loro a disposizione mezzi finanziari e supporto tecnologico.
- Cooperare nella preparazione ad affrontare gli impatti dei cambiamenti climatici

Tuttavia gli impegni sono assegnati in maniera diversificata per gruppi di nazioni a seconda della loro situazione contingente e delle loro esigenze. La Convenzione divide infatti i Paesi in tre gruppi principali ed individua tre livelli di impegno:

I Paesi dell'Annesso I (*Annex I Parties*)⁵, sono i Paesi industrializzati, membri dell'Organizzazione per la Cooperazione Economica e lo Sviluppo (Organization for Economic Co-operation and Development, OECD) nel 1992, più i **Paesi con economie in transizione (*Economy In Transition - EIT Parties*)** che comprendono la Federazione Russa, i Paesi Baltici e diverse nazioni dell'Europa dell'Est.

I Paesi *Annex I* s'impegnano a adottare misure e politiche nazionali finalizzate a ridurre le emissioni di gas serra ai livelli del 1990 entro l'anno 2000. Ai Paesi con economie in transizione è garantito un maggiore grado di flessibilità nell'implementazione dei vincoli per l'abbattimento delle emissioni; diversi Paesi hanno esercitato questo diritto per scegliere un anno diverso dal 1990 come riferimento del livello di emissioni di gas serra da raggiungere (anno base).

⁵ Nell'Annesso B del Protocollo di Kyoto sono elencati i paesi *Annex I* che hanno ratificato il Protocollo e costituiscono i Paesi con impegni quantificati di riduzione delle emissioni rispetto all'anno base entro il primo periodo d'impegno (2008-2012).

I Paesi dell'Annesso II (*Annex II Parties*) sono i Paesi *Annex I* ad eccezione dei Paesi con economie in transizione: questo gruppo s'impegna a fornire le risorse finanziarie per permettere ai paesi in via di sviluppo di intraprendere azioni di riduzione delle emissioni nell'ambito della Convenzione e ad aiutarli nel percorso di mitigazione degli effetti avversi dei cambiamenti climatici; s'impegnano, inoltre, a favorire la promozione dello sviluppo e il trasferimento di tecnologie a basso impatto ambientale verso i Paesi con economie in transizione e i Paesi in via di sviluppo.

I Paesi che non rientrano nell'Annesso I (*Non-Annex I Parties*), sono, per la maggior parte, i Paesi in via di sviluppo, riconosciuti dalla Convenzione come particolarmente vulnerabili agli impatti dei cambiamenti climatici, come quelli geograficamente collocati in aree a rischio di desertificazione o in zone costiere, topograficamente non elevate, a potenziale rischio di sommersione. In questo gruppo sono incluse le nazioni che basano la loro economia sulla produzione ed il commercio di combustibili fossili e che quindi temono le potenziali ripercussioni economiche indotte dalle misure adottate per il raggiungimento degli obiettivi della convenzione. Le Parti appartenenti a gruppo *Non-Annex I* che hanno ratificato anche il Protocollo, non hanno nessun impegno riguardo alla diminuzione delle emissioni dei gas serra ma possono beneficiare dei meccanismi di flessibilità regolamentati dall'Articolo 12 (CDM)

Tutte le Parti della Convenzione, ossia i Paesi che la hanno ratificata per mezzo di diversi strumenti legali⁶, sono soggette agli impegni per combattere i cambiamenti climatici e sono obbligate a compilare un inventario delle emissioni di gas serra e a redigere un rapporto, noto come Comunicazione Nazionale, riguardante le azioni intraprese per implementare la Convenzione.

L'entrata in vigore della Convenzione per ciascuna Parte avviene dopo un termine di 90 giorni dalla data di deposito del suo strumento di ratifica, accettazione, approvazione o accesso.

I Paesi *Annex I* sono obbligati ad inviare i rapporti periodici con maggiore frequenza e fornendo maggiori dettagli. La scadenza per una prima Comunicazione Nazionale dei Paesi *Annex I* è stata fissata dopo sei mesi dall'entrata in vigore della

⁶ Gli strumenti legali previsti si dividono in: ratifica, accettazione, approvazione, accesso.

Convenzione, la seconda era prevista per il 15 Aprile 1997 (o 15 Aprile 1998 per i Paesi EIT per i quali la data di entrata in vigore cadeva un anno dopo), mentre la terza entro il 30 Novembre 2001: entro il 1 Marzo 2004 il Segretariato dell'UNFCCC aveva ricevuto 37 Comunicazioni. L'Italia ha finora prodotto tre Comunicazioni Nazionali, di cui la terza è stata inviata il 20 Gennaio 2003. Il termine per l'invio della quarta Comunicazione Nazionale è fissato per il 1 Gennaio 2006.

I Paesi *Annex I* devono inoltre presentare un Inventario delle emissioni e degli assorbimenti dei gas ad effetto serra al Segretariato entro il 15 Aprile di ogni anno in cui figurino i livelli di emissione al 1990 (o di un eventuale altro anno base per i Paesi EIT) e di ogni anno successivo a questo escludendo l'anno precedente alla presentazione dell'Inventario.

Le Comunicazioni Nazionali e gli Inventari devono essere redatti utilizzando le linee guida e le metodologie sviluppate di volta in volta dall'IPCC.

Le Comunicazioni Nazionali vengono consegnate alla segreteria della Convenzione che le rende pubbliche dopo averle riordinate e sintetizzate. Ogni comunicazione è sottoposta ad un approfondito controllo da un gruppo di esperti che per gli Inventari dei gas serra dei Paesi *Annex I* ha avuto cadenza annuale a partire dal 2003.

I Paesi *Non-Annex I* non sono obbligati a presentare un inventario delle emissioni di gas serra e le loro comunicazioni nazionali non sono oggetto di un approfondito controllo da parte del segretariato. Il termine stabilito per la consegna della comunicazione nazionale iniziale per le Parti appartenenti a questo gruppo è fissato a tre anni dall'entrata in vigore della Convenzione: entro il 19 Maggio 2005 sono state inviate al Segretariato le prime Comunicazioni Nazionali da parte di 124 Paesi *non-Annex I*, mentre solo 3 (Messico, Repubblica di Corea, Uruguay) hanno prodotto anche una seconda Comunicazione Nazionale (entro il 31 Gennaio 2005).

2.3.3. Le istituzioni

La conferenza delle parti (*Conference of Parties*, **COP**) è l'incontro tra tutti i paesi aderenti all'UNFCCC. Si tratta di un organo per le decisioni ed è responsabile per l'implementazione della Convenzione. Per il Protocollo la COP fa le veci della **MOP** (*Meeting Of Parties*) ovvero l'Assemblea delle Parti del Protocollo, la quale si è riunita per la prima volta a dicembre del 2005 a Montreal (Canada). Tale organo sottoporrà le Parti a regolare controllo.

Per quanto riguarda gli aspetti scientifici, la COP è assistita dall'Organo Sussidiario per la Consulenza Tecnico-Scientifica (*Subsidiary Body for Scientific and Technological Advice*, **SBSTA**). Il SBSTA si occupa di tutte le consulenze su argomenti scientifici e metodologici, incluso il miglioramento delle linee guida per le comunicazioni e gli inventari nazionali, cooperando con l'IPCC.

Un'altra istituzione di supporto alla COP è L'Organo Sussidiario per l'Implementazione, (*Subsidiary Body for Implementation*, **SBI**). Questo è addetto al controllo dell'implementazione della Convenzione e del Protocollo, all'analisi annuale degli inventari delle emissioni, e alla revisione dei Comunicati Nazionali delle Parti.

Tutte le attività di segretariato vengono demandate alla **Segreteria** (con sede a Bonn) la quale assolve ad importanti mansioni amministrative quali: preparazione dei documenti, organizzazione delle sessioni negoziali, raccolta e gestione dei dati riguardanti le emissioni, offrendo inoltre un servizio di consulenza tecnica per le Parti.

Durante la COP 7 è stato istituito un **Comitato Esecutivo** (*Executive Board*) del CDM composto da 10 membri operanti sotto l'autorità della COP/MOP. Il compito del Comitato è quello di dare gli opportuni suggerimenti alla COP/MOP su modalità e procedure addizionali per il CDM; approvare nuove metodologie in relazione al calcolo della *baseline* e al sistema di monitoraggio dei progetti CDM; sviluppare una procedura semplificata per incoraggiare progetti su piccola scala, e di autorizzare le organizzazioni indipendenti, conosciute come Organismi Operativi Designati (*Designated Operational Entities - DOE*)⁷, in attesa della loro formale designazione da parte della COP o della COP/MOP.

Sempre durante la COP 7 è stato stabilito che il Comitato Esecutivo può istituire dei comitati, pannelli o gruppi di lavoro per assistere il Comitato stesso nelle sue funzioni. Per quanto riguarda i CDM forestali il Comitato ha istituito un Gruppo di Lavoro per le attività di afforestazione e riforestazione (**A/R Working Group**), il quale svolge le seguenti funzioni:

⁷ Questi organismi operativi sono delle società di consulenza (private e non), accreditate dal Comitato Esecutivo, in grado di condurre una valutazione indipendente e credibile delle riduzioni delle emissioni. La lista dei DOE è disponibile al sito internet: <http://cdm.unfccc.int/DOE/list>.

- analizza le metodologie di monitoraggio e *baseline* presentate e prepara le relative raccomandazioni;
- prepara le bozze dei formati da utilizzare per la presentazione del documento di progetto (Project Design Document) e delle metodologie di monitoraggio e *baseline*. Per essere operativi, questi formati devono essere approvati dal Comitato Esecutivo;
- sviluppa gli strumenti per facilitare la compilazione dei documenti (come lo strumento per provare l'addizionalità del progetto CDM o l'eleggibilità dei siti).

Due sono le altre organizzazioni intergovernative, che formalmente non fanno parte delle istituzioni della Convenzione, ma che svolgono importanti funzioni di supporto: L'IPCC e il *Global Environment Facility* (GEF).

L'**IPCC** è una delle più importanti fonti d'informazioni per i cambiamenti climatici. Pubblica regolarmente (circa ogni 5 anni) un rapporto scientifico sui cambiamenti climatici (l'ultimo, il Terzo Rapporto di previsione, risale al 2001) e, su richiesta della COP o del SBSTA, prepara dei rapporti speciali e delle note tecniche su argomenti specifici. L'IPCC è al momento impegnato nell'aggiornamento delle linee guida per la contabilizzazione di assorbimenti ed emissioni di carbonio da parte dei sistemi agroforestali (IPCC 2003). Tale documento costituirà il testo base cui dovranno essere adeguate tutte le metodologie di rilevamento ed inventario dei gas serra.

Istituito dal Programma di Sviluppo delle Nazioni Unite (*UN Development Programme*, UNDP), il **GEF** si occupa dei meccanismi finanziari della Convenzione e del Protocollo, e costituisce un canale per il finanziamento dei paesi in via di sviluppo, stanziando fondi per progetti che forniscano un beneficio ambientale globale. La COP fornisce regolarmente al GEF le direttive per la gestione dei fondi del programma di cambiamento climatico e per le priorità programmatiche, inoltre fornisce i criteri d'eleggibilità dei progetti da finanziare. Il GEF dal suo canto redige annualmente un rapporto per la COP sul lavoro svolto.

2.4. Il Protocollo di Kyoto

Il Protocollo di Kyoto è lo strumento operativo legalmente vincolante dell'UNFCCC. Il nodo centrale del Protocollo consiste nel vincolo legale dei limiti d'emissione per i paesi dell'*Annex I* che s'impegnano a ridurre la loro emissione complessiva dei gas serra del 5,2% rispetto alle emissioni del 1990, per il primo periodo d'impegno (*Commitment Period*) stabilito nel quinquennio 2008-2012.

La riduzione totale è stata suddivisa in maniera tale che ogni Parte dell'*Annex I* ha un suo limite individuale alle emissioni. Questa diversificazione dei tassi di riduzione è stata stabilita dopo intense negoziazioni tra le parti stesse. I (di allora) 15 membri dell'Unione Europea, che si erano impegnati nel loro insieme a ridurre le emissioni totali dell'8%, grazie all'accordo "*burden sharing*", hanno ripartito tale limite al loro interno tra i differenti Paesi dell'UE. Vi sono quindi nazioni, come la Germania, che si sono impegnate a ridurre le loro emissioni fino al 21 %, ed altre a cui è stato concesso un aumento di emissioni fino al 30%, come nel caso della Grecia. Dal suo canto l'Italia si è impegnata a ridurre le proprie emissioni di gas serra del 6,5% rispetto a quelle del 1990.⁸

Generalmente le Parti devono ridurre o limitare le loro emissioni dai livelli riscontrati nel 1990 (denominato *base year*, ovvero "anno base"). I Paesi in economia di transizione possono scegliere un anno base diverso dal 1990. Inoltre ogni Parte può scegliere un differente anno base tra il 1990 e il 1995 per le emissioni di idrofluorocarburi, perfluorocarburi e esafluoruro di zolfo, al fine di considerare l'incremento di questi gas che nei primi anni novanta hanno sostituito le sostanze bandite dal Protocollo di Montreal.

Gli obiettivi di riduzione devono essere raggiunti nel primo periodo d'impegno, stabilito tra il 2008 e il 2012. E' stato scelto un periodo di cinque anni, invece che di un anno solo, per diluire le fluttuazioni annuali o gli eventi eccezionali che altrimenti avrebbero un peso eccessivo sul singolo anno. Tuttavia, allo scopo di sollecitare degli interventi anticipati, le Parti sono obbligate ad avviare dei programmi al fine di

⁸ La quantificazione degli impegni di limitazione o di riduzione delle emissioni per ogni singola Parte (percentuale delle emissioni dell'anno o del periodo di riferimento) è disponibile nell'Annesso B del Protocollo di Kyoto.

dimostrare in concreto la volontà di perseguire gli obiettivi di riduzione. Tali programmi dovranno essere inseriti in un rapporto da presentare entro il 1 gennaio del 2006.

L'ammontare delle emissioni che ogni Parte può produrre durante il periodo d'impegno, considerando i limiti stabiliti, è chiamato "*assigned amount*", ovvero quota d'emissione assegnata. All'inizio del 2008 ogni Paese dovrà redigere un rapporto che fornisca i dati relativi alle emissioni dell'anno base, stabilendo ufficialmente la quota d'emissione e ricevendo così i relativi crediti di carbonio (*Assigned Amount Units* - AAUs).

Il credito di carbonio è stato definito come corrispondente ad una tonnellata di CO₂ equivalente assorbita (nel caso dei *sinks*) o non emessa (nel caso delle fonti). La nomenclatura assegnata ai crediti di carbonio differisce in base alle attività che li generano, come riportato in Tabella 3.

Tabella 3 – Definizione dei crediti di carbonio

Acronimo	Definizione	Tipologia del credito di carbonio
AAU	Assigned Amount Unit	Rilasciato da un Paese <i>Annex I</i> sulla base del proprio limite della quantità di emissioni secondo gli articoli 3.7 e 3.8 del Protocollo
ERU	Emission Reduction Unit	Generato da un progetto <i>JI (Joint Implementation)</i> in base all'articolo 6 del Protocollo
RMU	ReMoval Unit	Rilasciato da un Paese <i>Annex I</i> sulla base di attività LULUCF secondo gli articoli 3.3 e 3.4 del Protocollo
CER	Certified Emission Reduction	Crediti generati da progetti energetici CDM (<i>Clean Development Mechanism</i>) in base all'articolo 12 del Protocollo
ICER/tCER	Long term/temporary Certified Emission Reduction	Crediti generati da progetti CDM forestali (<i>Afforestation and Reforestation activities under Clean Development Mechanism</i>) in base all'articolo 12 del Protocollo e alla decisione 19/CP9

Se alla fine del periodo d'impegno una Parte ottiene una riduzione di emissioni maggiore di quella prestabilita può, entro certi limiti, trasferire questo vantaggio nel secondo periodo di impegno. Difatti, i crediti ottenuti tramite l'assorbimento dei

sinks non vengono contabilizzati nel trasferimento del vantaggio, e verrà preso in considerazione solo il 2,5% dei crediti derivanti dai meccanismi di flessibilità.

In aggiunta alle riduzioni delle emissioni di gas serra, le Parti s'impegnano a rispettare una serie di obblighi generali atti a rafforzare l'azione di mitigazione sui cambiamenti climatici: preparazione di progetti volti alla mitigazione dei cambiamenti climatici, miglioramento dei dati relativi alle emissioni, promozione del trasferimento di tecnologie eco-compatibili, cooperazione nella ricerca scientifica e costituzione di una rete internazionale di osservazioni climatiche, promozione di programmi di educazione e sensibilizzazione sui cambiamenti climatici e di aggiornamento per la creazione d'iniziative di *capacity-building*. A questi obblighi sono sottoposte sia le Parti dell'*Annex I* che quelle *non-Annex I*.

Il Protocollo ha introdotto tre meccanismi innovativi (i così detti meccanismi di flessibilità), ideati per promuovere una efficiente mitigazione dei cambiamenti climatici, dando la possibilità alle Parti di ridurre le emissioni o aumentare i *sinks* su territori esteri, quando ciò risultasse più economico rispetto ad intraprendere le stesse azioni sul territorio nazionale: *Joint Implementation* (JI), *Clean Development Mechanism* (CDM) ed *Emission Trading* (ET).

- Il meccanismo di JI permette ai Paesi *Annex I* di implementare progetti che riducono le emissioni, o incrementano gli assorbimenti per mezzo dei *sinks*, in altri Paesi *Annex I*.
- Il meccanismo CDM fa sì che i Paesi dell'*Annex I* possano implementare progetti che riducono le emissioni, o incrementano gli assorbimenti per mezzo dei *sinks* (limitatamente alle attività di afforestazione e riforestazione), in altri Paesi *non-Annex I*.
- Il meccanismo ET permette ai Paesi *Annex I* di trasferire parte delle quote di emissione assegnate, sotto forma di unità definite *Assigned Amount Units* (AAUs), ad altri Paesi *Annex I* che ne abbiano bisogno per raggiungere gli obiettivi di riduzione delle emissioni previsti dal Protocollo. Anche i CER, gli ERU o gli RMU acquisiti per mezzo di progetti CDM, JI o attività del settore agro-forestale possono essere trasferiti secondo questo meccanismo. Tuttavia per evitare che le Parti *Annex I* rischino di vendere eccessivamente le proprie quote, non riuscendo in seguito a rimanere sotto i livelli di emissione fissati dal

proprio obiettivo, una quantità minima di AAU, CER, ERU e RMU, non possono essere trasferiti costituendo una riserva per il periodo di impegno.

I Paesi *Annex I* sono, in ogni caso, obbligati a fornire informazioni per dimostrare che l'uso dei meccanismi in questione sia supplementare alle azioni sul territorio nazionale, le quali devono costituire una parte significativa degli sforzi per raggiungere gli impegni previsti dal Protocollo.

2.5. Ruolo delle attività agroforestali (LULUCF)⁹

Fin dall'inizio, sia l'UNFCCC che il Protocollo di Kyoto hanno considerato il ruolo dei sistemi agricoli e forestali nella politica dei cambiamenti climatici, ma le precise definizioni e i metodi di conteggio dei crediti di carbonio generabili non erano stati definiti nel dettaglio.

A seguito dell'accordo politico raggiunto a Bonn nel Giugno 2001 e successivamente a Marrakesh nel Novembre 2001, i “*sinks*” agricoli e forestali vengono riconosciuti come elementi fondamentali per il raggiungimento degli obiettivi fissati dal Protocollo di Kyoto.

I *sinks* generano crediti di carbonio in proporzione al loro bilancio netto annuale di gas serra espresso in tonnellate di CO₂ equivalente, e sono denominati diversamente a seconda del meccanismo che li ha generati (vedi Tabella 3).

I crediti di carbonio possono essere generati attraverso *sinks* localizzati sul proprio territorio (*Removal Units* – RMUs) o all'estero. Questi ultimi possono rientrare nei progetti di *Joint Implementation* - JI (Art.6) e di *Clean Development Mechanism* - CDM (Art.12).

Le regole che governano il settore agro-forestale, come stabilito dal Protocollo e dagli accordi negoziali successivi, considerano quattro elementi fondamentali:

- 1) una serie di principi guida;
- 2) un elenco di attività eleggibili;
- 3) definizioni comuni;
- 4) un sistema di quattro limitazioni (*cap*) che regolano l'uso delle attività agroforestali.

⁹ *Land Use, Land Use Change and Forestry* (Uso del suolo, i suoi cambiamenti e il settore forestale)

2.5.1. Principi guida

Gli accordi di Marrakesh e il Protocollo di Kyoto si basano sul principio dell'addizionalità: solo gli assorbimenti indotti dall'uomo dal 1990 (*Land-Use Change*) si possono considerare eleggibili ai fini del Protocollo, questi inoltre devono essere addizionali agli assorbimenti che si sarebbero comunque ottenuti senza l'intervento umano (*Land Use*).

Inoltre si riconosce la necessità di un rigore scientifico e di metodologie solide per l'implementazione del Protocollo e dell'importanza della conservazione della biodiversità.

2.5.2. Attività eleggibili

Il Protocollo di Kyoto stabilisce che le emissioni e gli assorbimenti derivanti dalle attività di Afforestazione, Riforestazione e Deforestazione (ARD) devono essere considerate, in maniera vincolante, ai fini della generazione di crediti di carbonio (art. 3.3). Inoltre vengono designate altre quattro attività addizionali, quindi eleggibili a discrezione della singola Parte, quali la rivegetazione e la gestione forestale, agricola e dei pascoli (art. 3.4). Ogni Parte deve quindi scegliere entro il 31/12/2006 quale di queste attività addizionali sarà utilizzata ai fini del Protocollo.

2.5.3. Definizioni

Come riportato dall'IPCC *LULUCF Special Report* (IPCC 2000a) i termini usati all'interno del Protocollo di Kyoto (art. 3.3 e art. 3.4) come “*foresta*”, “*afforestazione*”, “*riforestazione*”, sono stati causa di una notevole confusione tra le varie agenzie internazionali, ognuna delle quali ha una propria definizione che può differire da quella delle altre agenzie. Al fine di chiarire i termini utilizzati, le Parti del Protocollo concordarono a Marrakesh una serie di definizioni (Decisione 11/CP.7) come si riporta qui di seguito.

Forest (foresta): terreno di area minima compresa tra 0,05 ed 1,0 ettaro con copertura delle chiome degli alberi (o equivalente indicatore di copertura arborea) di più del 10-30 per cento con alberi con altezza potenziale a maturità, in situ, di almeno 2-5 metri. Una foresta può consistere in formazioni forestali chiuse, dove alberi dei vari strati e del sottobosco coprono un'alta porzione del suolo, oppure in formazioni forestali aperte. I giovani soprassuoli naturali e tutti gli impianti che non hanno

ancora raggiunto una densità di copertura del 10-30 per cento od un'altezza di 2-5 metri sono considerati foresta, come fossero aree normalmente formanti parte della superficie forestale che, per intervento dell'uomo (ad es. le utilizzazioni), o per cause naturali, sono temporaneamente prive di copertura ma che ci si aspetta ritornino boscate.

Afforestation (afforestazione/imboschimento): conversione in foresta, direttamente indotta dall'uomo, di terreno, che non risultava forestato da almeno 50 anni, attraverso la piantagione, la semina e/o la promozione di fonti naturali di semi.

Reforestation (riforestazione/rimboschimento): conversione in foresta, direttamente indotta dall'uomo, di terreno non forestato attraverso la piantagione, la semina e/o la promozione di fonti naturali di semi su terreno che era forestato ma che è stato deforestato. Per il primo periodo d'impegno le attività di rimboschimento saranno limitate ai rimboschimenti realizzati su quelle terre che non risultavano forestate al 31 dicembre 1989.

Deforestation (deforestazione): conversione, direttamente indotta dall'uomo di terre forestate in terre non forestate.

2.5.4. I quattro "cap"

- Se un'attività ARD ha un bilancio positivo di emissioni allora una Parte può controbilanciarlo attraverso gli assorbimenti derivanti dalla gestione forestale, fino a un livello massimo di 9 Mt di carbonio l'anno per i cinque anni di impegno.
- I limiti per l'uso della gestione forestale (oltre le 9 Mt) sono stati stabiliti individualmente per ciascun Paese e sono elencati negli Accordi di Marrakesh¹⁰. In questo CAP sono inclusi anche i crediti di carbonio derivanti dai progetti di *Joint Implementation*.
- Le emissioni e gli assorbimenti derivanti dalla gestione delle terre agricole e dei pascoli ($S_{a,p}$) vengono contabilizzati facendo la differenza tra il bilancio netto

¹⁰ Nella definizione dei limiti stabiliti sono stati presi in considerazione i seguenti fattori: (a) come regola generale i limiti dovevano corrispondere al 15% dell'incremento netto degli stock di carbonio delle foreste gestite, utilizzando una combinazione di dati forniti dalle Parti e dalla FAO; (b) inoltre, particolare importanza è stata data alle circostanze nazionali, come il livello di sforzo che le Parti dovranno sostenere per adempiere gli impegni sottoscritti nel Protocollo di Kyoto, ed il tipo di gestione forestale applicata nel Paese.

(emissioni meno assorbimenti) degli scambi di gas serra esistente nella stessa porzione di territorio (A) nel 1990 (N_{90}) moltiplicato per cinque, e il bilancio netto degli scambi di carbonio del periodo di impegno (N_{08-12}) nella stessa porzione di territorio A .

$$S_{a,p} = 5 * N_{90}(A) - N_{08-12}(A)$$

- Per il meccanismo del CDM, solo le attività di afforestazione e riforestazione risultano eleggibili, e l'assorbimento annuale dei gas serra da questi progetti può essere utilizzato fino ad un valore massimo pari all'1% del valore delle emissioni del Paese nel 1990, moltiplicate per cinque. Per l'Italia corrisponde a 5 MtCO₂eq, potenzialmente pari a circa il 5% dell'impegno di riduzione nazionale.

2.6. Il programma italiano per le attività agro-forestali

La Delibera CIPE n.123/2002 ha approvato il Piano nazionale di riduzione delle emissioni di gas serra, documento di riferimento per l'attuazione del Protocollo di Kyoto in Italia. All'interno di tale Piano, particolare attenzione è rivolta al settore agro-forestale e al suo potenziale contributo per il raggiungimento dell'obiettivo nazionale di riduzione di gas serra. La Tabella 4 sintetizza il contributo in termini di CO₂ assorbita dalle diverse attività domestiche relative agli articoli 3.3 e 3.4 del Protocollo di Kyoto e i relativi costi d'implementazione. In totale, le attività *sinks* nazionali hanno un potenziale d'assorbimento stimato in 10,8 MtCO₂, pari a circa 11% dell'obiettivo nazionale di riduzione. Oltre il 40% di tale potenziale d'assorbimento deriva dalla gestione forestale, in altre parole dal patrimonio forestale esistente nel nostro Paese. Il resto del potenziale si divide equamente tra le attività di nuova forestazione e di ricolonizzazione indotta da parte della foresta di ex-coltivi e pascoli, impropriamente definita come riforestazione naturale. Il contributo del settore agricolo è quello che presenta ancora le maggiori incertezze, e analisi più approfondite saranno necessarie per valutarne correttamente il ruolo nell'ambito delle azioni inerenti l'attuazione del Protocollo di Kyoto nel nostro Paese. Risulta evidente l'alto costo marginale di abbattimento delle emissioni nel caso delle attività di nuova forestazione. In particolare, laddove tale attività viene messa in atto in zone ad alto rischio idrogeologico, i costi sono i più alti in assoluto, anche se di notevole

interesse i benefici ambientali e sociali, nonché economici, che ne potrebbero derivare. Il potenziale di assorbimento totale si tradurrà in corrispondenti crediti di carbonio attraverso la certificazione degli assorbimenti avvenuti nei serbatoi di carbonio delle diverse attività *sinks*. I serbatoi eleggibili sono la biomassa epigea, la biomassa ipogea, la lettiera, la necromassa e il carbonio nei suoli. La certificazione, che dovrà seguire le Linee Guida per le attività agro-forestali sviluppate dall'IPCC (2003), e il conseguente rilascio dei crediti di carbonio è la principale attività che dovrà essere svolta dal Registro Nazionale dei Serbatoi di Carbonio Agro-Forestali in corso di definizione da parte del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio.

Tabella 4 - Potenziale nazionale massimo di assorbimento di carbonio (Delibera CIPE 123/2002 e successivo aggiornamento)

	Assorbimento (Mt CO ₂ eq.)	Investimento (Meuro)	Costo netto (euro/t CO ₂ eq.)
Art. 3.4: Gestione forestale	4,1	10	0,2
Art. 3.4: Gestione delle terre agricole e dei pascoli, e rivegetazione	0,7	4,2	4,2
Art. 3.3: Riforestazione naturale	3,0	6,5	0,2
Art. 3.3: Afforestazione e Riforestazione (vecchi impianti)	1,0	6,0	0,2

3. Clean Development Mechanism di Afforestazione e Riforestazione (A/R CDM)

I progetti CDM (ovvero Meccanismo di Sviluppo Pulito) sono quei progetti realizzati dalle Parti dell'*Annex I* nei Paesi in via di sviluppo (*Non-Annex I*) con il duplice obiettivo di:

- Aumentare gli assorbimenti o ridurre le emissioni di gas serra i cui crediti (*Certified Emission Reductions* – CERs) generati possono essere contabilizzati sul registro nazionale dei gas serra del Paese che ha finanziato il progetto
- Aiutare i Paesi in via di Sviluppo a perseguire i loro obiettivi di sviluppo sostenibile.

Il CDM comprende sia progetti energetici, le cui attività sono mirate alla riduzione delle emissioni (come ad esempio un piano di elettrificazione rurale tramite l'uso di moduli fotovoltaici), sia progetti di afforestazione/riforestazione, mirati al sequestro del carbonio dall'atmosfera tramite *sinks* forestali, come il rimboschimento di un'area degradata. I Paesi dell'*Annex I* sono tuttavia invitati a non finanziare progetti che fanno uso di energia nucleare.

Le regole e modalità specifiche riguardo l'eleggibilità e i metodi di conteggio dei crediti di carbonio derivanti da operazioni di afforestazione e riforestazione (A/R) sono state definite alla COP 9 di Milano (Decisione 19/CP.9).

Con i progetti del CDM ci si aspetta un incremento degli investimenti nei paesi in via di sviluppo, provenienti soprattutto dal settore privato, promuovendo inoltre un trasferimento di tecnologie eco-compatibili. Inoltre, i finanziamenti pubblici per i CDM devono essere addizionali agli ufficiali canali di finanziamento per l'assistenza allo sviluppo, costituendo pertanto un canale di finanziamento aggiuntivo rispetto ai fondi stanziati ogni anno per la cooperazione nei Paesi in via di sviluppo.

3.1. Il processo Negoziale

Per capire come si è arrivati all'inserimento di progetti forestali realizzati da parte di Paesi industrializzati nei paesi in via di sviluppo nell'ambito del Protocollo di Kyoto si devono analizzare i principi su cui si basano tali progetti, e per fare ciò bisogna

fare un passo indietro, arrivando al testo della Convenzione Quadro sui Cambiamenti Climatici adottata nel 1992 all'*Earth Summit* di Rio.

Già nel preambolo della Convenzione si riconosce *“la natura globale dei cambiamenti climatici, chiamando alla più vasta cooperazione possibile tra tutte le nazioni, alla loro partecipazione ed ad una risposta internazionale effettiva ed appropriata, in accordo con le loro comuni ma differenziate responsabilità, rispettive capacità e le loro condizioni sociali ed economiche”* (UNFCCC 1992). In questa frase ci sono due concetti fondamentali alla base del CDM: la natura transfrontaliera dei cambiamenti climatici e l'invito alla cooperazione di tutte le nazioni. I cambiamenti climatici costituiscono un problema sopranazionale, la Convenzione invita le Parti all'azione, non importa dove le attività abbiano luogo, ma è importante che queste siano attuate. Un'azione che mira alla diminuzione delle emissioni o all'assorbimento di gas ad effetto serra avrà un effetto positivo su tutto il sistema climatico, non solo per la nazione sul cui suolo ha avuto luogo. Sotto quest'ottica, l'invito alla cooperazione è un concetto consequenziale che si ritrova anche nell'articolo 4.2(a) della Convenzione il quale così recita *“le parti possono realizzare tali politiche e misure [di mitigazione dei cambiamenti climatici] congiuntamente con altre parti e possono assistere altre parti nel raggiungimento degli obiettivi della Convenzione...”*. Nell'aiutare i paesi in via di sviluppo la Convenzione invita i paesi industrializzati a seguire un modello di sviluppo sostenibile, mettendo loro a disposizione mezzi finanziari e supporto tecnologico. Sempre nel preambolo della Convenzione viene inoltre riconosciuto il ruolo di *sink* degli ecosistemi marini e terrestri. Questi principi si concretizzarono successivamente nel Protocollo di Kyoto con gli articoli 3.3 e 3.4, i quali includono le attività agroforestali tra le attività eleggibili come strumento per la mitigazione degli effetti dei cambiamenti climatici, e con l'articolo 12 in cui sono definiti per la prima volta i CDM. Tuttavia l'articolo 12 non specifica le tipologie di progetto realizzabili attraverso i CDM e le loro modalità e procedure per l'implementazione.

L'inserimento delle attività agroforestali all'interno del CDM è stato un argomento controverso durante le successive negoziazioni ed è stata una delle cause del fallimento della COP6 dell'Aja nel 2000.

E' solo con gli Accordi di Marrakesh che viene raggiunta un'intesa sulla questione. Difatti, con la decisione 17/CP.7 solo le attività di afforestazione e riforestazione sono definite eleggibili nell'ambito dei progetti CDM.

La COP7 affidò al SBSTA, con il supporto dell'IPCC, il compito di sviluppare definizioni e modalità per includere i progetti di afforestazione e riforestazione nel CDM durante il primo periodo di impegno, tenendo conto dei problemi della non-permanenza, dell'addizionalità e della *baseline*, delle incertezze e degli impatti socio-economici ed ambientali, inclusi gli impatti sulla biodiversità e sugli ecosistemi naturali. La negoziazione da parte del SBSTA su questi argomenti (tenutasi durante la sua diciassettesima e diciottesima sessione) ha suscitato notevoli dibattiti, non solo in sede di coordinamento Europeo ma anche in plenaria. Generalmente il gruppo costituito da Canada, Australia, Nuova Zelanda e Giappone ha assunto posizioni favorevoli all'utilizzo dei *sinks* forestali, cercando di incoraggiare regole meno restrittive per loro utilizzo. Proposero, difatti, di cambiare l'anno base della definizione di riforestazione dal 31/12/1989 (come già stabilito negli Accordi di Marrakesh) al 31/12/1999 e, come proposto dal Canada, di utilizzare metodologie per la *baseline* standardizzate per tipologia di progetto e non specifiche. Dall'altra parte si schierò l'UE, la Norvegia e il "Gruppo per l'Integrità Ambientale" formato da Svizzera, Messico e Corea del Sud, i quali puntarono a regole più rigorose che salvaguardassero l'integrità di tali progetti. I Paesi in via di sviluppo hanno trovato nella salvaguardia della sovranità nazionale un punto di forte unione, rifiutando di usare direttive e regolamenti internazionali per la definizione di obiettivi di sviluppo sostenibile e per la valutazione degli impatti ambientali e socio-economici.

Le Organizzazioni Non Governative (ONG) hanno partecipato attivamente al dibattito dimostrandosi fin dall'inizio contrarie all'inclusione dei *sinks* nei CDM. L'introduzione dei *sinks* forestali avrebbe dato la possibilità di maggiori emissioni da combustibili fossili, rendendo più deboli gli sforzi politici e finanziari verso l'adempimento dell'obiettivo ultimo della Convenzione, cioè quello di "prevenire le pericolose interferenze con il sistema climatico" (Sawyer S., et al. 2003). Il "Climate

Action Network” (CAN)¹¹ prese delle posizioni chiare rispetto alla questione, richiamando le parti ad approvare misure rigorose per garantire che progetti non ecologicamente e socialmente integri (non addizionali, che potessero minare la biodiversità o l’esistenza di ecosistemi naturali o che producessero impatti ambientali e socio-economici negativi) non venissero registrati come CDM (CAN 2002). Generalmente le ONG ambientaliste hanno sempre dimostrato forti riserve sul fatto che monoculture a carattere industriale, anche con l’utilizzo di specie geneticamente modificate, potessero essere eleggibili come CDM, ritenendole una minaccia ai principi della biodiversità, alla sostenibilità ambientale e socio-economica dei progetti.

Il dibattito sui CDM forestali si è protratto per due anni (2001-2003) e si è faticosamente concluso con l’adozione della Decisione 19/CP9 sulle “Modalità e Procedure per le attività di progetto di afforestazione e riforestazione nell’ambito dei meccanismi di sviluppo pulito per il primo periodo d’impegno del Protocollo di Kyoto”, i cui dettagli sono riportati nel paragrafo seguente.

¹¹ CAN è una rete internazionale di circa 300 ONG che lavorano congiuntamente al fine di promuovere azioni a livello governativo ed individuale al fine di limitare i cambiamenti climatici indotti dall’uomo, e di riportare questi cambiamenti ai livelli ecologicamente sostenibili.

3.2. Modalità e Procedure per la realizzazione dei progetti A/R CDM (Decisione 19/CP9)

La decisione 19/CP9 costituisce il testo base per l'attuazione dei progetti CDM forestali. Questa è composta da 10 sezioni e quattro allegati (Tabella 5).

Tabella 5 – Contenuti della decisione sulle modalità e procedure per la realizzazione dei progetti A/R CDM

<i>Sezioni</i>	<i>Contenuti</i>
A	Definizione dei termini
B	Ruolo della conferenza delle parti agente come assemblea delle parti del Protocollo di Kyoto;
C	Ruolo del Comitato Esecutivo (Executive Board)
D	Criteri di accreditamento delle Organismi Operativi Designati (<i>Designated Operational Entities</i> - DOE) alla valutazione dei progetti;
E	Ruolo degli Organismi Operativi
F	Requisiti dei partecipanti
G	Procedure di Convalida e Registrazione.
H	Procedure di monitoraggio
I	Procedure di verifica e certificazione
J	Emissione dei crediti temporanei tCER e lCER
K	Risoluzione della questione della non-permanenza dei progetti A/R CDM
<i>Appendici</i>	<i>Contenuti</i>
A	Standard per la designazione delle DOE in relazione dei progetti A/R CDM
B	<i>Project Design Document</i> – PDD (Documento di Progetto)
C	Termini di riferimento per stabilire le linee guida sulle metodologie per la determinazione della <i>baseline</i>
D	Requisiti aggiuntivi per il registro del CDM riguardo ai progetti A/R

3.2.1. Definizioni

Prima di entrare nel dettaglio delle regole stabilite, è bene riportare le definizioni dei termini utilizzati dalla decisione, come riportati Sezione A della decisione stessa:

Pool di carbonio (“*carbon pools*”): rappresentano i compartimenti che dovranno essere presi in considerazione per il calcolo del carbonio assorbito dal progetto; questi sono:

- biomassa aerea (o epigea);
- biomassa ipogea;
- lettiera;
- necromassa legnosa;
- carbonio organico nel suolo.

Confini di progetto (“*Project boundaries*”): sono quelli che delineano geograficamente le aree in cui vengono realizzate le attività di afforestazione e riforestazione e che perciò sono sotto il diretto controllo dei partecipanti al progetto. Le attività di progetto possono essere distribuite su più porzioni distinte di territorio.

Assorbimento netto di gas serra da parte dei sinks nella baseline (“*Baseline net greenhouse gas removals by sinks*”, da qui in poi chiamata *baseline*): è la somma dei cambiamenti degli stock di carbonio nei pool considerati all’interno dei confini di progetto che avrebbero avuto luogo in assenza delle attività di afforestazione e riforestazione del progetto CDM.

Assorbimenti effettivi netti di gas serra da parte dei sinks (“*Actual net greenhouse gas removals by sinks*”): è la somma dei cambiamenti verificabili di stock di carbonio nei pool considerati, all’interno dei confini di progetto, al netto dell’aumento di emissioni di gas serra (misurate in CO₂ equivalenti), come risultato delle attività del progetto A/R CDM.

Leakage: è l’aumento delle emissioni di gas serra che hanno luogo al di fuori dei confini di progetto che sono misurabili ed attribuibili alle attività A/R CDM.

Assorbimenti antropici netti dei gas serra da parte dei sinks (“*Net anthropogenic greenhouse gas removals by sinks*”): sono gli assorbimenti effettivi netti di gas serra da parte dei *sinks*, meno la *baseline* e *leakage*:

Assorbimenti antropici netti = [Assorbimenti effettivi netti – (*baseline+leakage*)]

In base alla quantità degli assorbimenti antropici netti (misurato in tonnellate di CO₂ equivalenti) verificati verranno emessi i crediti di carbonio (tCER o ICER) generati dal progetto.

CDM di afforestazione e riforestazione di Piccola Scala (“Small-scale A/R CDM projects”): sono quei progetti il cui assorbimento netto antropico stimato sia minore di 8 chilotonnellate di CO₂ all’anno (KtCO₂eq anno⁻¹) che sono sviluppati o realizzati da comunità o individui che si trovano in condizioni di povertà. Se un progetto di Piccola scala supera, al momento del monitoraggio, la quantità di 8 KtCO₂eq anno⁻¹, l’eccesso degli assorbimenti non sarà eleggibile per l’emissione di crediti di carbonio.

3.2.2. Criteri d’eleggibilità

Secondo i principi stabiliti dagli accordi di Marrakesh (Decisione 17/CP7) e dalla decisione di Milano (19/CP9), i progetti devono rispettare delle regole precise per essere registrati come CDM dal Comitato Esecutivo.

Solo aree che non sono coperte da foresta dal 31 dicembre 1989 possono considerarsi eleggibili per progetti di A/R ed i Paesi *Annex I* potranno utilizzare i CERs generati da questi progetti solo fino ad un tetto massimo del 1% delle emissioni al 1990 del Paese stesso. Solo i progetti iniziati dopo il 2000 possono essere eleggibili come CDM

Per realizzare un progetto i Partecipanti devono rispettare i seguenti requisiti:

- La partecipazione al progetto deve essere volontaria
- Le parti che partecipano al CDM devono aver designato un’Autorità Nazionale per i CDM (*Designated National Authority – DNA*)
- Ambedue i Paesi coinvolti (dell’*Annex I* e *non-Annex I*) devono aver ratificato il Protocollo di Kyoto.

Inoltre il paese che ospita il progetto deve aver selezionato e comunicato la definizione di foresta al Comitato Esecutivo attraverso la sua DNA, scegliendo:

- Un valore di copertura minima delle chiome tra il 10 e il 30 %
- Un valore minimo di superficie tra 0,05 ha e 1 ha

- Un valore minimo di altezza compreso tra i 2 e i 5 m.

I progetti devono essere in linea con gli obiettivi di sviluppo sostenibile definiti dai governi che li ospitano, e devono contribuire alla conservazione della biodiversità e all'uso sostenibile delle risorse naturali.

3.2.3. *Periodo di credito*

I progetti devono sequestrare carbonio dall'atmosfera in maniera reale, misurabile, e devono essere verificati da una terza parte accreditata (DOE). Lo stock di carbonio generato dal progetto deve essere assicurato per un periodo prestabilito (periodo di credito), e qualsiasi emissione causata dalle attività di progetto deve essere misurata e scontata dagli assorbimenti di gas serra da parte progetto.

I partecipanti nel selezionare il periodo di credito per le attività, devono scegliere una delle seguenti alternative:

- Periodo di credito rinnovabile: periodo massimo di 20 anni rinnovabile per due volte (durata massima 60 anni) o
- Periodo di credito fisso: periodo massimo di 30 anni (non rinnovabile).

Durante questo periodo, dovranno essere presi in considerazione tutti e cinque i pool di carbonio sopra riportati; i partecipanti al progetto possono scegliere di non includere nel calcolo uno o più pool di carbonio solo se forniscono prove trasparenti e verificabili che questo pool non costituisce una fonte d'emissioni.

3.2.4. *Addizionalità, baseline e leakage*

Il concetto di **addizionalità** è riassunto nel paragrafo 12(d) della decisione, il quale così recita: “Le attività di afforestazione e riforestazione proposte nell'ambito del CDM sono addizionali se gli assorbimenti effettivi netti di gas serra da parte dei sinks sono maggiori della somma dei cambiamenti in stock di carbonio nei pool di carbonio all'interno dei confini di progetto, i quali avrebbero avuto luogo in assenza del progetto di afforestazione e riforestazione registrato come CDM.” In altre parole il carbonio assorbito dal progetto deve essere addizionale rispetto a quello che comunque sarebbe stato sequestrato in assenza del progetto (*baseline*). Inoltre, nel rispetto del principio di addizionalità alla base della Convenzione stessa, i fondi per

la realizzazione dei progetti non possono provenire dalla diversione dei fondi ufficiali per la cooperazione (Official Development Assistance - ODA).

Nel definire la **baseline** i Partecipanti al progetto dovranno utilizzare uno dei seguenti approcci¹²:

- a. Cambiamenti di stock esistenti o passati.
- b. Calcolo dei cambiamenti di stock di un uso del territorio che rappresenta un'alternativa economica vantaggiosa, tenendo in considerazione le barriere per gli investimenti.
- c. Calcolo dei cambiamenti di stock di un uso del suolo probabile al momento dell'inizio del progetto

Nel caso non vi siano già approvate delle metodologie appropriate per la determinazione della *baseline*, i partecipanti dovranno sviluppare delle metodologie specifiche e presentarle per approvazione al Comitato Esecutivo, seguendo le linee guida stabilite dal Comitato stesso.

Ogni progetto dovrà inoltre includere nel calcolo dei crediti di carbonio l'incremento delle emissioni al di fuori dei confini del progetto attribuibili al progetto stesso (*leakage*).

3.2.5. Non permanenza

Per la natura stessa di questi progetti, il carbonio accumulato nella biomassa è considerato temporaneo (concetto di **non permanenza**) poiché può essere rilasciato nell'atmosfera a seguito di disturbi antropici o naturali (tagli, incendi, fitopatologie, insetti ecc), pertanto i crediti di carbonio generabili dai progetti A/R CDM sono temporanei, rispetto ai progetti energetici che generano crediti permanenti, e possono essere di due tipi: tCER o ICER.

- tCER (temporary Certified Emission Reduction) – Riduzioni delle Emissioni Certificate temporanee: scadono nel periodo di impegno successivo a quello durante il quale sono stati emessi.

¹² Cfr. Par. 22 della Dec 19/CP9

- ICER (Long Term CER) – Riduzioni delle Emissioni Certificate a lungo termine: scadono alla fine del periodo di credito prescelto.

I partecipanti dovranno quindi decidere la tipologia di CER che il progetto emetterà al momento della registrazione.

La modalità di sostituzione dei crediti scaduti varia a seconda dell'opzione scelta (Figura 2):

- Per sostituire un ICER scaduto il Paese dell'*Annex I* dovrà trasferire un credito AAU, CER, ERU, RMU o ICER (derivante dalla medesima attività di progetto), entro 30 giorni dalla scadenza.
- Per sostituire un tCER scaduto il Paese *Annex I* dovrà trasferire un AAU, CER, ERU, RMU o un altro tCER entro il periodo d'impegno successivo a quello dell'emissione.

Il 2% dei crediti di carbonio generati dai progetti CDM saranno collocati in un fondo per contribuire ai costi d'adattamento delle nazioni più vulnerabili agli effetti dei cambiamenti climatici. Inoltre le spese d'amministrazione e gestione saranno a carico dei partecipanti stessi.

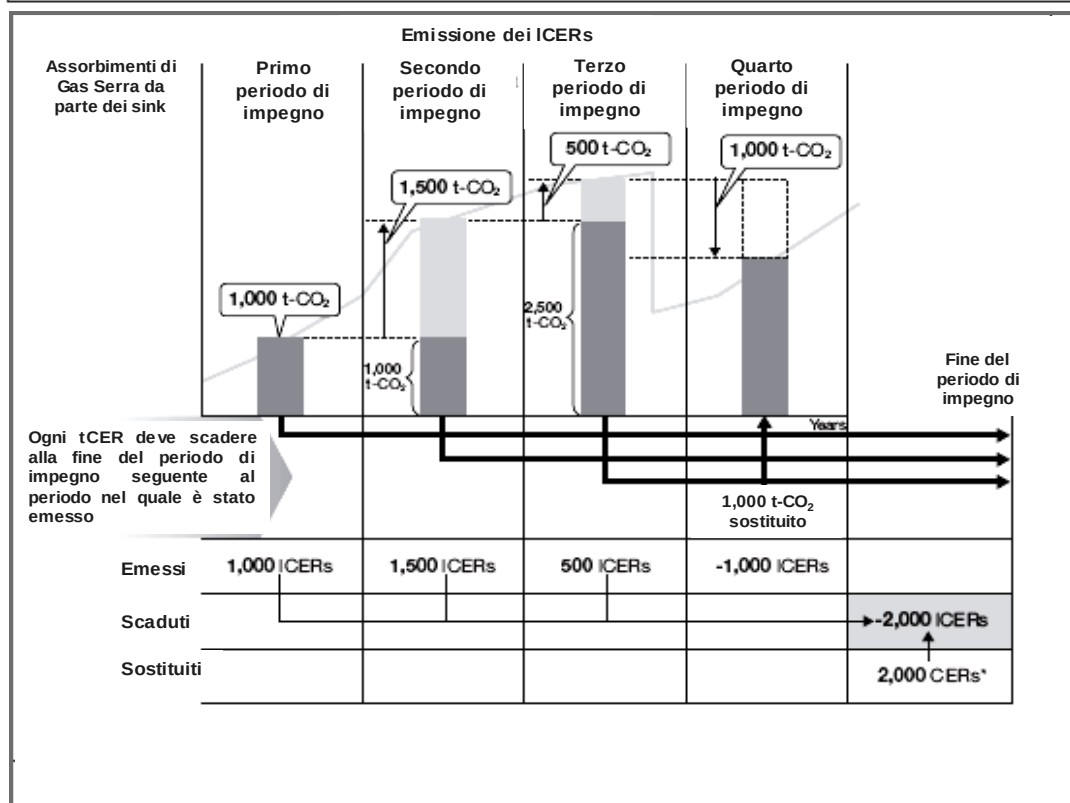
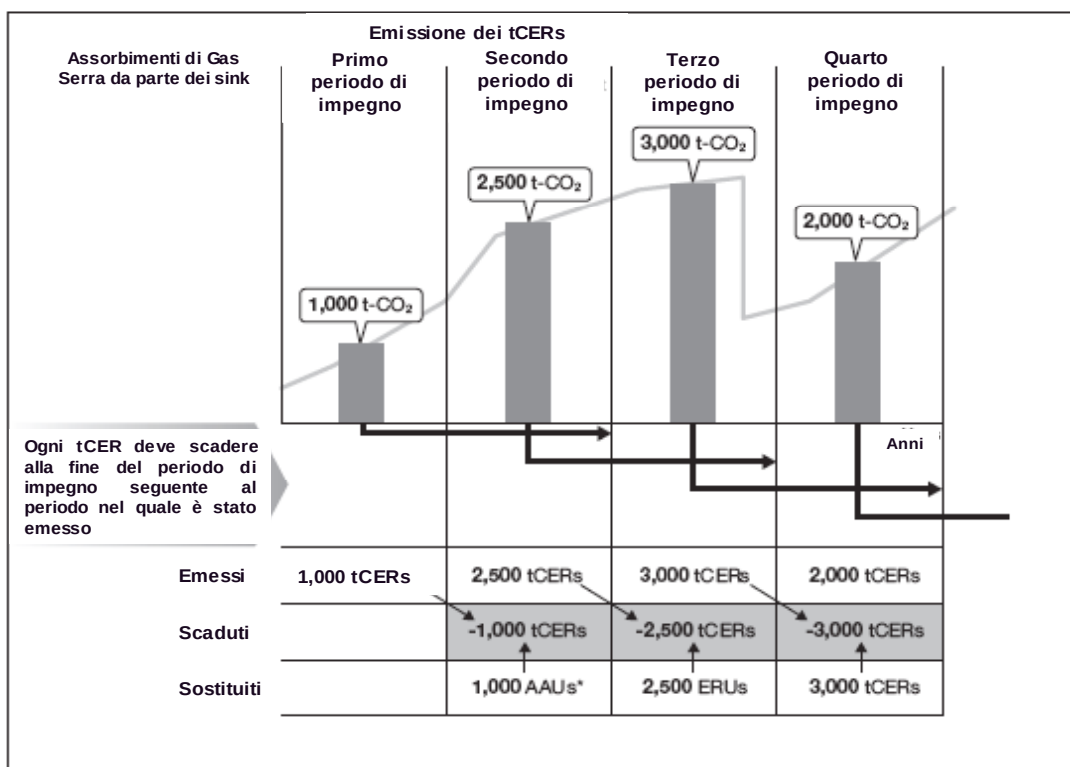


Figura 2 - Modalità di sostituzione dei crediti scaduti (tradotto da MOE Japan 2005)

3.2.6. Monitoraggio

I partecipanti al progetto dovranno includere nel PDD un piano di monitoraggio che contenga istruzioni su:

- a) La raccolta e l'archiviazione dei dati necessari per stimare o misurare gli assorbimenti effettivi netti, specificando le tecniche di campionamento e di misurazione di ogni pool di carbonio selezionato e delle emissioni tenute in considerazione. Queste metodologie devono riflettere i principi e i criteri comunemente accettati d'inventario forestale
- b) La raccolta e l'archiviazione dei dati necessari per stimare o misurare la *baseline*
- c) L'identificazione di tutte le fonti potenziali di *leakage* e descrivere come verranno raccolti e archiviati i dati relativi durante tutto il periodo di credito
- d) La raccolta e l'archiviazione dei dati necessari per il monitoraggio delle misure di mitigazione degli impatti ambientali e socio-economici generati dal progetto¹³
- e) La raccolta delle informazioni, trasparenti e verificabili, per la dimostrazione che la scelta dell'approccio di *baseline* non aumenti gli assorbimenti antropici netti dei gas serra da parte del progetto
- f) Il monitoraggio delle variazioni delle circostanze che possono modificare il titolo legale della terra e i diritti di accesso al carbonio sequestrato nei siti del progetto
- g) Il piano di controllo di qualità del monitoraggio (*Quality Assurance/Quality Control plan*)
- h) Le procedure per il calcolo periodico degli assorbimenti antropici netti, la documentazione su tutti i passi necessari per tale calcolo e per la revisione periodica delle attività di progetto e delle misure per minimizzare il *leakage*

¹³ Necessaria solo nel caso in cui sia previsto il monitoraggio degli impatti ambientali o/e socio-economici del progetto.

Il piano di monitoraggio contenuto nel PDD dovrà essere basato su una metodologia precedentemente approvata dal Comitato Esecutivo. Nel caso non fosse possibile applicare nessuna delle metodologie approvate, i partecipanti dovranno proporre per l'approvazione una nuova metodologia, che deve rispondere ai seguenti requisiti:

- Un organismo operativo accreditato deve averla definita appropriata per il tipo di attività di progetto proposto
- Deve contenere delle pratiche di monitoraggio appropriate per il tipo di attività proposta
- Deve tenere in considerazione le incertezze relative ai metodi di monitoraggio selezionati

I partecipanti al progetto si dovranno attenere alla metodologia contenuta nel PDD per tutto il periodo di credito. Se nel corso del progetto si vorranno apportare delle modifiche al piano, queste dovranno essere sottoposte alla verifica dell'Organismo Operativo Accreditato, il quale controllerà se le modifiche migliorino l'accuratezza o la completezza delle informazioni del piano di monitoraggio.

3.2.7. Impatti ambientali e socio-economici

Per quanto riguarda gli **impatti socio-economici ed ambientali** causati dal progetto, i partecipanti dovranno compiere un'analisi per l'identificazione di eventuali impatti delle attività pianificate. Se dall'analisi risulta che vi siano degli impatti negativi, i quali sono ritenuti significativi dal Paese ospitante o dai partecipanti stessi, allora questi ultimi dovranno seguire le procedure in materia stabilite dalla nazione che ospita il progetto.

Nel preambolo della decisione viene inoltre riconosciuto che il Paese ospitante debba valutare, in base alle leggi nazionali in vigore, il rischio associato all'uso di specie aliene potenzialmente invasive o di specie geneticamente modificate e che le parti *Annex I* possano scegliere, in base alle leggi nazionali, di utilizzare i crediti generati da progetti che fanno uso di tali specie.

3.2.8. Project Design Document (PDD)

Per registrare un progetto come CDM, i partecipanti dovranno produrre un documento di progetto (Project Design Document –PDD) seguendo le linee guida

fornite dall'Comitato Esecutivo (EB 2005a), secondo le quali il PDD è strutturato in sette sezioni e tre annessi come riportato nel riquadro seguente.

Contenuti del PDD

- A. Descrizione generale del CDM
- B. Applicazione della metodologia per determinare la *baseline*
- C. Applicazione della metodologia per il monitoraggio
- D. Stima dell'assorbimento antropico netto
- E. Valutazione degli impatti ambientali
- F. Valutazione degli impatti socio-economici
- G. Commenti degli attori (popolazioni locali, individui, gruppi o comunità) direttamente e/o indirettamente coinvolti nel progetto.

Allegato 1 – Informazioni riguardanti i partecipanti al progetto (indirizzo, telefono, indirizzo di posta elettronica ecc)

Allegato 2 – Informazioni riguardanti l'utilizzo dei fondi pubblici

Allegato 3 – Informazioni sulla *baseline*

Allegato 4 – Commenti degli attori coinvolti nel progetto

In particolare il PDD dovrà contenere tutte le informazioni su: il sito del progetto (clima, idrologia, flora e fauna); le attività pianificate; la collocazione geografica esatta dei siti (coordinate geografiche); le specie e varietà selezionate; i pool di carbonio selezionati; la proprietà della terra e il diritto di accesso al carbonio sequestrato. Si dovranno inoltre fornire informazioni relative al periodo di credito selezionato, alle metodologie di calcolo e monitoraggio della *baseline* e al piano di monitoraggio del progetto. Le metodologie dovranno seguire il più possibile le raccomandazioni fornite dalla guida dell'IPCC per le attività LULUCF (IPCC 2003). Inoltre si dovranno inserire le analisi degli impatti ambientali e socio-economici e, se ritenuto necessario, la loro valutazione e monitoraggio. Nel PDD i partecipanti dovranno specificare la data della prima verifica, nella quale verranno certificati i crediti. Le verifiche successive avverranno ogni cinque anni a partire dalla prima. Le verifiche non dovranno coincidere sistematicamente con i picchi di sequestro di carbonio del progetto. Infine il PDD dovrà includere i commenti degli attori coinvolti nel progetto (*stakeholders*) con la descrizione di come i commenti sono stati raccolti.

3.2.9. Il ciclo di progetto

Per realizzare un CDM, i partecipanti al progetto dovranno seguire i seguenti passi: formulazione, approvazione delle parti coinvolte, convalida, registrazione, monitoraggio, verifica, certificazione ed emissione dei crediti (Figura 4).

Formulazione

I partecipanti devono preparare un PDD completo in tutte le sue parti. Le metodologie per il calcolo della baseline e del monitoraggio contenute nel PDD dovranno essere basate su metodologie precedentemente approvate dal Comitato Esecutivo. Nel caso non fosse possibile applicare nessuna delle metodologie approvate, i partecipanti dovranno proporre per l'approvazione una nuova metodologia. Questa dovrà essere presentata ad un Organismo operativo accreditato (DOE) selezionato dai partecipanti del progetto, il quale inoltra le metodologie e una bozza del PDD al Comitato Esecutivo per la sua approvazione. Il Comitato Esecutivo dovrà rivedere le metodologie in base ai criteri stabiliti dalla decisione 19/CP9, entro quattro mesi dalla presentazione delle stesse. Una volta approvate le metodologie, si potrà procedere con le fasi successive (Figura 3).

Approvazione delle Parti coinvolte

Le Parti coinvolte nel progetto dovranno, attraverso le loro DNA, presentare una lettera di conferma di partecipazione volontaria al progetto. Il Paese ospitante dovrà inoltre confermare che il progetto assiste il Paese al raggiungimento degli obiettivi di sviluppo sostenibile.

Convalida

La DOE selezionata, revisionerà il PDD e dopo aver dato l'opportunità ad un pubblico commento, decide se convalidare o no il progetto.

Registrazione

Se il progetto è convalidato passerà al Comitato Esecutivo per la registrazione ufficiale, a meno che un partecipante al progetto o almeno tre membri del Comitato esecutivo non richiedano una revisione del progetto stesso. La registrazione è ritenuta definitiva dopo otto settimane.

Monitoraggio

Una volta che il progetto è in corso i partecipanti devono monitorare il suo andamento. Il monitoraggio deve seguire la metodologia stabilita nel documento di progetto. I partecipanti inoltre devono preparare un rapporto di monitoraggio all'Organismo Operativo includendo una stima dei CERs generati dal progetto.

Verifica

La procedura di verifica è una revisione periodica indipendente a posteriori dei crediti di carbonio misurati seguendo il sistema di monitoraggio. Questa viene effettuata da un Organismo Operativo accreditato che, onde evitare conflitti d'interessi, sarà diverso da quello che ha convalidato il progetto. La prima verifica avverrà alla data selezionata dai partecipanti al progetto, mentre le seguenti verifiche avranno luogo con scadenza quinquennale partendo dalla prima.

L'Organismo Operativo dovrà rendere pubblico il rapporto di monitoraggio redatto dai partecipanti ed inoltre dovrà effettuare un dettagliato controllo della documentazione fornita, che potrebbe includere anche una visita al sito (i dettagli del processo di verifica e certificazione sono specificati nella sezione F della decisione 19/CP9).

Certificazione ed emissione

Dopo la verifica, l'Organismo operativo fornirà un rapporto di verifica e, nel caso tutto risulti essere conforme, *certificherà* i CERs. Dopo quindici giorni (tempo utile per presentare ricorso sia da parte dei partecipanti che da almeno tre membri del Comitato Esecutivo) il Comitato Esecutivo *emetterà* i CERs.

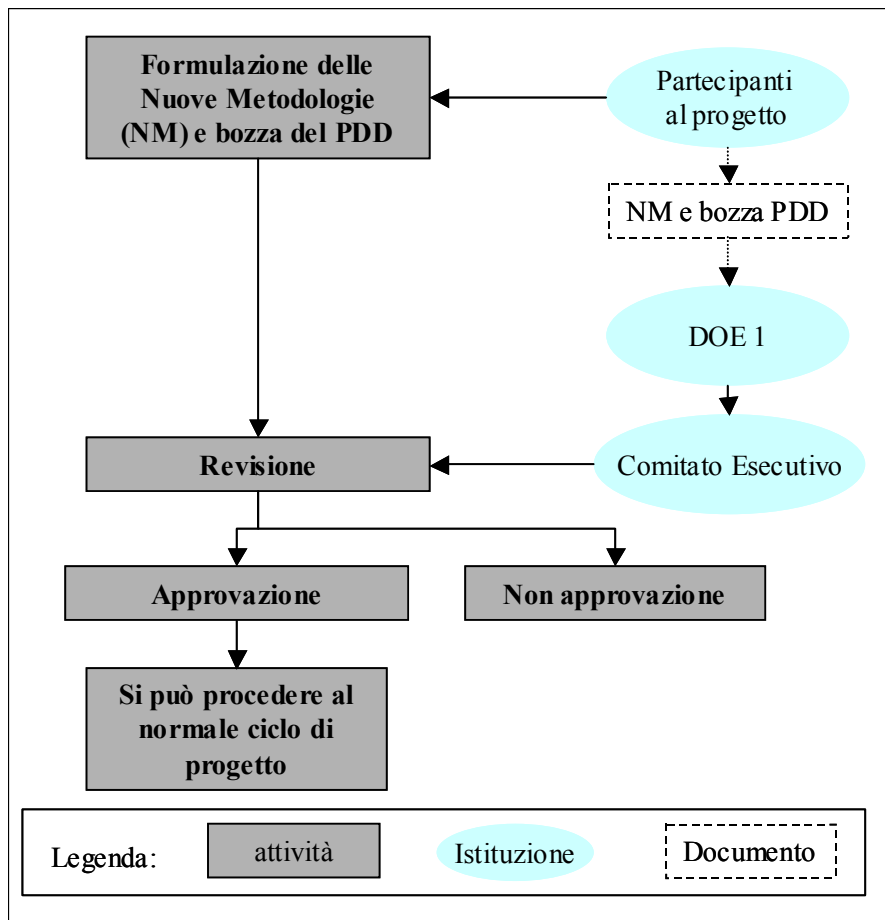


Figura 3 – Procedura per la presentazione di nuove metodologie (NM)

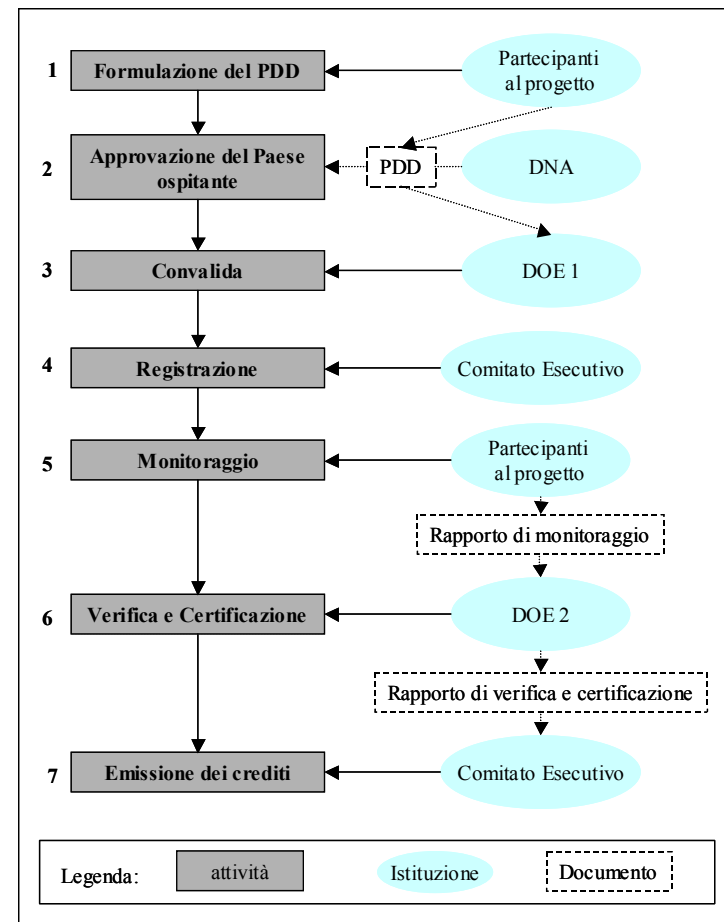


Figura 4 – Ciclo di progetto CDM

3.3. Approccio sinergico tra le Convenzioni di Rio

Le Convenzioni adottate dopo il summit di Rio del 1992 (Convenzione per la Lotta alla Desertificazione - UNCCD, Convenzione Quadro sui Cambiamenti Climatici - UNFCCC, Convenzione sulla Biodiversità - CBD), pur occupandosi di settori diversi, condividono una comune preoccupazione per molte problematiche ambientali e di sviluppo sostenibile. Negli ultimi tempi è aumentata l'attenzione per le relazioni che intercorrono tra le varie Convenzioni, riconoscendo la funzione sinergica fondamentale che le foreste svolgono a tale proposito. Protezione del suolo, regimentazione delle acque, valore ricreativo, conservazione della biodiversità (circa il 50% della biodiversità mondiale è contenuto nelle foreste), assorbimento ed accumulo del carbonio sono solo alcune delle importanti funzioni riconosciute alle foreste, pertanto sono di centrale importanza la loro gestione sostenibile, la protezione e la sollecitazione di politiche forestali più appropriate¹⁴.

Le misure di mitigazione proposte dagli articoli 3.3 (afforestazione, Riforestazione e deforestazione) e 3.4 (attività addizionali) possono avere effetti positivi o negativi sulla conservazione della biodiversità. Difficilmente si può definire quali siano le attività prese in considerazione dalla Convenzione UNFCCC e dal suo Protocollo, chiaramente positive o negative per la biodiversità, poiché gli impatti dipendono prevalentemente dai seguenti fattori (Herold A. 2001):

- Selezione e le pratiche all'interno delle attività
- Scelte di gestione
- Condizioni biologiche e fisiche del posto dove le attività hanno luogo
- Condizioni socio-economiche della regione dove vengono fatte le attività

Il Protocollo di Kyoto e le relative decisioni, pur riconoscendo i principi di conservazione della biodiversità, non definiscono delle regole precise per perseguirla, lasciando comunque delle ambiguità sull'effettiva non eleggibilità

¹⁴ Workshop on Forests and Forest Ecosystems: promoting synergy in the implementation of the three Rio conventions Organized by UNCCD and CBD secretariats, in cooperation with UNFCCC secretariat 5-7 Aprile, 2004 Viterbo.

d'attività che contravvengano i principi stabiliti dalla CBD o dall'UNCCD. Basti ricordare che nella decisione 19/CP.9 le specie dannose dal punto di vista della biodiversità (specie forestali geneticamente modificate o esotiche invasive) non vengono a priori bandite dai CDM ma si riconosce che il Paese ospitante il progetto valuti, in base alle leggi nazionali vigenti, i rischi associati all'uso di specie esotiche potenzialmente invasive o geneticamente modificate utilizzate per attività di A/R CDM, e che le Parti *Annex I* valutino, sempre in accordo con le proprie leggi nazionali, l'uso di tCER o ICER derivanti da tali attività. La sovranità degli stati non è intaccata ma la valutazione viene demandata alle leggi nazionali, che non sempre includono direttive a riguardo, soprattutto nel caso dei Paesi in via di sviluppo che ospitano il progetto.

Tuttavia i progetti CDM forestali possono potenzialmente costituire un valido strumento per l'attuazione di obiettivi sinergici tra le tre Convenzioni se si utilizza un corretto approccio integrato. Il rimboschimento d'aree degradate può generare notevoli benefici sia dal punto di vista della biodiversità che per la lotta alla desertificazione. Se le attività di riforestazione hanno luogo in aree degradate a causa di uno sfruttamento non sostenibile, queste generano impatti positivi soprattutto per quanto riguarda la diversità biologica e la lotta alla desertificazione (quest'ultima principalmente in zone aride). Generalmente si assiste (nel lungo periodo) ad un sostanziale aumento di sostanza organica nel suolo (IPCC 2000b) ed ad una diminuzione dei fenomeni erosivi nel medio periodo.

In molti casi l'impianto di specie a ciclo breve per la produzione di legna da ardere può avere delle esternalità positive riducendo la pressione sulle foreste naturali, specialmente nelle regioni aride (Kanowski et al., 1992 nell'IPCC 2000b).

D'altro canto la conversione di aree non forestate in foresta (come nel caso dei A/R CDM) non sempre ha dei risultati positivi a livello di ecosistema, soprattutto se queste hanno luogo in biomi differenti da quelli forestali (Herold, A. et al. 2001 e SCBD, 2003). Ad esempio, in Sud Africa, l'espansione di piantagioni di eucalipto e pino nelle zone di savana aperta hanno portato ad un significativo declino dell'avifauna di prateria, incluse specie endemiche in via di estinzione (Allen et al. 1997). Monocolture su larga scala con specie esotiche possono avere effetti negativi sull'ambiente. Generalmente queste presentano una ricchezza ridotta di flora e fauna rispetto ai boschi naturali. L'elevata copertura del suolo delle chiome può impedire

l'ingresso di specie endemiche di sottobosco e limitare lo sviluppo d'altre forme di vita (Hill et Al., 1989). Inoltre la gestione stessa di questa tipologia di piantagioni (tagli a breve turno) limita lo sviluppo d'importanti habitat legati alla presenza di necromassa presenti invece nelle foreste naturali (Bull et al., 1997).

Alcune specie esotiche possono presentare inoltre delle attitudini invasive, rimpiazzando in molti casi specie native meno competitive, modificando di conseguenza gli equilibri dell'ambiente originario.

Sebbene gli impatti positivi dei progetti sinergici possano essere numerosi, la massimizzazione di tutti gli obiettivi proposti non è sempre possibile. Spesso le comunità locali prediligono specie esotiche che garantiscono tassi di crescita (e quindi maggior produzione di legname e di crediti di carbonio) più elevati rispetto a quelle native, contravvenendo agli obiettivi di conservazione della biodiversità locale; il rimboschimento in aree altamente degradate, non garantisce alti tassi di accrescimento, diminuendo così il potenziale di assorbimento di carbonio dall'atmosfera. Questi sono solo alcuni degli elementi che si devono considerare nella pianificazione di tali progetti. Molto dipende dalle circostanze locali e dai rapporti tra le necessità delle popolazioni del luogo, e dagli attesi benefici ambientali, che non sempre convergono.

4. Casi studio

Al fine di analizzare i differenti aspetti del CDM forestale, sono stati scelti come casi studio tre progetti, sui cinque seguiti durante il corso del dottorato:

- *Afforestazione per combattere la desertificazione nella contea di Aohan –Cina del Nord*
- *Afforestazione per combattere la desertificazione nella provincia di Santiago del Estero –Argentina*
- *Rigenerazione naturale assistita su terreni degradati in Albania*

I criteri che hanno portato alla scelta dei casi studio sono:

- La rappresentatività di realtà territoriali diverse
- L'obiettivo comune di recupero di aree degradate con la partecipazione attiva delle comunità coinvolte
- Lo stato avanzato della preparazione dei documenti di progetto

I primi due progetti sono finanziati direttamente dall'Italia, allo scopo di acquistare crediti di carbonio generati dalle attività di rimboschimento. L'ultimo (Albania) è invece un progetto *BioCarbon Fund*, finanziato dalla Banca Mondiale.

In questo capitolo si cercherà di inquadrare in maniera generale i progetti, e di fornire un breve riassunto delle loro caratteristiche come descritte nella sezione A del PDD.

Nella compilazione dei documenti di progetto hanno collaborato esperti internazionali e locali (Tabella 6). Il mio ruolo è stato quello di coordinare il lavoro degli esperti, al fine di compilare la documentazione richiesta per la registrazione del progetto al Comitato Esecutivo per il CDM (PDD, metodologie di baseline e di monitoraggio). La partecipazione attiva di esperti e istituzioni locali ha costituito un aspetto importante di questi progetti, i quali sono volti non solo alla generazione di crediti di carbonio, ma anche alla creazione di capacità per la realizzazione di altri CDM forestali, attraverso un processo di *learning-by-doing*. In questo contesto, l'Università della Tuscia, insieme agli esperti internazionali coinvolti, ha ricoperto un ruolo importante per la trasmissione delle nozioni e tecniche relative al CDM,

applicate, di volta in volta, alle condizioni specifiche del progetto dalle controparti locali.

Tabella 6 – Esperti locali, internazionali ed istituzioni coinvolte nella stesura dei documenti di progetto

Argentina	
Esperti coinvolti nella stesura dei documenti	Organizzazione d'appartenenza
J. Marcelo Navall	National Institute for Agricultural Technologies (INTA), Argentina
Mauricio Ewens	Catholic University of Santiago del Estero (UCSE), Argentina
Sonia Ramirez	GADE, Organizzazione Non Governativa, Santiago del Estero, Argentina
Juan Luis Merega	Fondacion del Sur, Organizzazione Non Governativa, Buenos Aires, Argentina
Cina	
Esperti coinvolti nella stesura dei documenti	Organizzazione d'appartenenza
Xiaoquan Zhang	Institute of Forest Ecology and Environment, the Chinese Academy of Forestry, Cina
Jia Xiaoxia	Segretariato della Commissione Nazionale Cinese per la Realizzazione di Programmi per la Lotta alla Desertificazione (CCICCD)
Albania	
Esperti coinvolti nella stesura dei documenti	Organizzazione d'appartenenza/ruolo
Arsen Proko	Esperto forestale locale - Università di Tirana
Thimaq Lako	Esperto forestale locale (libero professionista)
Wojtek Galinski	Consulente internazionale di sequestro del carbonio - Joannum Research, Austria
Dr. Harold Lemel	Consulente internazionale in Sviluppo Sociale e delle comunità rurali (libero professionista)
Vasilios Papanastasis	Consulente internazionale di silvopastoralismo - Università Aristotele, Grecia
Patrick McAuslan	Consulente internazionale legale - Collegio di Londra, Gran Bretagna
Bahri Musabelliu	Esperto locale in Sviluppo Sociale e delle comunità rurali
Ahmet Mehmeti	Esperto locale
Namik Kopliku	Esperto locale GIS – GIS ALBANIA, Albania

4.1. Progetti sinergici del Ministero dell'Ambiente e Tutela del Territorio

Italiano: Cina e Argentina

Sulla base del concetto di sinergia tra le Convenzioni di Rio, il Ministero dell'Ambiente e del Territorio ha finanziato due progetti pilota per la lotta alla desertificazione tramite la realizzazione di progetti CDM forestali in Cina (Aohan County, Inner Mongolia) e Argentina (Colonia el Simbolal, Santiago del Estero). Questi progetti hanno come obiettivo il rimboschimento di 6000 ha (3000 ha in ogni paese) con specie autoctone o naturalizzate, su suoli in cui sono in atto evidenti processi di desertificazione. Queste attività hanno molteplici obiettivi: la mitigazione dei cambiamenti climatici tramite l'assorbimento dell'anidride carbonica dall'atmosfera, lotta alla desertificazione, generazione d'opportunità di lavoro e crescita di una coscienza ambientale, particolarmente tra i giovani. L'attivo coinvolgimento dei giovani nelle varie fasi del progetto è una componente molto importante di questi progetti, volta a diffondere i concetti ambientali non solo nel campo della mitigazione dei cambiamenti climatici, ma anche fornendo una prospettiva più ampia delle opportunità che l'ambiente può generare in aree dove il degrado e la desertificazione creano gravi problemi socio-economici ed ambientali alle popolazioni locali. Attualmente i progetti sono in fase di implementazione (la Cina ha già piantato 800 ha e l'Argentina è in procinto di piantare i primi 500 ha agli inizi del 2006). Le metodologie e il PDD del progetto Cinese sono state già presentate al Comitato Esecutivo, mentre la documentazione del progetto argentino è ancora in fase di elaborazione. Ambedue i progetti hanno come agenzie esecutrici le controparti locali: in Cina il progetto è gestito dal Ministero dell'Ambiente attraverso il Segretariato della Commissione Nazionale Cinese per la Realizzazione di Programmi per la Lotta alla Desertificazione (CCICCD) mentre in Argentina il progetto è realizzato da due ONG locali (Gade e Fondation del Sur). In entrambi i casi le agenzie esecutrici si avvalgono d'istituti specializzati nel settore forestale per la stesura della documentazione tecnica (PDD e Metodologie) con l'assistenza continua dell'Università della Tuscia. Il progetto cinese ha demandato la parte tecnica all'Accademia Forestale Cinese, mentre in Argentina i documenti sono stati elaborati dall'Università Cattolica di Santiago del Estero.

4.2. Progetto Cina

Tabella 7 – Progetto cinese: scheda riassuntiva

Titolo: Afforestazione per combattere la desertificazione nella contea di Aohan –Cina del Nord	
Agenzia esecutrice	Segretariato della Commissione Nazionale Cinese per la Realizzazione di Programmi per la Lotta alla Desertificazione (CCICCD)
Altri Partecipanti	Partners cinesi: lega giovanile di Aohan, Associazione delle Donne della Contea, Ufficio forestale di Aohan, Chifeng, Divisione forestale a livello di contea e provinciale, Ufficio forestale di Chifeng, Accademia Cinese di Scienze Forestali, Istituto di Ricerca forestale di Chifeng. Partners italiani: Ministero dell'Ambiente e del Territorio e Università della Tuscia (Viterbo)
Collocazione geografica	La contea di Aohan è situata nella provincia della Mongolia Interna, tra 41°42'-43°02'N e 119°30'-120°53' E, ai confini con il deserto di Kerqin
Descrizione del sito	La contea si colloca in una zona temperata, e presenta delle caratteristiche continentali semiaride, con una diminuzione dell'aridità da sud verso nord. La temperatura media annua è di 7,5° C, con estremi massimi e minimi rispettivamente di 39.7° C e -30° C. La precipitazione media annua dell'area varia tra 310 e 400 mm, diminuendo da sud a nord, concentrata tra luglio e settembre. Nell'area si trovano 200.000 ha di terreni sottoposti a forti fenomeni erosivi. La zona è sottoposta a desertificazione dovuta all'erosione eolica legata a fattori climatici sfavorevoli e a suoli sabbiosi. A causa di questo le popolazioni locali vivono ben al di sotto dei limiti di povertà.
Attività di progetto	Verranno piantati 3000 ha con un sistema di Agroforestry. Le specie piantate sono il Pioppo (Cheng poplar No. 34 e 36) con un arbusto per la produzione di foraggio <i>Hedysarum mongolicum</i> . Durante i primi tre anni dall'impianto saranno piantate delle colture annuali negli interfilari quali: miglio, piselli e mais.
Beneficiari del progetto	Il progetto coinvolge nove aziende forestali dello stato per un totale di 2.311 abitanti di cui il 95,3% (2.201 abitanti) sono agricoltori.
Carbonio sequestrato nei primi 20 anni	I crediti di carbonio generabili dal progetto (ICERs), ammontano a 293.974tCO ₂ eq, con un tasso annuo di sequestro di carbonio ad ettaro pari a 4,89 tCO ₂ eq ha ⁻¹ anno ⁻¹ .

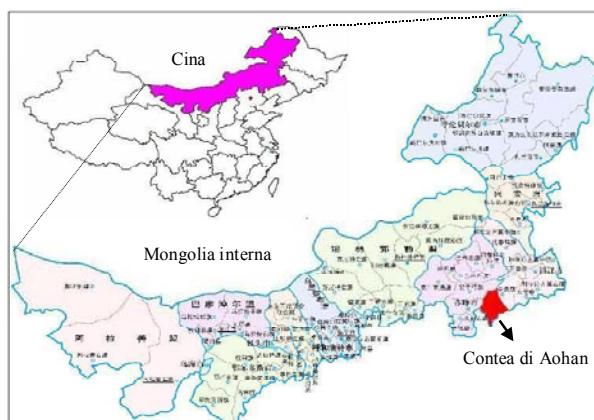


Figura 5 – Localizzazione dell’area del progetto



Figura 6 – Sito di Progetto



Figura 7 – Attività d’impianto



Figura 8 – Esempio del sistema agroforestale utilizzato a due anni dall’impianto, applicato ad un sito di simili condizioni

4.2.1. Descrizione dell'area

Il progetto di A/R CDM in corso di svolgimento in Cina, è localizzato nella contea di Aohan (41° 42'-43 ° 02' N; 119 ° 30'-120 ° 53'E) nella parte sud del deserto Kerqin nella regione autonoma della Mongolia interna. L'area ha un'estensione di 176 Km sud-nord, e una larghezza di 122 Km est-ovest con una superficie totale pari a 8300 Km². Questa confina ad est con la contea di Naiman, a nord con la contea di Wengniute e il distretto di Songshan, ad ovest con la contea di Jianping e la provincia di Liaoning, infine a sud con le città di Beipiao appartenete alla provincia di Liaoning.

La conformazione topografica, procedendo da sud a nord, comprende montagne basse e colline. L'altitudine nella parte sud è di circa 200 m s.l.m e il territorio è soggetto ad erosione, accentuata dai ripidi pendii presenti e del basso grado di copertura vegetale. Nella parte centrale, ad un'altitudine è di 500-600 m s.l.m, sono localizzate colline di *loess*, che presentano un altezza di 150 m. Questa area è caratterizzata da profonde scanalature del terreno a causa dall'erosione eolica. La parte nord, è dominata da *loess mound*, con dune fisse, semi-fisse e mobili. La loro altezza è inferiore ai 100 m, mentre l'altitudine della zona è di 400 m s.l.m. Le dune sabbiose sono presenti nella parte nord-ovest e sud-est dell'area. In questa zona l'erosione eolica è molto accentuata, inoltre ci sono piani alluvionali a differenti altezze tra i fiumi Laoha, Mengke e Jiaolai.

L'area del progetto ricade nella zona arida temperata, caratterizzata da clima tipicamente continentale semiarido, con un aridità decrescente da sud verso nord. La temperatura media annua è di 7,5 °C, con massimi e minimi rispettivamente di 39,7°C e -30°C. La precipitazione media annua è di 310-400 mm ed è concentrata principalmente in estate (luglio-settembre), con una diminuzione da sud verso nord. L'evaporazione annua è di 2750-3020 mm, circa 6-8 volte la precipitazione annua. Ci sono 143 giorni di ghiaccio o, in alternativa, 130 giorni senza ghiaccio. La velocità media del vento è di 4 m/s, e molti dei venti forti sono concentrati tra aprile e maggio, con una velocità istantanea del vento di 30 m/s.

Tabella 8 – Dati meteorologici della contea di Aohan dal 1957 al 2000

Anni	Precipitazioni medie annuali (mm)	Umidità media annuale (%)	Velocità media del vento (m/s)	Evaporazione media annua (mm)	Numero medio sopra lo zero (giorni)
1957- 1960	373,0	57	4,2	2368,0	143
1961- 1970	419,3	49	4,7	2635,2	143
1971- 1980	410,8	50	5,0	2498,7	147
1981- 1990	438,3	49	4,2	2417,4	147
1991- 2000	452,5	52	3,7	2147,1	148

Sopralluoghi effettuati per conto della contea di Aohan nel 1985 hanno rilevato la presenza di 4 differenti tipi di suolo: *Brown soil*, *Cinnamon*, *Chestnut soil* e *Aeolian soil* (Secondo la *Genetic Soil Classification of China – GSCC*). I *Brown soil* e i *Cinnamon*, sono distribuiti nella parte sud della contea e presentano uno spessore che varia da 20 a 100 cm. Il pH è di 7-7,5, mentre il contenuto di sostanza organica è di circa il 2% per i *Brown soil* e di 1,5 % per i *Cinnamon*. I *Chestnut soil*, sviluppatasi da loess, sono distribuiti nella parte centrale della contea e caratterizzati dalla presenza della falda acquifera a 20 m di profondità. Presentano un pH di 7,5-8 e un contenuto di sostanza organica inferiore all'1,2%. Gli *Aeolian soil*, presentano il limite della falda a 10 m di profondità, un pH di 8-8,5 e un contenuto di sostanza organica è di 0,1-0,8%.

La vegetazione presente nella contea di Aohan ricade nella categoria delle praterie eurasiatiche, con un'apparente variazione vegetazionale da sud a nord. Nella parte sud sono presenti alcune foreste secondarie sulle montagne del Daheishan, con specie dominanti quali *Betula platyphylla* e *Tilapia*. Altre formazioni vegetazionali sono composte da arbusti e formazioni erbacee di *David ostryopsis*, *Willowlead spiraea*, *Stipa cavillata* etc., con una copertura delle chiome del 15%. I rimboschimenti presenti in questa area (composti da *Pinus tabulaeformis*, *Pinus sylvestris* var. *mongolica*, *Larix principis-rupprechtii*, *Prunus armeniaca*, *Hippophae rhamnoides*, *populus spp.*) sono stati fatti principalmente a scopo protettivo per la

conservazione del suolo e dell'acqua. La vegetazione naturale nella parte centrale della contea è composta da piante della genere *Populus* (lungo il corso dei fiumi), *Lespedeza spp.*, licorice degli urali, timo della mongolia e alcune graminacee annuali con una copertura inferiore al 10%. La vegetazione artificiale include piantagioni di *Populus spp.*, *P armeniaca*, *H rhamnoides* con finalità di conservazione di acqua e suolo, come frangivento e per la fissazione delle dune. Nell'area *sandy mound*, presente nella parte nord della contea, la vegetazione naturale è dominata da xerofille erbacee quali salice giallo, bamboo di montagna etc. La vegetazione artificiale include pioppi e *Pinus sylvestris var. mongolica* con lo scopo di frangivento e per la fissazione delle dune.

Nella contea sono presenti due sistemi idrografici comprendenti cinque fiumi. Il sistema dello Xiliaohe comprende il fiume Laoha, Jiaolai e Mengke. Il sistema Ralinghe comprende invece i fiumi Laohushan e Maoniu. Più di 10 riserve di acqua, di piccole e medie dimensioni (Hongshan e Shanwanzi), sono state costruite lungo il corso di questi fiumi e la loro disponibilità totale di acqua è di circa 1 milione di metri cubi.

La contea comprende inoltre due riserve naturali: il parco nazionale di Daheishan, localizzato nella parte su-est dell'area del progetto, e la riserva naturale *Inner Mongolia Xiaohayuan Wetland and Bird Nature Reserve*, che si trova 20 Km ovest, sud-ovest dall'area del progetto. Nella riserva naturale di Daheishan sono presenti 142 specie di uccelli appartenenti ad 81 generi di 41 famiglie, 19 specie di mammiferi appartenenti a 13 famiglie, 158 specie di insetti appartenenti a 30 famiglie e alcuni rettili. Nella riserva naturale di Xiaohayuan, vi sono 263 specie di piante appartenenti a 169 generi di 56 famiglie e 120 specie di uccelli appartenenti a 37 famiglie.

4.2.2. Titolo legale delle terre e proprietà del carbonio sequestrato

Sulla base della legislazione delle terre della Repubblica Cinese, tutto il territorio cinese appartiene al governo, quindi anche l'area interessata dal progetto di A/R CDM. Le terre interessate dal progetto sono vincolate per propositi forestali sulla base della categoria di uso del suolo stabilita del governo locale e nazionale. Le otto fattorie forestali presenti sono di proprietà dello stato. La possibilità di utilizzare il territorio ai fini del progetto, è stata contrattata con soggetti appartenenti alle fattorie

forestali (denominati agricoltori forestali). Gli agricoltori forestali hanno il diritto di usare ed amministrare queste terre che sono soggette ad un contratto d'uso del suolo per un periodo di 50 anni. Questi possono decidere come utilizzare le terre e sono proprietari del legname e degli altri prodotti (legnosi e non) che ricadono al loro interno. Hanno inoltre il diritto legale di raccogliere e vendere tali prodotti. Queste terre sono normalmente molto povere sotto l'aspetto produttivo, comunque occasionalmente, quando il clima è favorevole (elevate precipitazioni), vengono effettuate delle semine anche se per la maggior parte del tempo rimangono incolte od occasionalmente pascolate. Per promuovere e governare i progetti CDM in Cina, il 31 maggio 2004 il governo ha stabilito misure ad interim per la gestione di tali progetti. Queste misure ad interim sono diventate effettive il 30 giugno 2004. Basandosi su queste disposizioni, il governo permette a tutti gli investitori di effettuare degli investimenti e realizzare progetti CDM purché vengano rispettati i requisiti di base delle disposizioni ad interim.

Il diritto sul carbonio sequestrato appartiene pienamente agli individui (o comunità) che avevano un diritto d'uso su quel territorio precedentemente alle nuove disposizioni. In altre parole le aziende e gli agricoltori forestali hanno pieno diritto d'accesso al carbonio sequestrato. Nello specifico, le aziende e gli agricoltori si divideranno rispettivamente il 70% e il 30 % dei benefici derivanti dal carbonio stoccato.

4.2.3. Tecniche d'impianto

Durante lo svolgimento del progetto, saranno adottate pratiche e tecniche nazionali ed internazionali utilizzate negli ultimi anni relative ai rimboschimenti, ai frangiventi, alla protezione dall'avanzamento delle dune e alla lotta alla desertificazione. Le attività seguono norme e/o standard tecnici nazionali, quali:

- Norme tecniche statali per A/R (GB/ 15776-1995)
- Norme tecniche della Mongolia Interna per i rimboschimenti (DB15T/ 389-2003)
- Norme tecniche statale per la realizzazione di servizi forestali per l'ambiente (GB/T 18337.1-2001, GB/T 18337.2-2001, GB/T 18337.3-2001)
- Norme tecniche statali per la progettazione di rimboschimenti (LY/T 1607-2003)

- Norme tecniche statali per la gestione forestale (GB/T 15781-1995)
- Standards per la qualificazione dei semenzali (GB 6000-1999)
- Tecniche vivaistiche standard

Diverse agenzie provvederanno al supporto tecnico, la consulenza e le linee guida, incluso corsi di formazione e controllo della qualità per la preparazione e il miglioramento delle attività di progetto quali: Inner Mongolia Forestry Bureau, Aohan County Forestry Bureau, Forestry Bureau of Chifeng City, Chifeng Institute of Forestry, the Chinese Academy of Forestry, China State Forestry Administration, China National Committee for Implementing Programmes for Combating Desertification (CCICCD) e l'Università della Tuscia (Viterbo, Italia).

Preparazione del suolo

Per aumentare la sopravvivenza e la crescita degli alberi, sono state sperimentate nell'area di progetto una serie di tecniche per migliorare la loro resistenza all'aridità. Nello specifico, i siti sono soggetti ad aratura lungo file parallele mediante l'uso di una lama trainata da un veicolo cingolato. I filari utilizzati per le piante di pioppo sono larghi 110 cm e profondi 40 cm, quelli utilizzati per *H. mongolicum* sono larghi 80 cm e profondi 30 cm. Dopo l'aratura sono stati scavati sul fondo di ciascun filare buche del diametro di 50 cm e profonde 50 cm per il pioppo e di 40 cm e profonde 40 cm per *H. mongolicum*. Il filare diventa così il punto di confluenza di acqua e materia organica morta, poiché si trova ad un livello inferiore rispetto a entrambi i margini.

Specie e sesti d'impianto

L'impianto verrà effettuato con Pioppo ed un arbusto locale, l'*Hedysarum mongolicum*. Sono stati utilizzati due cloni di pioppo: Pioppo di Chifeng No. 34 e No.36. Questi cloni sono stati creati localmente dall'Istituto Forestale di Chifeng e sono un ibrido tra *Populus simonii* x *P. nigra* var. *italica* selezionato a seguito di lunghi esperimenti a partire dal 1960s. Questo ibrido ha dimostrato buone produttività e capacità di adattamento nell'area che va tra 41°42'-43°02'N e 119°30'-120°53'E. Il materiale per l'impianto è per la maggior parte originario dalle aziende forestali coinvolte nel rimboschimento e solo per una minima parte proviene da aziende limitrofe. In ambedue i casi, le talee di pioppo provengono da piantagioni

locali. I semi di *H. mongolicum* provengono dalle piantagioni presenti nelle aziende forestali locali.

Pioppo e *H. mongolicum* sono piantati con diversi gradi di mescolanza. Sulla base delle condizioni del sito, sono stati stabiliti tre modelli di impianto (Figura 9):

- Modello I: una fila di *H. mongolicum* e due file di pioppo
- Modello II: due file di *H. mongolicum* e due file di pioppo
- Modello III: tre file di *H. mongolicum* e quattro file di pioppo

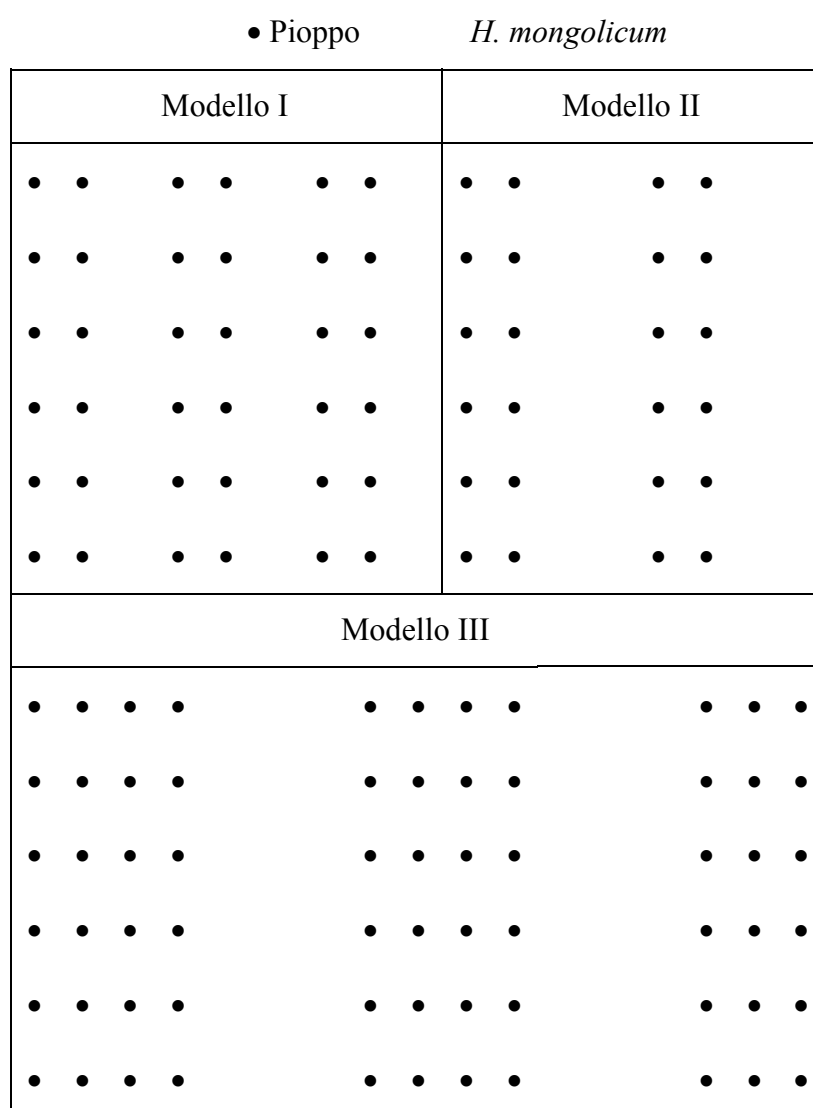


Figura 9 – Progetto Cinese - Sesti d'impianto utilizzati (modelli)

L'esperienza acquisita nell'area del progetto indica che piantagioni pure di pioppo crescono molto lentamente e, ad una certa età, possono addirittura mostrare forti

deperimenti o anche fallire a causa dello stress idrico causato dall'accentuata siccità. Le malattie causate dai patogeni sono un'altra piaga per le piantagioni pure. L'inserimento di arbusti, negli interfilari delle piantagioni di pioppo, migliora la crescita degli stessi e allo stesso tempo apporta benefici quali la protezione dal vento e il mancato avanzamento delle dune grazie alla struttura multistratificata di questa consociazione. Inoltre l'introduzione degli arbusti ha mostrato effetti positivi, portando ad una riduzione degli attacchi di patogeni, rispetto ai rimboschimenti monospecifici di pioppo.

Il rimboschimento è stato effettuato utilizzando i seguenti sesti d'impianto:

- Modello I e II: Pioppo: 2 m x 5 m; *H. mongolicum*: 1,5 x 5 m.
- Modello III: Pioppo: 2 m x 4 m; *H. mongolicum*: 1,5 m x 3 m.

Per assicurare il maggior tasso di sopravvivenza e crescita durante i primi stadi, le infestanti saranno rimosse manualmente due volte all'anno (giugno-agosto), per i primi tre anni dall'impianto (2006-2008), al fine di mantenere una superficie pulita fino a 1,5 m di distanza da ogni filare. Durante i primi tre anni verrà introdotta negli interfilari una coltura intercalare annuale, provvedendo così a fornire un prodotto ulteriore per gli agricoltori forestali. Le colture intercalari sono importanti soprattutto nel periodo iniziale, quando il carbonio e gli altri prodotti che deriveranno dall'impianto non sono ancora disponibili. Le specie maggiormente utilizzate a tale scopo sono: miglio, mais e piselli che vengono piantati nelle stesse proporzioni. Il tasso di sopravvivenza degli alberi sarà controllato e l'eventuale sostituzione delle piante morte sarà effettuata tre mesi dopo l'impianto. Non sarà effettuata nessuna fertilizzazione né agli alberi né alle colture intercalari.

I 3000 ha da rimboschire verranno piantati in due momenti successivi: 855,7 ha nella primavera del 2005, e 2144,3 ha nell'autunno del 2005.

Tabella 9 – Rimboschimento in Cina: tempistica (ha)

	Modello I	Modello II	Modello III	Totale
Primavera 2005	458,3	99,4	298,0	855,7
Autunno 2005	1315,0	739,3	90,0	2144,3
Totale	1773,3	838,7	388,0	3000,0

4.2.4. Gestione forestale

Non sarà effettuato nessun diradamento durante il primo turno del Pioppo. I semi di *H. mongolicum* saranno raccolti annualmente partendo dal quarto anno. *H. mongolicum* sarà ceduto una volta ogni cinque anni per la produzione foraggio. Semi (per la vendita) e foraggio (per gli animali domestici) costituiscono un ulteriore prodotto a disposizione degli agricoltori locali. Il pioppo non sarà utilizzato durante il primo periodo di credito (20 anni).

4.3. Progetto Argentina

Tabella 10 – Progetto argentino: scheda riassuntiva

Titolo: <i>Afforestazione per combattere la desertificazione in Santiago del Estero, Argentina-Gruppi ambientali giovanili</i>	
Agenzia esecutrice	Due ONG argentine si occuperanno dell'implementazione del progetto: Fundación del Sur (FS) e Grupo Ambiental para el Desarrollo (GADE)
Altri Partecipanti	Partners argentini: Università Cattolica di Santiago del Estero (UCSE) e Istituto Nacional Tecnológico Agropecuario (INTA). Partneri Italiani: Ministero dell'Ambiente e Territorio e Università della Tuscia.
Collocazione geografica	La Provincia di Santiago del Estero si colloca nella pianura del Gran Chaco argentino, al nord del paese, una delle aree più povere dell'argentina. Le coordinate geografiche variano da 25° 35' e 30° 41' 20" latitudine sud, e 61 ° 34' e 65° 34' longitudine ovest
Descrizione del sito	La provincia è collocata nella parte della prateria Gran Chaco-Pampiana, conosciuta come "Región Chaqueña". Il clima è prevalentemente subtropicale con stagioni differenziate: la stagione delle piogge (ottobre-marzo) e la stagione secca (aprile-settembre). La precipitazione annua è compresa tra i 750 e i 600 mm, mentre la temperatura media annua si aggira intorno ai 21,5° C con massimi e minimi rispettivamente di 47° C e -5° C Il degrado ambientale della zona è una conseguenza dello sfruttamento agricolo intensivo, del sovrappascolo e dei tagli indiscriminati delle foreste per guadagnare terreno agricolo (nell'ultimo secolo sono stati tagliati nella provincia 9 milioni di ettari di foresta) Date le scarse potenzialità di questi terreni, soggetti a salinizzazione, una volta esaurite le capacità produttive vengono abbandonati e sottoposti a processi di desertificazione. I siti proposti per il rimboschimento si trovano su terreni agricoli salinizzati e abbandonati, a causa di una cattiva gestione del sistema irriguo.
Beneficiari del progetto	Un totale di 200 giovani e 40 agricoltori con le loro famiglie saranno direttamente coinvolti nel progetto
Attività di progetto	Il rimboschimento coprirà 3000 ha e verrà effettuato prevalentemente con algarrobo (<i>Prosopis Alba</i>), una specie endemica azotofissatrice che presenta un alta plasticità e resitenza agli elevati contenuti salini del suolo. I frutti dell'algarrobo sono molto importanti nell'economia locale. Da questi viene ricavata una farina per uso domestico, un liquore e sono utilizzati come foraggio per gli animali in quanto altamente nutritivi. Sesto d'impianto: 3,5x3,5 m.
Carbonio sequestrato nei primi 20 anni	I crediti di carbonio selezionati sono gli ICERs. La stima dell'ammontare dei crediti è ancora in fase di determinazione.



Figura 10 – Localizzazione dell’area



Figura 11 – *Prosopis alba* (algarrobo)



Figura 12 – Colonia el Simbolal – Sito di progetto



Figura 13 – Canali d’irrigazione abbandonati

4.3.1. Descrizione dell'area

La provincia di Santiago dell'Esterio (25° 35'-30° 41' 20'' S; 61° 34'- 65° 34' W) è localizzata nel nord dell'Argentina e fa parte della regione del Chaco. La sua superficie totale è di 136,351 Km².

La provincia ricade nella zona climatica subtropicale. La temperatura media annua è di 21,5°C, con il massimo assoluto in estate di 47°C e un minimo in inverno di -5°C. Si possono distinguere due stagioni: una stagione delle piogge (ottobre-marzo) e una stagione secca (aprile-settembre). Specialmente durante l'estate, la pioggia diminuisce da est ad ovest. La precipitazione media annua è di 695 mm con un massimo e un minimo rispettivamente di 750 mm e 600 mm.

La provincia di Santiago dell'Esterio ha l'aspetto di una grossa piana pietroso-salina, interrotta diagonalmente in direzione nord-ovest, sud-est dai fiumi Salì-Dulce e Salado, che si differenziano per il loro corso e la loro possibilità di utilizzo. L'altitudine si presenta differente nei margini sud, ovest e nord-ovest. Il fiume Salì-Dulce costituisce il più grande bacino del sud America. Esso si origina nella vicina provincia di Tucumàn e attraversa per intero Santiago dell'Esterio, avendo la sua foce nella laguna del mar Chiquita, divisa tra le province di Santiago e Cordoba. Questo bacino presenta un gradiente di qualità dell'acqua che varia da fresca a salata, determinando una diversa associazione di biodiversità. La diga di Rio Hondo, dove il fiume Dulce si origina, presenta una superficie della sorgente di 33.000 ha e costituisce un'area di crescente interesse turistico. La laguna del mar Chiquita, è di particolare interesse naturalistico in quanto soggetta a nidificazioni da parte di varie specie di uccelli migratori provenienti dall'emisfero nord (fiammingo rosa, cicogne).

Le altitudini maggiori della provincia sono registrate nei seguenti rilievi:

- Sierra Sumampa e Sierra Ambargasta localizzate nella parte sud della provincia, nel Dipartimento del Quebrachos e Ojo de Agua;
- Sierra Guasaya, localizzata nella parte ovest della provincia, si estende tra Choya fino alle sorgenti calde di Rio Hondo, e tra i confini di Tucumàn e Catamarca fino al distretto di Lujàn nel dipartimento di Choya;

- Le colline di El Remate, localizzate nella parte nord-ovest della provincia, nel dipartimento di Pellegrini.

Il suolo nella provincia di Santiago dell'Estero è soggetto ad un processo salinizzazione. Questa caratteristica, unita alle condizioni di clima semiarido, determina la formazione di piani di suolo nudi o di vegetazione desertica. Tra i fiumi Salado e Dulce, un'ampia varietà di suoli può essere osservata con una variazione che va da suoli minerali fino a suoli idromorfi con un alto rapporto tra sali e sostanze alcaline. Nella parte sud-ovest della provincia, la terra diventa bianca a causa del sale. Questa è la zona delle paludi di acqua salata di Ambargasta, posta vicino a Salinas Grandes a sud di Catamarca e nord di Cordoba. I suoli nitrosi, presenti in alcune parti della provincia, non permettono la crescita e lo sviluppo di nessun tipo di vegetazione e sono caratterizzati perciò un accentuato processo di desertificazione. L'avanzato stato di degradazione del suolo è una conseguenza di un intenso uso agricolo, del pascolo e del taglio indiscriminato delle foreste native. Lo sfruttamento irrazionale della foresta naturale ha portato alla distruzione di 9 milioni di ha dall'inizio del ventesimo secolo.

Nella zona irrigua il processo di salinizzazione è generalizzato a causa di una cattiva gestione dell'acqua e le condizioni dei canali presenti sono precarie per la mancanza di manutenzione. Inoltre l'assenza di un'adeguata rete di canali per far defluire le acque nelle aree soggette ad inondazione ha peggiorato la situazione. L'agricoltura intensiva si concentra nelle aree irrigate (dipartimento di capitale, Banda Robles, Loreto) dove è stanziata la maggior parte della popolazione. L'agricoltura estensiva di soia, mais e girasole è invece praticata su suoli aridi. L'incremento dell'area sottoposta ad uso agricolo, in un contesto di scarsa pianificazione territoriale, degradazione del suolo e perdita della foresta nativa, sono il risultato di un incontrollato taglio dei boschi senza l'utilizzo dei prodotti da essi derivanti (legname e legna da ardere). Quando, per ragioni economiche, lo sfruttamento agricolo non è più redditizio, le fattorie vengono abbandonate. Le foreste native sono soggette a degrado per la mancanza di una corretta politica di gestione e per lo scarso valore loro attribuito come fonte di attività alternative (produzione di legna da ardere e accumulo di carbonio). La richiesta di acqua è in forte crescita. Negli ultimi decenni, un sistema di dighe e una rete di canali per l'irrigazione sono stati costruiti a scopo agricolo e per il fabbisogno idrico dei capi di bestiame. Altro problema è la presenza,

in alcune regioni della provincia di Santiago dell'Estero, di un alto contenuto d'arsenico nella falda acquifera, causa di seri problemi di salute per la popolazione.

La fauna comprende varie specie tra le quali le più importanti sono: tatú carreta, yaguareté, aguara guazú (un tipo di volpe rossa), loro hablador (“pappagallo parlante”), kakuy, peccary and iguana overa (“iguana dorata”).

Colonia El Simbolar

I siti del progetto sono localizzati nella Colonia El Simbolar, del Dipartimento Robles, situata in un'area marginale del bacino del fiume Sali-Dulce.

La Colonia si estende su una superficie totale di 11.500 ha e fu fondata nel 1963 con l'idea di costituire un polo per lo sviluppo agricolo principalmente rivolto ai piccoli agricoltori. Il progetto si basava su particelle di 25ha rifornite di acqua attraverso un sistema di irrigazione per gravità.

Nella Colonia vivono 8000 persone e il tasso di povertà è molto elevato, circa il 68%. Le infrastrutture per l'irrigazione, deteriorate per la mancanza di manutenzione, hanno portato a una scarsa produttività che è stata la causa del progressivo abbandono delle particelle e l'emigrazione degli agricoltori nelle aree urbane. Tale fenomeno ha dato inizio al processo di degrado causato dalla risalita capillare dell'acqua salata della falda. La situazione si presenta critica anche nei confronti dell'ambiente: deforestazione, desertificazione e salinizzazione sono la conseguenza della cattiva gestione del sistema di irrigazione.

Nelle terre abbandonate, la vegetazione è formata da arbusti alofiti e da specie succulente con differente copertura del suolo e macchie di suolo nudo. Tra le specie arbustive le più comuni sono: *Baccharis salicifolia* (suncho) *Schinus bumelioides* (molle), *Vallesia glabra* (ancoche), *Celtis spp.* (tala). Nei suoli maggiormente salinizzati, la vegetazione è composta da specie tolleranti la salinità quali: *Atriplex cordobensis* (cachiyuyo), *Suaeda divaricata* (jume blanco), *Allenrolfea vaginata* (jume negro).

Delle specie animali in via d'estinzione presenti nell'area sono il Kakuy e il Peccare.

4.3.2. Titolo legale delle terre e proprietà del carbonio sequestrato

Anche se il processo di trasferimento delle terre della Colonia El Simoblar è iniziato negli anni sessanta, alcuni proprietari non hanno ancora formalizzato l'atto di

proprietà. I siti appartengono in parte agli agricoltori con la proprietà della terra registrata e documentata da atti legali, ed in parte agli agricoltori senza titolo di proprietà, ma che hanno iniziato il processo di formalizzazione della proprietà della terra. Tale processo è stato accelerato dalla Provincia per legalizzare la proprietà degli agricoltori che vogliano partecipare al progetto di rimboschimento. Pertanto le terre che verranno rimboschite saranno presto tutte di proprietà privata, con titolo registrato. In questo caso la terra e tutti i suoi prodotti (legnosi e non) apparterranno, per diritto, al proprietario terriero e così anche il carbonio sequestrato dal CDM.

4.3.3. Tecniche d'impianto

La principale tecnica impiegata in questo progetto è la riforestazione attraverso la messa a dimora diretta dei semenzali, utilizzando tecniche ambientali non invasive applicate ai terreni degradati. Saranno adottate linee guida, passate esperienze regionali/nazionali, e tecnologie internazionali nel campo della gestione dei rimboschimenti. Le agenzie locali dell'Istituto Nazionale di Tecnologia Agraria e dell'Università Cattolica di Santiago dell'Esteros, forniranno consulenza tecnica e provvederanno ai corsi di formazione e al controllo di qualità nella preparazione e miglioramento delle attività di progetto.

Preparazione del suolo

Tradizionalmente a Santiago dell'Esteros, i siti sottoposti ad impianto o reimpianto sono generalmente ripuliti con tagli della vegetazione esistente ed incendi controllati, seguiti da lavorazioni superficiali. Come risultato, il carbonio è rilasciato nell'atmosfera durante la fase di bruciatura, assieme ad altri composti non facenti parte dei gas serra. Per prevenire l'erosione del suolo, ridurre le emissioni di gas serra e conservare l'esistente budget di carbonio stoccato non sarà fatto uso del fuoco per la ripulitura dei siti dalla vegetazione esistente.

Nelle attività di questo progetto, la preparazione dei siti sarà fatta tramite lavorazioni superficiali. Queste sono necessarie non solo per rimuovere la vegetazione esistente, ma anche per migliorare le condizioni d'infiltrazione del suolo allo scopo di desalinizzare lo stesso attraverso l'irrigazione. Le lavorazioni saranno effettuate con un erpice leggero (in presenza di vegetazione erbacea), pesante (piccoli arbusti) e con un bulldozer (arbusti di grandi dimensioni).

Specie e modelli d'impianto

La specie utilizzata nel rimboschimento è l'algarrobo bianco (*Prosopis alba*).

Questa specie è stata selezionata per le seguenti ragioni:

- L'algarrobo bianco è la specie nativa tipica della regione del Chaco
- Familiarità con la specie degli agricoltori locali
- Conoscenze vivaistiche, d'impianto e di gestione, maturate dall'Istituto Nazionale di Tecnologia Agraria e dell'Università Cattolica di Santiago dell'Estero (UCSE)
- Nonostante un lento tasso d'accrescimento, l'algarrobo, ha però un impatto positivo in termini di aumento della biodiversità, protezione dai processi erosivi, miglioramento della fertilità del suolo (specie azotofissatrice) e riduzione della salinità.
- Il genere *Prosopis* presenta un'elevata biodiversità in termini di variabilità genetica, sia all'interno delle singole specie che tra le specie stesse. Questa variabilità si esprime attraverso una diversa morfologia, tasso d'accrescimento, resistenza ed adattabilità a condizioni estreme.
- Produzione di legname di qualità e di frutti eduli da cui si produce una farina per uso domestico, un liquore, inoltre i frutti (come anche i resti delle potature) sono altamente nutritivi come foraggio per gli animali domestici. L'algarrobo è considerato anche una specie mellifera.

Il sesto d'impianto che verrà utilizzato per il rimboschimento è 3,5 x 3,5 m, corrispondente a un numero totale di 816 piante per ha.

Le attività d'impianto dureranno tre anni, con inizio nel gennaio 2006. Durante il primo anno saranno afforestati 500 ha, 900 ha nel secondo e 1600 ha nel terzo.

4.3.4. Gestione forestale

Dopo il primo anno dall'impianto, sarà effettuata la sostituzione delle fallanze. Potature selettive (non intensive) verranno fatte nei primi quattro anni e, dal quinto in poi, ogni cinque anni. La piantagione non sarà diradata durante i primi 20 anni.

4.4. Progetto del *BioCarbon Fund* della Banca Mondiale: Albania

La degradazione del suolo è stata identificata come il maggior problema per l'Albania. Terreni fortemente degradati sono soggetti a pascolo incontrollato, che non permette lo sviluppo di una copertura vegetale protettiva. Questi terreni sono erosi molto velocemente e il paesaggio si presenta devastato. È essenziale che una copertura vegetale sia stabilita nel minor tempo possibile per prevenire il fenomeno dell'erosione. Pertanto la Banca Mondiale ha deciso di attuare un progetto di A/R in terreni degradati, tramite la loro protezione dal pascolo, in maniera tale da favorire la ricrescita naturale della vegetazione in aree agricole molto povere, riducendo così l'erosione del suolo, migliorando la qualità dell'acqua e portando ad un aumento della biodiversità. Questo progetto si basa su un approccio partecipativo delle varie comunità coinvolte, in maniera tale da raggiungere un accordo sulla selezione dei siti e sulla loro protezione dal pascolo, ma anche su una pianificazione e implementazione comune delle misure necessarie per raggiungere tale scopo. Le attività proposte dal progetto di A/R CDM saranno eseguite all'interno del *Natural Resources Development Project* (NRPD) un progetto della Banca Mondiale, il quale supporterà le attività d'impianto per i primi cinque anni (2005-2010). Il *Biocarbon Fund*, da parte sua, ha mostrato il suo interesse a comprare i crediti generati dal progetto (vedi riquadro seguente per la descrizione del fondo).

Gli interventi finanziati nell'ambito del NRPD comprendono: a) protezione delle terre dal pascolo attraverso recinzioni, per facilitare la rigenerazione naturale e la conseguente produzione di semi; b) piantagione limitata di semenzali (200-500 piante per ha) per arricchire la diversità di specie e stabilizzare le aree altamente erose; c) lavori selvicolturali di base (ceduazione e tagli di ripulitura) per promuovere la rigenerazione delle specie arboree esistenti.

Le attività di A/R interesseranno 5.728,45 ha distribuiti su cinque regioni e comprendenti 24 comunità che sono tra le più povere della nazione, con un tasso medio di povertà del 42%. Il progetto fornisce l'opportunità di portare profitti direttamente alle comunità di campagna in cambio di pubblici servizi, inoltre può avere un impatto significativo sulla popolazione. Oltre 80.000 persone beneficeranno

di questo progetto attraverso la generazione di lavoro a breve e medio termine generato dalle attività di rimboschimento, dal reinvestimento dei profitti generati dalla vendita dei crediti di carbonio in opere e attività utili per le comunità coinvolte, dalla riduzione dei costi di manutenzione per l'irrigazione e drenaggio, riduzione dei costi per il trattamento delle acque e riduzione del pericolo d'inondazioni.

Il *BioCarbon Fund*

Questo Fondo è stato creato dalla Banca Mondiale per agire da intermediario nella commercializzazione delle riduzioni di emissioni derivanti da progetti forestali CDM e non. Il fondo gestisce 100 milioni di US\$, derivanti da partecipanti pubblici e privati di tutto il mondo (contributo minimo di 2,5 milioni di US\$). I progetti del *BioCarbon Fund* dovranno rispondere a determinati criteri stabiliti dal fondo stesso (alta qualità delle riduzioni di emissioni a livello ambientale, di benefici socio-economici che possano essere misurati, monitorati e certificati). Se un progetto proposto al Fondo rispetta questi criteri e viene accettato, allora i partecipanti riceveranno in ritorno 3-4 US\$ per tonnellata di CO₂ equivalente sequestrata. Queste riduzioni di emissioni verranno poi ridistribuite ai partecipanti al fondo, in proporzione alle quote messe a disposizione, ad un prezzo di 5 US\$/tCO₂eq.

(Per maggiori informazioni consultare il sito: <http://carbonfinance.org/>)

4.5. Progetto Albania

Tabella 11 – Progetto albanese: scheda riassuntiva

Titolo: Rigenerazione naturale assistita su terreni degradati in Albania	
Agenzia esecutrice	La realizzazione dell'impianto è sotto la responsabilità della Direzione Generale delle Foreste e Pascoli (Ministero dell'Ambiente Albanese). Negli anni successivi la gestione delle piantagioni sarà demandata a 24 ONG locali (Forest and Pasture Users Associations), una per ogni comune coinvolto nel progetto
Altri Partecipanti	Banca Mondiale e BioCarbon Fund
Collocazione geografica	Il progetto avrà luogo in vari siti situati in 24 comuni distribuiti su 5 regioni (Kukes, Shkoder, Korca, Elbasan, Diber)
Descrizione del sito	I siti sono dislocati in varie fasce altitudinali e vegetazionali, su suoli con caratteristiche variabili. In base a questi parametri e alle caratteristiche della vegetazione presente, l'area del progetto è stata divisa nei seguenti quattro gruppi: - 636 ha di macchia mediterranea e garriga - 1737,8 ha di formazioni miste di querce e carpino, o foreste miste di frassino e carpino - 2959,15 ha di formazioni di bosso e ginepro sviluppatesi su rocce magmatiche - 395,5 ha di formazioni aperte di specie nane o praterie con ginepro nano
Beneficiari del progetto	Un totale di 80.000 famiglie trarranno beneficio dal progetto direttamente ed indirettamente
Attività di progetto	Il rimboschimento verrà effettuato su 5728,45 ha, con tecniche di rigenerazione assistita tramite protezione dal pascolo, interventi selvicolturali (ceduazione e ripuliture) e piantagione limitata (200-500 piante/ha) di 12 specie differenti. Le attività promuoveranno la rigenerazione di formazioni mediterranee xerofite, cerrete e betuleti.
Carbonio sequestrato in 20 anni	366.029tCO ₂ eq, con un tasso di sequestro di carbonio annuo per ettaro pari a 3,19 tCO ₂ eq ha ⁻¹ anno ⁻¹

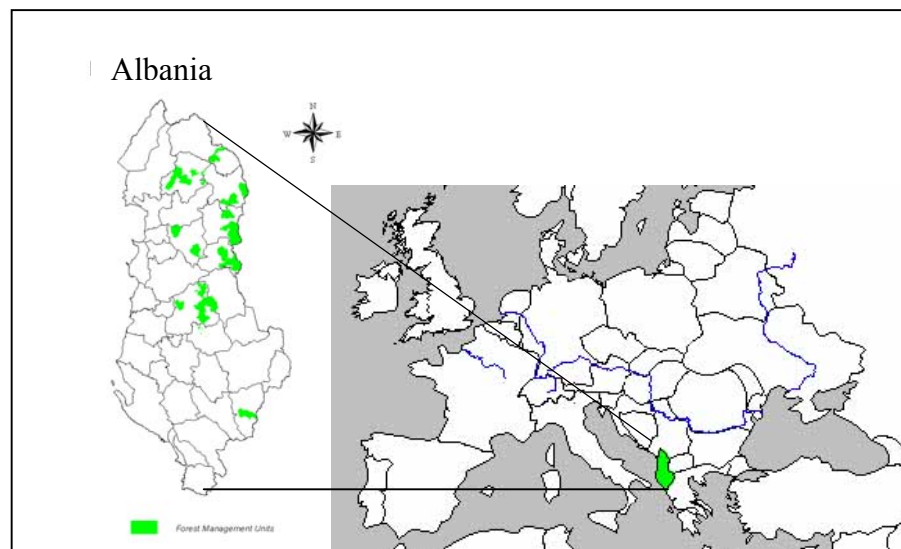


Figura 14 – Localizzazione delle aree di progetto



Figura 15 – Sito di progetto



Figura 16 – Quercia a portamento arbustivo a causa del sovrappascolo

4.5.1. Descrizione dell'area

L'area del progetto è costituita da tanti piccoli appezzamenti di terreno, distribuiti sul territorio di 107 villaggi appartenenti a 24 comuni di cinque regioni (Tabella 12).

Tabella 12 – Progetto Albania: lista dei comuni coinvolti

Regione	Distretto	Comune	Numero di villaggi	Area per comune (ha)
DIBER	Bulqize	Ostren	2	105
DIBER	Bulqize	Trebisht	3	63.7
DIBER	Bulqize	Zerqan	3	80
DIBER	Diber	Maqellare	9	133
DIBER	Diber	Melan	8	343
DIBER	Diber	Sllove	8	319
DIBER	Diber	Tomin	10	280
DIBER	Mat	B. Klos	6	1079
DIBER	Mat	Ulez	3	383
ELBASAN	Elbasan	Gjinar	6	282
ELBASAN	Elbasan	Labinot Mal	2	127.8
ELBASAN	Elbasan	Paper	4	311.3
ELBASAN	Elbasan	Shushice	1	147.5
ELBASAN	Gramsh	Pishaj	5	247.5
ELBASAN	Librazhd	Polis	2	170
KORCE	Kolonje	Barmash	3	265
KUKES	Has	Golaj	1	219.5
KUKES	Kukes	Bushtrice	5	260
KUKES	Kukes	Caje	3	167
KUKES	Kukes	Shishtavec	4	147.5
SHKODER	Puke	Qa-Mali	2	88.6
SHKODER	Puke	Qelez	9	175.3
SHKODER	Puke	Qerret	5	195
SHKODER	Puke	Rrape	3	138.75

Data la distribuzione geografica dei siti, questi si differiscono notevolmente per fascia altitudinale, condizioni climatiche, geologia, tipo di suolo, tipo di vegetazione e uso del suolo. In base alle caratteristiche dei siti, sono stati identificati e stratificati i principali tipi di vegetazione:

1. Macchia mediterranea e garriga (636 ha)
2. Foreste miste di querce e carpino o quercia della macedonia, o foreste miste di frassino e carpino (1737,8 ha)
3. Formazioni di bosso e ginepro sviluppatasi su rocce magmatiche (2959,15 ha)
4. Formazioni aperte di specie nane o praterie con ginepro (*Juniperus nana*) (395,5 ha)

1) Macchia mediterranea e garriga

Questo strato rappresenta lo stadio di degradazione delle foreste di leccio (*Quercus ilex*), le quali potrebbero essere considerate come la vegetazione potenziale. La crescita della vegetazione è controllata dal sovrappascolo e dal taglio intensivo. Tradizionalmente i pastori fanno uso del fuoco allo scopo di promuovere la vegetazione erbacea all'inizio dell'autunno. Questa pratica accelera i processi di degradazione e promuove cambi nella struttura della vegetazione, favorendo le specie nane tolleranti l'aridità quali: *Spartium junceum*, *Salvia officinalis*, *Phlomis fruticosa*, *Paliurus spina-christi*, *Erica arborea*, *Cottynus coggygria* etc.

I principali indicatori del clima, basati sulle misurazioni effettuate dalla stazione idrometeorologia di Elbasan, sono: 14,9 °C temperatura media annua, 1116,4 mm precipitazione media annua, 23,4 °C temperatura del mese più caldo, 6,6°C temperatura media del mese più freddo, 1,5-2 mesi di periodo secco (Istituto idrometeorologico 2002).

I tipi di suolo presenti sono¹⁵: suoli grigio-bruni (395,5 ha) e suoli bruni (239,5 ha). La profondità del suolo è classificata come profonda in 56 ha, superficiale in 31 ha e media in 548,25 ha. Prendendo in considerazione la roccia madre, 295,5 ha sono localizzati su flysch, 139,5 ha su calcare e 201 ha su rocce magmatiche (rocce ultrabasiche).

¹⁵ I suoli sono classificati sulla base della Classificazione Albanese

Le specie principali che identificano questo tipo di vegetazione sono caratterizzate principalmente da sempreverdi: *Phillyrea latifolia*, *Erica arborea*, *Arbutus unedo*, *Juniperus oxycedrus*, *Pistacia terebinthus*, *Fraxinus ornus*, *Cotynus coggygia*, *Quercus pubescens*, *Cistus incanus*, *Dorycnium hirsutum*, *Paliurus spina-christi*, *Rubus ulmifolius*, *Rosa sempervirens*, *Spartium junceum*, *Crataegus monogyna* etc.

La vegetazione potenziale è rappresentata da foreste di leccio o foreste di xerofite mediterranee. Le specie in pericolo di estinzione presenti in questo strato sono: *Agrimonia eupatoria* L., *Dictamnus albus* L. *Hypericum perforatum* L. *Origanum vulgare* L. *Salvia officinalis* L. *Quercus ilex* L. (Categoria E dell'IUCN), *Rosa andegavensis* Bast., (Categoria K dell'IUCN). Le attività di A/R influiranno positivamente sulla protezione e la ridistribuzione di queste specie.

2) *Formazioni di foreste miste di querce e carpini o querce della macedonia, o foreste miste di frassini e carpini.*

Questo strato rappresenta lo stadio di moderata e accentuata degradazione delle foreste di cerro (*Quercus cerris*) e farnetto (*Quercus frainetto*), a causa della deforestazione, del pascolo e del taglio intensivo. Le foreste di quercia costituiscono la vegetazione tipo di questo strato. Le specie principali che identificano queste formazioni arbustive sono: carpino orientale (*Carpinus orientalis*), che domina l'ecosistema, orniello (*Fraxinus ornus*), individui di cerro (*Quercus cerris*) e farnetto (*Quercus frainetto*), ginepro (*Juniperus oxycedrus*), *Pyrus amygdaliformis*, *Prunus spinosa*, *Crataegus monogyna*, *Rosa sempervirens*, *Rubus ulmifolius* etc. Alcune di queste specie sono dei bioindicatori del sovrapascolamento.

Il clima è caratterizzato da: 12,1 °C temperatura media, 1098,2 mm precipitazione media annua, 23,7°C temperatura del mese più caldo, 6,2°C temperatura del mese più freddo, 1,5 mesi di periodo secco durante l'estate (dati della stazione idrometeorologia di Gramsh - Istituto idrometeorologico Albanese 2002).

Per quanto riguarda i tipi di suolo, la maggior parte dello strato è caratterizzato da suoli bruni (748,8 ha), suoli grigio-bruni (651,3 ha) e suoli grigio scuri (301,7 ha). Solo 295 ha ricadenti nell'area del progetto hanno suoli profondi, il resto (1442,8 ha) presenta una profondità media. Da un punto di vista geologico, 773 ha sono localizzati su roccia madre di tipo scisto-argilloso, 30 ha su conglomerati, 164 ha su flysch, 565,5 ha su calcare, 73,3 ha su rocce scisto-sabbiose e 132 ha su altri tipi di

roccia madre. In questo tipo di vegetazione sono presenti specie in pericolo di estinzione come *Agrimonia eupatoria* L., *Hypericum perforatum* L., *Chelidonium majus* L., *Dryopteris filix-mas* (L.) Schott. *Juniperus communis* L. *Juniperus oxycedrus* L., *Origanum vulgare*, *Valeriana officinalis* L., *Tilia platyphyllos* Scop., *Viscum album* L., *Alyssum bertoloni* Desv., *Crataegus heldraichii* Boiss.. Le attività del progetto favoriranno l'espansione di tali specie.

3) Formazioni di bosso e ginepro su rocce magmatiche

Questo strato rappresenta lo stadio di degradazione delle foreste di querce, a causa dell'elevata pressione antropica dovuta principalmente al taglio intensivo e al sovrappascolamento. Foreste di cerro e farnetto costituiscono la vegetazione potenziale di questo tipo di formazione. Spesso il pino nero è presente come specie pioniera in fase transitoria. I bioindicatori che identificano questo tipo di vegetazione sono: *Buxus sempervirens*, *Juniperus oxycedrus*, *Fraxinus ornus* individui di pino nero (*Pinus nigra*), querce (*Quercus* sp.), e *Carpinus orientalis*, *Forsythia europaea*, *Cotynus coggygia*, *Alyssum murale*, *Alyssum bertoloni* etc.

Il clima di questo strato è caratterizzato da: 10°C temperatura media, 2101,5 precipitazione media annua, 19,75°C temperatura del mese più caldo, 0,15°C temperatura del mese più freddo senza periodo secco estivo (Istituto idrometeorologico 2002).

Le principali specie protette presenti in questo strato sono: *Forsythia europae* Degen et Bald. and *Festucopsis serpintini* (C.E.Hubbard) Melderis, specie endemiche albanesi, le quali creano due specifiche formazioni forestali, rispettivamente Forsythio-Pinetum and Festucopso-Pinetum leucodermis.

Questo strato è caratterizzato principalmente (per il 74%) da suoli a profondità media, il resto da suoli superficiali e l'1% da suoli profondi. I suoli bruni coprono il 71% dell'area, i grigio scuri l'1% e i grigio bruni il 28%.

Da un punto di vista geologico, questo strato è caratterizzato da rocce ultrabasiche (1236,15 ha), scisto-sabbiose (874 ha), calcari (276,5 ha), scisto-argillose (494,5 ha) e per una minima percentuale da conglomerati (78 ha).

4) Formazioni aperte di specie nane o praterie con ginepro (*Juniperus nana*)

Questo strato rappresenta lo stadio più degradato delle formazioni di faggio. I principali bioindicatori che identificano questo tipo di vegetazione sono: *Juniperus communis* spp. *Nana*, *Nardus stricta*, individui di *Betula pendula*, *Corylus avellana*, *Carpinus betulus*, *Salix caprea*, *Hieracium pilosella*, *Prunus spinosa*, *Rosa* sp. Etc. Questo tipo di vegetazione è localizzato nella zona subalpina o nella fascia del faggio, che può essere considerata come la vegetazione potenziale. Le foreste di betulla possono essere considerate una fase transitoria e *Betula pendula* una specie pioniera. Per questa ragione le piantagioni di betulla sono raccomandate durante le prime fasi della rigenerazione della foresta. In questo tipo di vegetazione, le piante esistenti non sono usate per il pascolo, presentano una biomassa ridotta e non saranno toccate durante le attività di progetto. La copertura vegetale è relativamente bassa.

I principali indicatori del clima sono: 11,9 temperatura media, 910,5 mm precipitazione media annua, 22,3°C la temperatura del mese più caldo, 0,5°C la temperatura del mese più freddo senza periodo secco estivo (Istituto idrometeorologico 2002).

Da un punto di vista geologico, 115 ha di questa vegetazione sono localizzati su flysch, 188 ha su scisti argillosi, 28,5 ha su calcare e 64 ha su rocce ultra basiche.

Riguardo i tipi di suolo, 209,5 ha sono suoli grigio scuri, 82 ha suoli bruni e solo 50 ha suoli *meadow*. Prendendo in considerazione la profondità del suolo, 73,5 ha presentano una profondità del suolo media, 222 ha invece presentano terreni profondi, i quali garantiscono un maggior riuscita delle attività di progetto.

In questo tipo di formazione sono presenti specie endemiche e specie in pericolo di estinzione. Le seguenti specie possono essere considerate come le più importanti di queste due categorie: *Ranunculus deganii* Kummerle., *Ranunculus wettsteinii* Dorfler. (specie endemiche), *Arctostaphylos uva-ursi* (L.) Sprengel, *Atropa belladonna* L. *Betula pendula* Roth., *Colchicum autumnale* L., *Dryopteris filix-mas* (L.) Schott., *Gentiana lutea* L., *Orchis* sp. *divaricata*, *Sambucus racemosa* L., *Satureja Montana* L., *Vaccinium uliginosum* L., *Fritellaria macedonica* Bornm., *Melampyrum heracleoticum* Boiss et Orph., *Barbarea vulgaris* R.Br.

4.5.2. Titolo legale delle terre e proprietà del carbonio sequestrato

Il progetto verrà effettuato nel territorio delle foreste comunali e dei pascoli di proprietà dello stato, che sono stati dati in gestione ai comuni attraverso il diritto di usufrutto delle comunità. I pascoli comunali sono gestiti dalle FPUA (Forest and Pasture User Associations) in stretta collaborazione con i comuni. Le popolazioni locali spesso fanno pascolare il loro bestiame specialmente nei pascoli di altura: questo è organizzato informalmente a livello dei villaggi con la gestione della FPUA locale.

Non esiste attualmente una politica del governo sullo stato legale del carbonio. Lo stato detiene i diritti di commercio del carbonio sequestrato perché possiede il carbonio come componente delle foreste di cui è il proprietario. Nell'area del progetto questi diritti sono stati dati ai governi locali (comuni) attraverso l'usufrutto. Quando l'usufrutto è trasferito, l'usufruttuario può solamente usare i prodotti forestali per i propri bisogni e non ha quindi il potere legale per venderli. Inoltre i comuni non hanno il diritto di commerciare il carbonio sequestrato, a meno che lo stato permetta espressamente i comuni di poterlo fare. Per ragioni pratiche (abilità di negoziare) lo stato si riserverà il diritto di commerciare il carbonio sequestrato (e quindi di negoziare con il BioCarbon Fund la vendita dei crediti generati dal progetto). Le FPUA, tramite un contratto con lo stato, riceveranno gli introiti derivanti dalla vendita dei crediti, che verranno reinvestiti sia nella gestione del progetto, che in attività o opere socialmente utili per i villaggi coinvolti nel progetto.

4.5.3. Tecniche d'impianto

L'area del progetto (5728,45 ha) sarà rimboschita attraverso la rigenerazione naturale assistita (tutta l'area) e piantagioni supplementari (limitatamente a 3107 ha). La principale tecnica impiegata consiste nel promuovere la rigenerazione naturale dei siti tramite l'esclusione del pascolo. Inoltre saranno praticate delle ceduzioni per promuovere la rigenerazione degli arbusteti a bassa densità e si provvederà alla piantagione di semenzali limitatamente ai pendii maggiormente degradati con vegetazione assente.

Per le attività del progetto sarà impiegata solo manodopera locale (senza l'uso di macchinari) e non saranno utilizzati fertilizzanti.

Promozione della rivegetazione naturale attraverso la recinzione dei siti - Per la protezione dei siti saranno realizzate delle recinzioni temporanee con tecniche e materiali tradizionali derivanti dai residui delle attività di ceduzione o diradamento degli arbusti. L'area sarà protetta dal pascolo durante i primi 5-7 anni, in base alle capacità di rigenerazione del sito, con lo scopo di garantire la crescita degli alberi. Dopo tale periodo le recinzioni saranno rimosse e il bestiame potrà rientrare nei siti, secondo uno schema di razionalizzazione del pascolo pianificato nel frattempo dal progetto NRDP della Banca Mondiale. Le recinzioni non vengono realizzate solo quando i siti sono sotto il diretto controllo dei villaggi e questi raggiungono un accordo unanime nella ridistribuzione delle attività di pascolamento. In alcuni casi questo tipo di accordo può essere più efficace delle barriere fisiche.

Piantagioni supplementari - Le specie forestali utilizzate per la piantagione sono state selezionate in base alle caratteristiche del sito e alle preferenze espresse dalle popolazioni locali. Le piantagioni supplementari sono finalizzate all'arricchimento dell'esistente composizione forestale, all'incremento dei benefici del progetto (attraverso l'introduzione di specie ad elevato valore economico) e a ricostituire la copertura vegetale su piccole chiazze caratterizzate da suolo nudo, a basso potenziale di rigenerazione naturale. I semenzali saranno piantati con lavorazioni localizzate a buche, a diverse densità (500, 400, 200 semenzali ad ettaro) (Tabella 13).

Tabella 13 – Albania: specie utilizzate e densità d'impianto

Selected species	Superficie (ha)	Percento sull'area del progetto %
<i>Acer spp.</i>	86,5	1,5
<i>Castanea sativa</i>	558,3	9,7
<i>Cerasus avium</i>	35,4	0,6
<i>Fagus sylvatica</i>	3	0,1
<i>Fraxinus excelsior</i>	10	0,2
<i>Juglans regia</i>	58	1,0
<i>Quercus spp.</i>	624	10,9
<i>Betula verrucosa</i>	387	6,8
<i>Pinus nigra.</i>	359	6,3
<i>Populus canadensis</i>	82	1,4
<i>Robinia pseudoacacia</i>	903,5	15,8
Totale	3107	54,2

Le specie selezionate sono principalmente specie native appartenenti alle latifoglie (*Acer pseudoplatanus*, *Betula verrucosa*, *Castanea sativa*, *Cerasus avium*, *Fagus sylvatica*, *Faraxinus excelsior*, *Juglans regia*, *Quercus cerris*, *Quercus frainetto*, *Quercus petraea*), in misura minore da specie native di conifere (*Pinus halepensis*, *Pinus nigra*) e specie esotiche (*Robinia pseudoacacia*, *Populus canadensis*). La robinia verrà utilizzata su terreni fortemente degradati in formazioni pure. Il *Populus canadensis* verrà utilizzato in terreni adiacenti del fiume Shkumbini nella regione di Elbasan, e del fiume Drini nella regione di Dibra. Questi siti sono localizzati in zone umide e includono siti dove la falda arriva alla superficie. I vivai locali provvederanno al rifornimento dei materiali d'impianto.

Lavori selvicolturali di base - Gli interventi selvicolturali mirano a favorire la rigenerazione naturale delle specie native quali: *Quercus spp*, *Acer spp*, *Tilia spp.*, *Carpinus spp.*, *Ulmus spp.* e *Betula spp.*. Sono previsti differenti interventi selvicolturali basati sulle necessità di miglioramento dei siti selezionati quali la ceduzione e la ripulitura.

- *Ceduazione* – La ceduzione interesserà gli alberi con capacità pollonifera presenti sul sito. Date le condizioni di degrado dei siti di progetto, queste specie forestali presentano un portamento arbustivo policormico dovuto al morso degli animali, i quali impediscono all'albero di oltrepassare la soglia dei due metri d'altezza. La ceduzione, unita all'esclusione del pascolo, permetterà a queste specie di rigenerare polloni e di assumere un portamento arboreo. Normalmente viene tagliata solo il 50% della biomassa presente nella particella soggetto al ceduo.
- *Ripulitura* – E' la rimozione selettiva di alberi indesiderati in una particella, allo scopo di favorire la crescita degli alberi selezionati eliminando così la competizione. Nel nostro caso l'intensità della rimozione è del 10-15% della biomassa presente.

La pianificazione delle attività selvicolturali a livello dei singoli siti è basata sui seguenti criteri:

1) *Incremento della diversità delle specie*. La selezione delle specie native da promuovere tramite gli interventi selvicolturali è basata sull'arricchimento della

diversità vegetale per un dato ecosistema. Nella selezione delle specie sono state considerate le preferenze rispetto alla luce e all'umidità delle singole specie rispetto alle condizioni del sito ed è stata considerata la massimizzazione dell'habitat della fauna presente (avifauna, mammiferi, anfibi ed invertebrati). Oltre alle specie arboree, saranno favorite anche specie arbustive di particolare importanza che contribuiscono alla diversità strutturale al fine di aumentare la resistenza a fattori biotici e abiotici.

2) *Incremento nella diversità degli habitat.* Nei siti di grandi dimensioni (maggiori di 20 ha) saranno lasciate delle piccole chiarie per favorire lo stabilirsi d'arbusti e specie erbacee. Questo porterà allo sviluppo di un mosaico di habitat e permetterà lo stabilirsi di uno strato erbaceo fiorito, con la funzione di attrarre gli insetti impollinatori. I confini delle aree saranno fatti in maniera irregolare, per incrementare l'area di confine e provvedere così a favorire lo stabilirsi di un numero maggiore di habitat.

3) *Incremento della connessione tra habitat adiacenti.* Nei casi in cui un sito si trovi in prossimità di una foresta, si provvederà a stabilire una connessione fisica mediante l'utilizzo di specie che sono presenti negli habitat adiacenti. Questo ricongiungimento dei siti di progetto con habitat adiacenti dovrebbe provvedere ad una maggiore dispersione delle specie e ad un incremento della funzionalità degli habitat.

4) *Minimizzare il potenziale impatto delle specie esotiche.* L'introduzione della robinia sarà effettuata in maniera limitata e controllata, piantando alberi in monocoltura per facilitare il controllo della colonizzazione di aree adiacenti. Inoltre il rapporto delle specie esotiche e di quelle native nelle diverse particelle, dove la robinia è introdotta, verrà monitorato. Ogni deviazione dalla proporzione originale del 16%, permetterà agli agricoltori di utilizzare le robinie in eccesso.

4.5.4. Gestione forestale

La gestione forestale sarà differenziata a seconda della tipologia di foresta che si instaurerà grazie al progetto. Tale gestione dovrà essere conforme a: 1) norme nazionali; 2) principi di gestione forestale sostenibile (stabiliti dalla Conferenza sulla Protezione delle foreste Europee); 3) piani d'assessamento comunali (in revisione nel progetto NRDP attualmente in corso).

5. Problematiche dell'implementazione dei progetti A/R CDM

Come già visto nel paragrafo 3.1, le regole concordate durante la COP9 sono frutto di una lunga negoziazione, che ha spesso incontrato delle ostacoli negoziali difficilmente superabili se non con faticosi compromessi per tutte le parti in gioco. Spesso la soluzione a questi lunghi dibattiti è stata la formulazione di frasi che potevano dare adito a molteplici interpretazioni e pertanto accettabili da più Parti con posizioni diverse.

In questo paragrafo verrà fatta una rassegna delle regole stabilite dalla Decisione 19/CP.9 “Modalità e procedure per la realizzazione di attività di afforestazione e riforestazione nell’ambito dei CDM” e le implicazioni che comporta la loro applicazione pratica. I tre casi studio potranno facilitare la comprensione della materia fornendo degli esempi pratici su ogni argomento. Partendo dall’esperienza maturata, si potranno suggerire strategie per la realizzazione di tali progetti e proporre soluzioni su questioni ancora poco chiare o non risolte.

5.1. Eleggibilità

In questa sezione si analizzeranno le condizioni di eleggibilità per un progetto A/R CDM, le quali si possono suddividere in tre gruppi: (i) eleggibilità della nazione ospitante, (ii) eleggibilità del sito di progetto di A/R per il Protocollo di Kyoto e (iii) eleggibilità delle attività di A/R nell’ambito del CDM.

5.1.1. Eleggibilità della Nazione ospitante

Secondo il Protocollo di Kyoto e le relative decisioni, per partecipare ad un progetto CDM, la nazione ospitante dovrà avere:

- ratificato il Protocollo di Kyoto,
- designato un’autorità nazionale per i progetti CDM (*Designated National Authority - DNA*) e
- comunicato al Comitato Esecutivo la definizione di foresta ufficiale

La definizione di foresta dovrà essere comunicata entro la fine del primo periodo d'impegno (2012), e dovrà essere costituita da:

- Un valore di copertura minima delle chiome tra il 10 e il 30 %
- Un valore minimo di superficie tra 0,05 ha e 1 ha e
- Un valore minimo di altezza compreso tra i 2 e i 5 m.

Questo costituisce un requisito fondamentale per un Paese in via di sviluppo (*non-Annex I*) per partecipare ad un progetto CDM forestale. La definizione selezionata dovrà in seguito essere usata da tutti i progetti A/R CDM che sono ospitati da tale Paese fino alla fine del periodo di impegno.

La selezione della definizione è una scelta non priva di conseguenze e ha degli impatti su aspetti differenti, come:

- Estensione delle superfici disponibili per i CDM forestali a livello nazionale
- Impatto sugli ecosistemi naturali
- Costi di monitoraggio
- Disponibilità di documentazione sulla superficie forestale nazionale

Scegliere una soglia minima di copertura bassa (10%) determinerà una diminuzione delle superfici eleggibili, poiché anche aree molto degradate con pochi alberi ricadranno all'interno della definizione di foresta (quindi non disponibili per i progetti A/R CDM), anche se in realtà il loro uso è differente da quello forestale (Zomer R. et al. 2005). D'altra parte, in fase di implementazione di progetto, è più facile che sistemi agroforestali che prediligano una maggiore estensione di colture agricole nell'interfila e quindi determinino una più bassa densità di copertura arborea, possano risultare eleggibili come CDM.

Un altro impatto della definizione di foresta è legato alle caratteristiche degli ecosistemi naturali presenti nella nazione ospitante il progetto. Ad esempio, ecosistemi di savana africana presentano delle densità di copertura arborea bassa, con acacie e baobab (*Adansonia*), che costituiscono la formazione climax di questo ecosistema, regolato dalle basse precipitazioni e da incendi ricorrenti. In questo caso definizioni di foresta che escludano tali formazioni (come ad esempio selezionando una copertura minima del 30%) renderanno disponibili ampie aree di savana per progetti forestali anche industriali, i quali potrebbero compromettere questi

importanti ecosistemi naturali. Lo stesso si può dire d'altri ecosistemi, come le aree ricoperte di macchia mediterranea bassa.

La selezione dell'area minima invece, diminuendo la minima unità campionaria, aumenterà la necessità di monitorare un maggior numero di punti, avendo quindi un impatto sul costo della gestione del progetto CDM.

Generalmente le nazioni si ritrovano di fronte a due alternative: selezionare come definizione di foresta quella già utilizzata dalla nazione (alternativa possibile solo se la definizione nazionale ricade all'interno dei parametri stabiliti dal Protocollo) o adottarne una differente, scelta *ad hoc* per il Protocollo di Kyoto. Nella valutazione delle alternative le nazioni, oltre alle considerazioni sopra riportate, dovrebbero tener conto anche di un altro fattore: in genere tutta la documentazione, gli inventari e le classificazioni d'uso del suolo sono basati sulla definizione nazionale di foresta, scegliendo una definizione differente non potranno utilizzare la documentazione esistente sia per la redazione dei rapporti nazionali stabiliti dal Protocollo, che per la definizione dell'eleggibilità del sito. Anche se la possibilità di possedere inventari nazionali o mappe d'uso del suolo nei paesi in via di sviluppo è abbastanza remota, è sempre consigliata un'attenta valutazione degli impatti che può avere una definizione diversa da quella nazionale.

Al momento sono poche le nazioni che hanno comunicato al Comitato Esecutivo la definizione di foresta. Questo costituisce un problema per gli investitori che vogliano realizzare un progetto CDM forestale in tali nazioni. Generalmente se il Paese ospitante non ha ancora in piedi la definizione, le alternative sono tre: (i) congelare il progetto in attesa della comunicazione ufficiale della definizione di foresta; (ii) basare tutta la fase progettuale e di eleggibilità del sito sulla definizione FAO (area minima 0,5 ha, altezza minima 5 m e copertura minima 10%); (iii) utilizzare la definizione nazionale di foresta ufficiale, anche se non ancora comunicata al Comitato Esecutivo. Quest'ultima alternativa è in realtà quella che espone gli investitori a maggiori rischi, poiché la definizione nazionale di foresta può differire da quella selezionata ai fini del Protocollo di Kyoto. In questo caso è importante ottenere dal paese ospitante una dichiarazione ufficiale, la quale assicuri che la definizione nazionale di foresta sarà utilizzata anche ai fini del Protocollo.

In tutti e tre i casi studio si è dovuto ricorrere alla terza alternativa, poiché la definizione di foresta utilizzata nel progetto corrisponde a quella nazionale, che però, al momento della pianificazione del progetto, non era stata ancora ufficialmente comunicata al Comitato Esecutivo (Tabella 14). Solo recentemente la Cina ha trasmesso la sua definizione di foresta al Comitato, la quale corrisponde a quella nazionale.

Tabella 14 –Definizioni di foresta Nazionali

	Cina	Argentina	Albania
Superficie minima	0,067 ha	1 ha	0,1 ha
Copertura minima	20%	22,5%	30%
Altezza minima	2 m	3 m	3 m

5.1.2. Eleggibilità del sito

Generalmente la selezione del sito è la fase più delicata del progetto. Un sito selezionato senza valutare attentamente la sua eleggibilità potrà essere in seguito ritenuto non eleggibile dal Comitato Esecutivo, che rifiuterà la registrazione del progetto.

Un sito risulta eleggibile per un progetto A/R CDM solo se questo non è coperto da foresta dal 31 dicembre 1989. Bisogna pertanto delineare un confine tra ciò che è foresta da ciò che non è foresta. Come stabilito dalla Decisione 11/CP.7 degli accordi di Marrakesh la foresta è definita come un *“terreno di area minima compresa tra 0,05 ed 1,0 ettaro con copertura delle chiome degli alberi (o equivalente indicatore di copertura arborea) di più del 10-30 per cento con alberi con altezza potenziale a maturità, in situ, di almeno 2-5 metri. Una foresta può consistere in formazioni forestali chiuse, dove alberi dei vari strati e del sottobosco coprono un’alta porzione del suolo, oppure in formazioni forestali aperte. I giovani soprassuoli naturali e tutti gli impianti che non hanno ancora raggiunto una densità di copertura del 10-30 per cento od un’altezza di 2-5 metri sono considerati foresta, come fossero aree normalmente facenti parte della superficie forestale che, per intervento dell’uomo, come ad es. le utilizzazioni, o per cause naturali, sono temporaneamente prive di copertura ma che ci si aspetta ritornino boscate.”*

In base alla definizione di foresta selezionata dal paese ospitante, i partecipanti al progetto dovranno definire se il sito risponde alla definizione sopra riportata oppure no.

Ad esempio si considera come eleggibile un sito che presenta una copertura effettiva inferiore a quella minima stabilita, oppure se l'altezza potenziale a maturità degli alberi presenti è al disotto dell'altezza minima (o ambedue) dal 31 dicembre 1989.

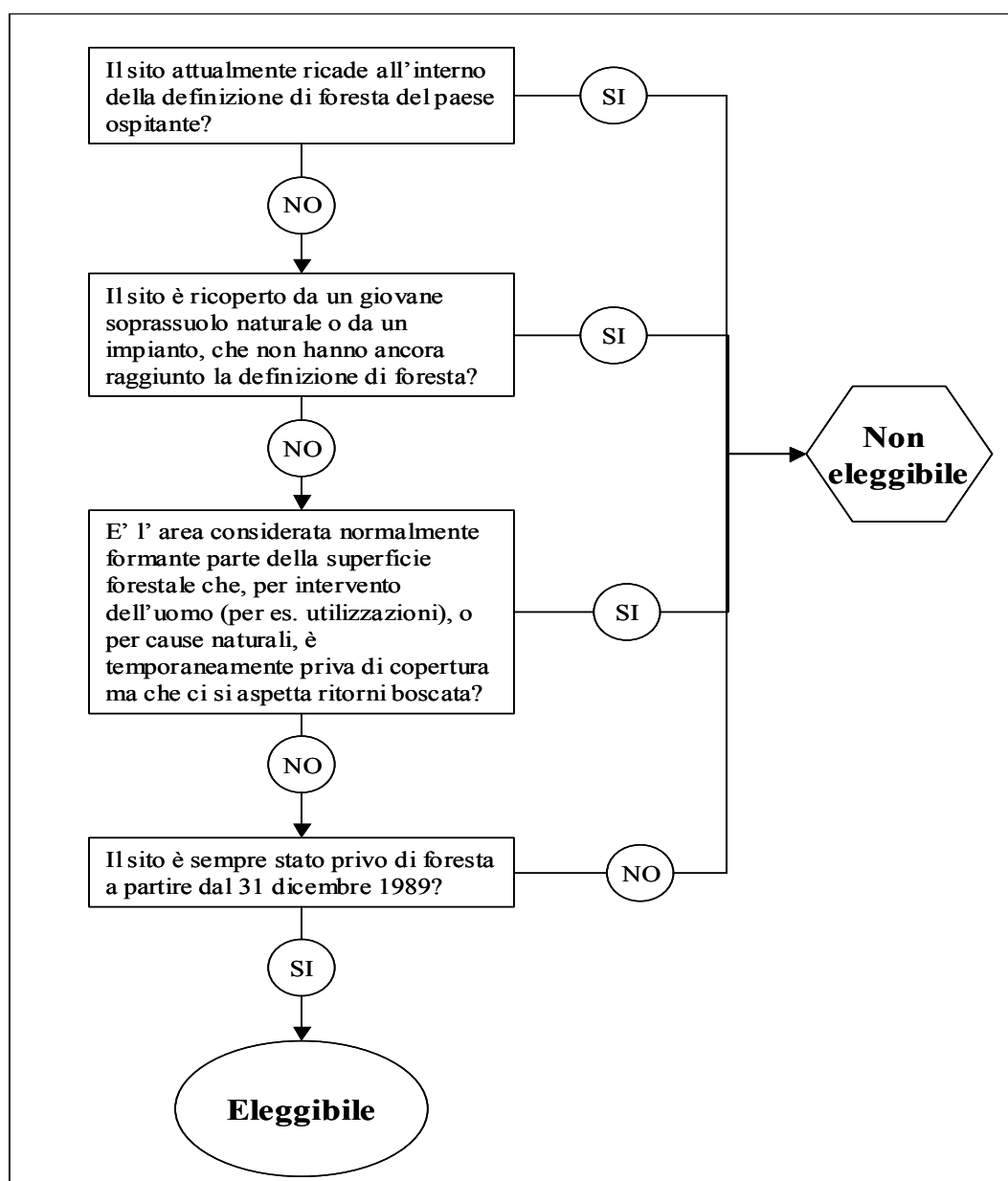


Figura 17 – diagramma di flusso della selezione dei siti

La definizione di foresta non fa riferimento esplicito alla tipologia d'uso del suolo del sito, ma solo alle caratteristiche di copertura, anche se il testo della decisione è

stato formulato in maniera tale che, anche se non espressamente menzionato, l'uso del suolo sia un fattore importante nella determinazione dell'eleggibilità. Difatti, aree non coperte da foresta ma che sono ritenute facenti parte di questa (quindi l'uso del suolo sia comunque foresta) devono essere considerate come foresta ai fini del Protocollo di Kyoto. Fondamentalmente i rimboschimenti per i CDM dovrebbero avere come presupposto la conversione di un sito da non-foresta a foresta, pertanto il cambio d'uso del suolo è implicito nella definizione stessa di afforestazione e riforestazione.

Il Comitato Esecutivo ha sviluppato a questo proposito delle raccomandazioni per guidare i partecipanti al progetto nella definizione dell'eleggibilità del sito¹⁶.

Secondo queste raccomandazioni i partecipanti dovranno dimostrare l'eleggibilità del sito tramite:

- Foto aeree e/o immagini satellitari supportate da rilievi a terra
- Rilievi in campo (permessi d'uso del suolo, piani d'uso del suolo, informazioni da registri catastali o registri di proprietà o registri d'uso e gestione dei territori)
- Se le alternative in (a) e (b) non sono possibili, i partecipanti dovranno produrre una testimonianza scritta compilata utilizzando metodologie di valutazione rurale partecipativa¹⁷

Così com'è stata formulata, la definizione di foresta per il Protocollo di Kyoto è suscettibile di molteplici interpretazioni e spesso non è facile definire se un sito risponde a tale definizione oppure no.

5.1.3. Criteri addizionali per la selezione dei siti

Nella selezione dei siti, l'eleggibilità prettamente basata sulle caratteristiche di copertura è una condizione necessaria ma non sufficiente per garantire la registrazione del progetto come CDM. Anche se non espressamente definiti come

¹⁶ Annesso 6 del rapporto del Sesto incontro del A/R Working Group.

¹⁷ Participatory rural appraisal (PRA) è un approccio per l'analisi dei problemi locali e per la formulazione di soluzioni di massima con la partecipazione diretta delle popolazioni. Quest'approccio utilizza un ampio spettro di metodi di analisi basate sui gruppi sociali per la gestione degli aspetti spaziali e temporali dei problemi sociali ed ambientali. Per maggiori informazioni si rimanda a McCracken, et al (1988) e Theis, J. et al. (1991)

criteri di selezione dei siti per il Protocollo di Kyoto, spesso risulta di fondamentale importanza avvalersi di criteri addizionali al fine di aumentare le probabilità di successo del progetto CDM e di garantire la sua sostenibilità, quali:

- Addizionalità delle attività
- Assenza di conflitti di proprietà della terra
- Bassa pressione antropica
- Potenzialità produttive
- Grado di accettazione delle popolazioni locali

(i) L'*addizionalità* è un concetto base per i progetti CDM (l'argomento verrà trattato nel dettaglio più avanti, nel paragrafo 5.3), i quali devono risultare supplementari al carbonio sequestrato dal progetto in assenza dello stesso. Un progetto può essere considerato non addizionale nel caso l'area sia inclusa in un piano di rimboschimento già finanziato, oppure se il rimboschimento abbia luogo in aree abbandonate su cui è in atto un processo di ricolonizzazione naturale con specie arboree che, in assenza di un intervento umano, possano ricostituire nel breve periodo un soprassuolo forestale (caso frequente nelle aree tropicali). E' pertanto importante valutare non solo le condizioni di copertura del sito, ma anche le condizioni ambientali, socio-economiche e di pianificazione territoriale dell'area.

(ii) Gli strumenti che regolano *la proprietà della terra* possono influenzare i diritti sui crediti di carbonio generati dal progetto, e i rischi associati alla permanenza del rimboschimento. In molti Paesi in via di sviluppo il sistema di registro delle proprietà della terra può essere estremamente complesso o inesistente. Normalmente non esistono registrazioni formali della proprietà terriera e non ci sono strumenti legislativi che definiscano gli usi civici o qualsiasi altro uso che non sia quello del proprietario. Spesso può accadere che il proprietario dei siti non corrisponda a chi in realtà ne fa uso, e difficilmente questo tipo d'uso è ufficialmente riconosciuto o supportato da un'appropriata documentazione. La realizzazione dei progetti su terreni in cui insistono usi del suolo non formalizzati o riconosciuti, può mutare gli equilibri sociali e minare la sostenibilità futura del progetto, come riportato da altri studi (Potter L. et al. 1998, Colchester, M. 2001, Smith J. 2002). Un altro aspetto da considerare è che i sistemi di proprietà della terra nei Paesi in via di sviluppo fanno ampio uso di forme d'affitto a lungo termine, pertanto è importante assicurarsi che il

contratto d'affitto non scada prima della conclusione del progetto. E' quindi necessario accertarsi preliminarmente di tutti gli interessi che insistono su ogni appezzamento di terreno individuato per il progetto, sia per quanto riguarda i diritti di proprietà ufficialmente registrati (inclusi i vincoli e gli usi civici), sia per qualsiasi uso non ufficialmente riconosciuto come l'uso tradizionale o abituale della terra delle popolazioni locali.

(iii) La *pressione antropica* sul sito è strettamente correlata con il *leakage* e con gli impatti socio-economici del progetto. L'impianto su aree sottoposte ad intenso uso agricolo o a pascolamento in zone a scarsa disponibilità di terreni utili, potrebbe spingere le popolazioni locali a sostituire i terreni ceduti per il rimboschimento con nuovi appezzamenti ricavati dal disboscamento d'aree adiacenti coperte da foreste naturali, generando pertanto dei *leakage* negativi. I casi studio possono aiutare per una più completa comprensione del problema. Nel caso dei progetti in Argentina e Cina i siti sono costituiti da aree agricole abbandonate o marginalmente utilizzate, di conseguenza la loro forestazione aumenterà il valore della terra, generando dei benefici aggiuntivi per le popolazioni locali, con impatti minimi o nulli sulle attività precedentemente svolte sul sito, generalmente limitate e poco produttive. La situazione albanese si presenta alquanto diversa: qui i siti sono utilizzati dalle popolazioni locali come pascoli, con una pressione media di 3 unità ovine ad ettaro, quantità al di sotto della media nazionale, ma ben oltre il limite della loro capacità, stimata essere di 1,7 unità (Papanastasis V. 2003). In conseguenza delle attività di progetto la situazione di sovrappascolamento sarà aggravata al di fuori dei confini del rimboschimento, con un aumento atteso del 13% corrispondente a circa 11 000 capi (tra ovini, bovini e caprini) dislocati al di fuori dell'area. Per minimizzare gli impatti, al momento della selezione dei siti, sono state escluse tutte le aree che presentavano una pressione superiore ai 3 capi ovini all'ettaro. Inoltre è stata valutata attentamente la proporzione tra le aree indicate per il progetto e il numero totale di ettari disponibili al pascolo per ogni villaggio, riducendo l'estensione dei siti la cui area totale eccedesse del 15% della superficie totale dei pascoli del villaggio.

(iv) La *produttività potenziale* del sito può a volte condizionare la scelta delle aree, prediligendo quelle più fertili a sfavore di quelle più sterili. Condizioni locali sfavorevoli non solo condizionano la quantità dei crediti generabili dal progetto, ma anche la permanenza del rimboschimento stesso.

(v) *L'accettazione delle comunità locali* è un prerequisito fondamentale dei progetti CDM, i quali devono includere nel PDD una sezione in cui sono riportati i commenti dei vari attori coinvolti nel progetto. Chi si cimenta nella preparazione di un progetto CDM deve sempre avviare un processo di consultazione con le popolazioni locali, per assicurarsi che ci sia un supporto esplicito al progetto. Queste consultazioni dovranno coinvolgere non solo i proprietari terrieri e le istituzioni nazionali e locali, ma chiunque reclami un diritto sui siti in questione, che siano questi gruppi, comunità indigene o individui. Questo processo, che può includere interviste, incontri e visite in campo, è importante per garantire il successo del progetto. Siti dove si riscontrano opposizioni da parte dei locali dovrebbero essere esclusi dalle attività del progetto.

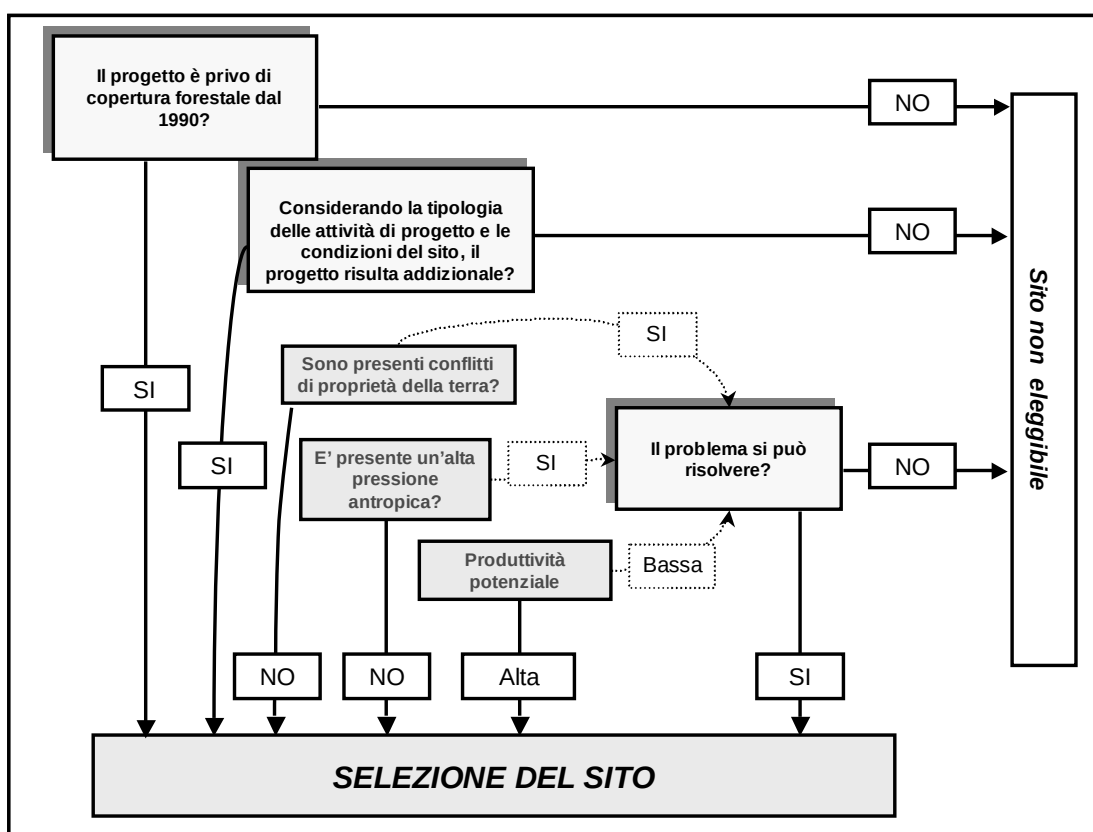


Figura 18- Diagramma di flusso della selezione dei siti con criteri aggiuntivi

5.1.4. Eleggibilità dei siti nei casi studio

La selezione dei siti nei tre casi studio si è basata, oltre che sulle caratteristiche di copertura, anche sui criteri aggiuntivi trattati nel paragrafo precedente. La scelta delle aree potenziali per le attività di rimboschimento è stata fatta in collaborazione

con le popolazioni locali, le quali hanno compilato delle schede appositamente sviluppate (Rapid CDM Site Assessment sheet – RaCSA, i contenuti sono riportati Tabella 15). Tali schede hanno permesso una valutazione preliminare delle condizioni del sito. In base allo schema logico mostrato in Figura 18, è stata redatta una lista dei siti che corrispondono ai requisiti di base. Questi siti sono stati in seguito visitati per accertarne l'effettiva eleggibilità.

Tabella 15 – Contenuti del RaCSA usato per stabilire l'eleggibilità dei siti

Descrizione generale del sito	Localizzazione, Altitudine (m s.l.m.), superficie, coordinate della particella, titolo legale della proprietà delle terre, diritti di uso delle terre, , attuale pressione antropica, uso del suolo attuale e uso del suolo nel 1989.
Addizionalità	Questa parte cerca di dare un'idea di massima dell'addizionalità del progetto, nel contesto della politica locale e degli piani esistenti nell'area in esame sulla base dell'attuale legislazione o pianificazione territoriale, e quale sarebbe il più probabile uso del suolo che si verificherebbe senza le attività del progetto di afforestazione CDM.
Attività illegali	Descrizione di tutte le attività legali in atto sul sito. Tutte le influenze (legali e illegali) da parte della popolazione locale che possono influenzare la stima della baseline, la sostenibilità, la permanenza del progetto.
Descrizione della copertura vegetale presente, storica e potenziale (se presente)	Descrizione della copertura vegetale naturale; percentuale di copertura degli alberi e altezza potenziale; lista floristica e descrizione della vegetazione potenziale che si avrebbe sul sito in assenza del progetto.
Descrizione del suolo	Tipo di suolo e profondità
Morfologia	Pendenza, morfologia, percentuale di copertura delle rocce e degli affioramenti
Stato di degrado	Un range di quattro stadi di degrado è stato stabilito sulla base del giudizio degli esperti.: assente, basso, medio, alto.
Attività di afforestazione	Tipo di foresta pianificata, Recinzioni, Piantagioni supplementari, Specie da essere piantate, Ripuliture e altri lavori suggeriti.

Per quanto riguarda le caratteristiche di copertura, nel caso della Cina l'eleggibilità del sito è facilmente dimostrabile: l'area è situata in una zona semidesertica, i terreni sono generalmente sabbiosi, poveri di sostanza organica e privi di capacità rigenerativa senza un intervento umano. Al momento sono completamente privi di copertura vegetale (a parte qualche infestante di colture erbacee nei siti

sporadicamente utilizzati per l'agricoltura). L'uso del suolo è agricolo (in annate piovose), occasionalmente pascolo, ma generalmente i campi rimangono incolti, esposti ai processi erosivi. L'eleggibilità delle terre è dimostrata utilizzando archivi e mappe di uso/copertura del suolo relative agli anni intorno al 1990 e recenti. Le mappe e le documentazioni sono state supportate con dei sopralluoghi.

Il progetto Albanese si colloca invece in una situazione al limite della definizione di foresta. Difatti i siti albanesi sono costituiti da pascoli arborati degradati con una copertura arborea a volte anche del 70%, ma la cui altezza non arriva ai 3 metri a maturità, a causa del sovrappascolamento e dei tagli indiscriminati che impediscono lo sviluppo delle piante. Alcune di queste aree degradate sono considerate come foresta nei piani di assestamento, altre invece come pascolo¹⁸. In linea teorica i piani di assestamento albanesi dovrebbero essere basati sulla copertura reale delle particelle, classificando come pascoli quelle che ricadevano al di fuori della definizione nazionale di foresta, nella pratica però spesso la classificazione non corrisponde alla reale copertura del sito. Questo è vero soprattutto per le aree sottoposte a gestione forestale nel piano di assestamento, ma che in realtà non corrispondono ad una copertura forestale a causa del diffuso degrado dei soprassuoli albanesi. Inizialmente le aree proposte per il progetto CDM comprendevano ambedue le classificazioni dei piani (pascoli - arborati e non - e foreste) e generalmente erano costituite da soprassuoli forestali fortemente degradati, non classificabili come foresta secondo la definizione nazionale. Questo ha costituito un problema nella selezione dei siti, la scelta dei criteri di selezione è stato un argomento controverso, anche a causa della natura stessa delle attività di progetto, che prevedevano un rimboschimento tramite rigenerazione assistita. Questa tipologia di attività presupponeva la presenza di specie arboree sul sito che, tramite ceduazioni e l'eliminazione del pascolo, avrebbero dovuto ricostituire il soprassuolo forestale originario. L'eliminazione dal progetto delle aree coperte da specie arboree (in ogni caso sempre a portamento arbustivo con altezza inferiore a 3m) per assicurare l'eleggibilità del sito, avrebbe aumentato i costi d'intervento, rendendo necessaria la piantagione estensiva di semenzali, cambiando pertanto la natura stessa del progetto, basato sul minimo intervento e massimizzazione dei risultati per il recupero d'aree

¹⁸ In Albania i piani di assestamento forestale includono al loro interno tutte le classi d'uso del suolo, provvedendo non solo alla gestione dei boschi ma anche dei pascoli, alborati e non.

degradata a potenzialità forestale. Infine, dopo varie consultazioni, si è deciso di escludere dal progetto le aree classificate come foresta sia nell'inventario forestale del 1985 che nei recenti piani d'assestamento, al fine di escludere le aree coperte da foresta nel 1990 e quelle che potenzialmente, grazie alla messa in pratica dei piani d'assestamento, potessero essere gestite a foresta, e quindi essere ripristinata la copertura forestale in futuro. In seguito, sulla base delle visite in campo, sono stati escluse tutte le particelle la cui copertura del suolo attuale e storica, quest'ultima verificata tramite interviste con le popolazioni locali, ricadesse nella definizione nazionale di foresta, al fine di garantire l'eleggibilità dei siti sia dal punto di vista dell'uso del suolo che delle caratteristiche di copertura.

I siti del progetto argentino si trovano in un'area agricola parzialmente abbandonata poiché degradata a causa di una cattiva gestione dell'irrigazione, che ha provocato la salinizzazione del suolo. I campi abbandonati sono ricolonizzati da specie resistenti alla salinità e potenzialmente (solo in alcuni casi), potrebbero evolvere in foresta nel lungo periodo. Pertanto i siti sono costituiti in parte da zone ancora sottoposte ad uso agricolo e in parte da zone abbandonate che (riportando la definizione di foresta) *“sono temporaneamente prive di copertura ma che ci si aspetta ritornino boscate”*. La mancanza di termini temporali riguardo alla frase qui citata porta a restringere notevolmente le aree eleggibili per i CDM, escludendo potenzialmente aree come Colonia el Simbolal, che in realtà possono evolvere in foresta in tempi estremamente lunghi, mentre le attività pianificate potranno ricostituire la copertura arborea nel breve periodo. D'altra parte le aree selezionate per il progetto non sono ancora delle *“aree normalmente facenti parte della superficie forestale”* essendo classificate come superfici agricole, pertanto i siti risultano eleggibili ai fini del CDM.

5.1.5. Eleggibilità delle attività di A/R nell'ambito del CDM.

Come già visto, le uniche attività eleggibili come CDM forestale sono l'afforestazione (*afforestation*) e la riforestazione (*reforestation*), le cui definizioni sono state stabilite nella decisione 11/CP7 degli Accordi di Marrakesh:

Afforestation (afforestazione/imboschimento): conversione in foresta, direttamente indotta dall'uomo, di un terreno non forestato da almeno 50 anni, attraverso la piantagione, la semina e/o la promozione di fonti naturali di semi.

Reforestation (riforestazione/rimboschimento): conversione in foresta, direttamente indotta dall'uomo, di un terreno non forestato attraverso la piantagione, la semina e/o la promozione di fonti naturali di semi su terreno che era forestato ma che è stato deforestato. Per il primo periodo d'impegno, le attività di riforestazione saranno limitate ai rimboschimenti realizzati su quelle terre che non erano forestate prima del 31 dicembre 1989.

Pertanto alla base delle attività di A/R ci deve essere sempre una conversione di aree non forestate in foresta indotta dall'uomo, l'unica differenza tra le due attività risiede nel periodo di tempo all'interno del quale i siti selezionati dal progetto sono stati privi di foresta e sottoposti ad un uso differente da quello forestale. Come condizione minima un progetto A/R CDM è eleggibile solo se i siti sono rimasti costantemente privi di copertura forestale almeno dal 31 dicembre 1989.

Un A/R CDM può includere, ad esempio, le seguenti attività:

- Piantagioni per la produzione di biomassa per energia e legna da ardere
- Piantagioni per la produzione di legname da opera
- Rimboschimenti protettivi
- Arboreti da frutto¹⁹
- Sistemi silvopastorali (sistema misto foresta e praterie)
- Sistemi agroforestali (sistema misto di colture annuali ed arboree)

Per essere definita come A/R, ogni forma di gestione sopra riportata dovrà assicurare delle caratteristiche di copertura delle specie forestali pari alla definizione di foresta del paese ospitante. Inoltre il rimboschimento dovrà derivare da un diretto intervento umano (attraverso la piantagione, la semina e/o la promozione di fonti naturali di semi) e non attraverso processi naturali spontanei. I partecipanti al progetto dovranno dimostrare nel PDD che il rimboschimento è conforme alle definizioni di afforestazione e/o riforestazione.

5.1.6. Eleggibilità delle attività dei tre casi studio

I progetti Cina e Argentina fanno uso di semenzali per ricostituire il soprassuolo forestale, la cui densità ricade all'interno della definizione di foresta. In Argentina la

¹⁹ Gli arboreti da frutto sono eleggibili solo nel caso in cui questi non vengano esclusi esplicitamente dalla definizione di foresta del paese ospitante il progetto.

piantagione si avvale unicamente di specie forestali (*Prosopis alba*), mentre in Cina i filari di pioppo saranno alternati con fasce di *Hedysarum mongolicum*, un arbusto utilizzato come specie foraggiera. L'estensione delle fasce coperte da arbusti non supera mai l'area minima stabilita nella definizione di foresta, e devono pertanto essere considerati facenti parte della piantagione.

Nel caso cinese il progetto ricade all'interno della definizione di afforestazione poiché ha luogo su aree mai coperte da foresta almeno negli ultimi 50 anni.

Nel caso Argentino il rimboschimento si può definire come una Riforestazione, poiché i siti sono stati convertiti da foresta ad agricoltura negli anni sessanta, 45 anni prima dell'inizio delle attività di progetto.

Il progetto albanese presenta invece delle caratteristiche particolari, poiché è l'unico CDM al momento esistente che non si avvale di una vera e propria piantagione ma piuttosto di una rivegetazione assistita, tramite la promozione di fonti naturali di semi, limitate attività selvicolturali e con limitata messa a dimora di semenzali (200-500 piante ad ettaro). L'area del progetto è coperta da vegetazione forestale a portamento arbustivo, incapace di oltrepassare la soglia stabilita dalla definizione nazionale di foresta, ed è stato appurato che questi soprassuoli non riescono a sviluppare spontaneamente una copertura forestale a causa del sovrappascolamento e della raccolta di foraggio, che limitano la produzione di semi, creano una compattazione del terreno impedendo alla vegetazione presente dall'assumere un portamento arboreo. I partecipanti dovranno superare tali barriere che mantengono i siti selezionati nello stato di degrado attuale, tramite le attività proposte dal progetto che favoriscono la rigenerazione naturale. Di conseguenza, le attività del progetto possono considerarsi direttamente indotte dall'uomo (ad esempio attraverso la protezione dal pascolo, piantagione, semina e/o promozione indotta dall'uomo di fonti di semi) e non una continuazione dei processi spontanei prima del progetto.

Il progetto albanese ricopre particelle con caratteristiche differenti, disperse in cinque regioni, in alcuni siti le attività sono classificabili come Riforestazione ed in altri come Afforestazione, in dipendenza della copertura storica del suolo che differisce sostanzialmente di zona in zona.

5.2. *Baseline*

Secondo la definizione stabilita nella decisione 19/CP.9, la “*baseline* è la somma dei cambiamenti di stock di carbonio nei pool di carbonio all’interno dei confini di progetto che avrebbero avuto luogo in assenza delle attività del progetto di afforestazione o riforestazione nell’ambito del CDM”. In altre parole la *baseline* rappresenta lo scenario futuro del sito senza il progetto di rimboschimento. Questo scenario dovrà essere sottratto a quello di progetto, poiché solo il carbonio assorbito dalle attività del CDM (al netto delle emissioni) può generare i crediti, e questo deve essere addizionale (maggiore) al carbonio che sarebbe comunque stato assorbito nel sito senza le attività del progetto (*baseline*).

La *baseline* deve essere specifica per ogni progetto, e consiste in un’assunzione ipotetica, che deve considerare tutti i fattori che possono influenzare lo scenario futuro del sito in assenza del progetto. Di conseguenza *baseline* è un concetto dinamico che non si limita al semplice calcolo della quantità di carbonio presente sul sito al momento dell’inizio del progetto, ma è una proiezione futura dei cambiamenti negli stock di carbonio, che deve tener conto di politiche, circostanze nazionali e/o di settore, dell’uso storico dei terreni, delle pratiche correnti, delle tendenze economiche, nonché delle caratteristiche ambientali e sociali del sito stesso.

Per determinare la *baseline*, i partecipanti al progetto dovranno utilizzare delle metodologie già approvate dal Comitato Esecutivo (al momento della stesura di questa tesi, è stata approvata solo una metodologia per i progetti A/R). Se le metodologie approvate non sono applicabili al caso specifico del progetto, i partecipanti dovranno sviluppare una nuova metodologia, che dovrà essere sottoposta al Comitato Esecutivo per la sua approvazione. Se la metodologia viene approvata, questa si renderà disponibile non solo al progetto per cui era stata concepita, ma anche per altri CDM con simili caratteristiche.

La metodologia di *baseline* consiste in una descrizione trasparente e verificabile delle procedure per determinare lo scenario di *baseline* e valutare l’addizionalità del progetto. Questa deve seguire il formato sviluppato dal Comitato Esecutivo (EB 2005a) e deve contenere informazioni su:

- Come determinare i confini di progetto

- Come stratificare l'area del progetto²⁰
- Come scegliere l'approccio per identificare lo scenario futuro del sito in assenza del progetto
- I passi da seguire per verificare l'addizionalità del progetto
- Le formule, gli algoritmi e le assunzioni da applicare per la stima ex ante delle emissioni e degli assorbimenti derivanti dal CDM
- La metodologia (formule, algoritmi e assunzioni) per la determinazione del *leakage*
- Il livello di incertezza del calcolo e il suo approccio conservativo

Nel calcolo della *baseline* si potranno escludere uno o più pool di carbonio solo se viene provato che il pool escluso non aumenta i crediti generati dal progetto.

Come già visto, la decisione 19/CP.9 (par 22(a), (b) e (c)) stabilisce che, nello sviluppare delle metodologie di *baseline*, i partecipanti al progetto dovranno utilizzare uno dei seguenti approcci:

- a) Cambiamenti attuali o storici negli stock carbonio
- b) Cambiamenti negli stock carbonio di un uso del suolo che rappresenta un'alternativa economica vantaggiosa, tenendo in considerazione le barriere per gli investimenti
- c) Cambiamenti negli stock di carbonio di un uso del suolo probabile del sito al momento dell'inizio del progetto

L'approccio (a) si utilizza nel caso in cui non si prevedono dei cambiamenti futuri nell'uso del suolo, ma questi sono una perpetuazione delle tendenze storiche o una continuazione delle condizioni attuali. I progetti Cina, Argentina e Albania, pur utilizzando tre differenti metodologie di *baseline*, si avvalgono di questo approccio. Difatti in tutti e tre i casi si tratta sempre di aree degradate per cause antropiche, per le quali non esistono al momento usi economicamente attrattivi tranne la continuazione dell'attuale uso del suolo.

²⁰ La stratificazione è un processo di suddivisione dell'area del progetto in classi o strati che formano un'unità relativamente omogenea che può facilitare il lavoro ed aumentare l'accuratezza e la precisione delle misurazioni e del monitoraggio (IPCC 2003).

Il secondo approccio (b) è applicabile quando, da un'analisi delle alternative economiche più plausibili (tra cui il progetto CDM), s'individua un uso del suolo più vantaggioso di quello attuale, che non presenta delle barriere d'investimento e che può essere considerato il più probabile uso futuro in quella determinata area. Ad esempio, per il progetto argentino, inizialmente erano stati proposti dei siti costituiti da praterie utilizzate come pascoli localizzate nel nord della provincia di Santiago del Estero. Questi terreni sono stati in seguito ritirati dai proprietari per motivi di convenienza, ma possono essere utili come caso pratico per comprendere meglio quando usare l'approccio (b). Difatti, questa zona è caratterizzata da suoli fertili adatti alla coltivazione della soia, coltura che sta avendo una forte espansione nell'area negli ultimi anni a spese delle praterie e foreste esistenti, poiché garantisce degli elevati introiti nel breve periodo. Non si riscontra alcuna barriera d'investimento per la coltivazione della soia dato che i proprietari terrieri non hanno problemi ad accedere ai finanziamenti governativi o ai prestiti bancari per iniziare questo tipo di attività, che dà le sufficienti garanzie di un ritorno finanziario. Nel caso questi siti fossero stati selezionati per il progetto CDM, l'approccio (b) sarebbe stato considerato come il più appropriato, e il cambio negli stock di carbonio dei campi coltivati a soia avrebbero costituito il più probabile scenario futuro del sito (*baseline*), anche se attualmente l'uso del suolo è differente. E' bene comunque notare che, se dall'analisi economica il rimboschimento risultasse come l'opzione più vantaggiosa (considerando sempre le barriere d'investimento), il progetto non sarebbe considerato addizionale e quindi non eleggibile come CDM.

L'alternativa (c) è la più adatta quando i fattori che influenzano le tendenze d'uso del suolo in una determinata area non sono né quelle storiche né quelle economicamente più vantaggiose. Questo caso si presenta quando l'area è soggetta all'influenza di fattori esterni come pianificazioni territoriali stabilite dal governo o leggi che condizionano l'uso del suolo ecc. Ad esempio, se un sito selezionato per la piantagione era stato precedentemente destinato alla costruzione di un parcheggio (caso poco verosimile ma molto esplicativo), l'uso del suolo più probabile al momento dell'inizio del progetto sarà proprio costituito dal parcheggio, il quale rappresenterà lo scenario di *baseline*. Questo scenario futuro non corrisponde né a quello economicamente più vantaggioso (approccio b) né all'uso storico o attuale del

terreno (approccio a). Pertanto l'opzione più appropriata risulterà essere proprio la (c).

In base all'approccio considerato più appropriato, i partecipanti al progetto dovranno stimare i cambiamenti dei pool di carbonio selezionati all'interno dei confini di progetto in assenza dello stesso. Queste stime saranno poi corrette attraverso il processo di monitoraggio programmato per tutta la durata del progetto.

5.2.1. *Analisi della baseline nei tre casi studio*

Vediamo ora quali sono i fattori presi in considerazione per delineare lo scenario di *baseline* per i tre casi studio (i dettagli del calcolo sono riportati più avanti, nel paragrafo 6.6).

Progetto Cina

Per il progetto cinese, si è scelto di stabilire i cambiamenti negli stock di carbonio della *baseline*, riguardanti queste terre degradate/desertificate, come costante, sia per quanto riguarda la biomassa epigea, ipogea e per la sostanza organica del suolo (*baseline* pari a zero). I pool della lettiera e della necromassa sono omessi nel calcolo, scelta giustificata dal fatto che il loro bilancio del carbonio aumenta nello scenario del progetto, se comparato con quello della *baseline* (in cui si prevede una diminuzione di questi pool). Questo scenario di *baseline* si può considerare conservativo, poiché i siti sono sottoposti ad uno stato di degrado che provoca una progressiva perdita di suolo, principalmente dovuta a fenomeni d'erosione eolica. Pertanto gli stock di carbonio continueranno a diminuire in assenza del progetto o rimarranno allo stadio stazionario minore. Dai sopralluoghi effettuati in sito, è stato appurato che non c'è possibilità di rigenerazione naturale d'alberi e arbusti, a causa dell'assenza di fonti di semi nelle zone limitrofe ai siti di progetto e alle caratteristiche del suolo, prevalentemente sabbioso. Questo è supportato dal fatto che le terre destinate all'afforestazione, non sono state occupate da foresta per almeno 100 anni, e non è attualmente registrato nessun processo di ricolonizzazione naturale degli alberi.

La metodologia utilizza l'approccio (a) tenendo conto dei cambiamenti storici d'uso e copertura del suolo, le politiche nazionali e settoriali che influenzano questi cambiamenti, l'attrattiva economica del progetto in confronto allo scenario di

baseline e le barriere per la realizzazione di progetti di rimboschimento in assenza dei crediti di carbonio generabili dal CDM.

Una volta definita l'area eleggibile, l'area del progetto viene stratificata in base alle classificazioni su mappe e tabelle locali, alle più aggiornate mappe di copertura/uso del suolo, immagini satellitari, mappe del suolo, vegetazionali, topografiche e visite di campo. Come risultato l'area sarà suddivisa in classi (strati) con caratteristiche omogenee, e lo scenario di *baseline* sarà determinato separatamente per ogni strato. Nel caso Cinese i siti mostrano caratteristiche simili pertanto viene assunta una *baseline* costante pari a zero, difatti, tutti i siti del progetto si trovano su suoli sabbiosi con scarsa (se non nulla) copertura vegetale, costituita prevalentemente da specie erbacee, residui di coltivazioni precedenti o dalle infestanti che prendono il posto delle colture quando queste vengono abbandonate.

La metodologia sviluppata per questo progetto si applica per zone fortemente degradate, non utilizzate, su cui si prevede una coltura intercalare di specie arbustive.

Progetto Argentina

La metodologia di *baseline* per il progetto di Santiago del Estero è basata sull'identificazione di tipi differenti d'uso del suolo all'interno dei confini del progetto al momento del suo inizio, e sui cambiamenti dell'area occupata da queste categorie di copertura per la durata del progetto. Questo verrà fatto attraverso l'uso di immagini satellitari ad alta definizione, supportato da sopralluoghi in campo. Difatti, nella Colonia el Simbolal, sono stati selezionati due differenti tipi di siti: campi ancora in uso agricolo (quindi con copertura vegetale assente), e campi recentemente abbandonati, su cui sono in atto dei processi di ricolonizzazione da parte di specie arbustive alofite che non riescono ad evolvere, senza l'intervento umano, in foresta. La *baseline* sviluppata per il progetto argentino tiene in considerazione quattro pool: biomassa aerea ed epigea, sostanza organica nel suolo e lettiera. La necromassa è esclusa dal calcolo poiché si considera assente nello scenario di *baseline* e non è prevista la sua diminuzione nello scenario di progetto. La metodologia si sviluppa attraverso i seguenti passi:

- Una classificazione preliminare basata su mappe di uso/copertura del suolo, fotografie aeree o immagini satellitari acquisite intorno al 1989. Sulla base di questa classificazione verranno individuate le aree forestate da quelle non

forestate (in base alla definizione di foresta adottata dal paese ospitante). Di conseguenza le aree definite foresta dal primo gennaio 1990 verranno escluse dalle aree del progetto.

- Una seconda classificazione farà uso d'immagini recenti, supportata da verifiche sul campo. A questo punto, la selezione basata sulle immagini satellitari avrà come scopo quello di escludere non solo i siti coperti da foresta, ma anche quelli che presentano delle potenzialità di rigenerazione naturale in un periodo di tempo corrispondente a quello di durata del progetto. Tramite l'interpretazione delle immagini si potranno escludere inoltre tutte le aree non disponibili per il progetto come i centri abitati. Infine si produrrà una mappa con solo le aree eleggibili, suddivise in due categorie: terre agricole ed arbusteti.
- Un'analisi temporale tramite immagini satellitari dei cambiamenti d'uso del suolo all'interno dei confini del progetto, consentirà di calcolare il tasso d'abbandono delle terre agricole che determina il loro passaggio in superfici arbustive. Assumendo che questa tendenza continui durante il periodo di credito del progetto, è possibile stabilire la proporzione attesa tra le aree ancora coperte da terre agricole e quelle invece abbandonate (arbusteti) alla fine del periodo di credito

L'accuratezza del processo di classificazione delle immagini viene verificato tramite raccolta di dati in campo. Questo processo è completato da interviste agli agricoltori e proprietari terrieri locali.

Lo stock di carbonio in ogni pool per ognuna delle due categorie è determinato tramite analisi di campo, attraverso una metodologia basata sulla stratificazione e tecniche comprovate di misurazione e calcolo di stock di carbonio (basate sulla GPG LULUCF 2003). Si assume che il cambiamento medio dello stock di carbonio per ogni categoria di copertura sia costante nel tempo e i cambiamenti in stock di carbonio della *baseline* vengano calcolati attraverso i cambiamenti di proporzione di copertura delle due categorie.

Per i dettagli sulla metodologia applicata si rimanda al paragrafo 6.7.3 seguente.

Progetto Albania

Come per l'Argentina, anche nel caso albanese la *baseline* è considerata diversa da zero ed è rappresentata dalla continuazione del degrado attuale. Di conseguenza i

cambi negli stock di carbonio della *Baseline* risultano dagli incrementi della biomassa degli arbusti al netto del consumo degli animali. Il consumo delle erbacee è trascurabile, se si tiene in considerazione la loro poca abbondanza nei siti del progetto a causa dell'erosione del suolo, che impedisce alle piante erbacee di coprire aree significative. Gli stock di carbonio del suolo, della necromassa e della lettiera non sono conteggiati nel calcolo poiché si prevede che questi subiranno un aumento nello scenario di progetto rispetto alla *baseline*.

La definizione della *baseline* è in questa metodologia simile a quella cinese, e segue i passi seguenti:

- Definizione delle aree eleggibili
- Stratificazione dell'area di progetto
- Determinazione della baseline per ogni strato

Per gli strati che sono caratterizzati da suoli privi di vegetazione la *baseline* sarà considerata pari a zero, nel caso invece di strati con presenza di vegetazione arbustiva e/o arborea (con copertura sempre inferiore a quella della definizione di foresta) la somma dei cambiamenti di stock di carbonio sarà basata sul calcolo dell'incremento di biomassa lordo degli arbusti meno il consumo di biomassa dovuto al consumo del bestiame (dettagli del calcolo nel paragrafo 6.7.1).

5.3. Addizionalità

“Un progetto A/R CDM è considerato addizionale se gli assorbimenti netti di gas serra da parte dei sink sono maggiori della somma dei cambiamenti che sarebbero avvenuti in assenza del progetto CDM” (par. 18 della Decisione 19/CP9).

Questo significa che lo scenario di *baseline* dovrà essere sempre minore dello scenario del progetto, e i crediti di carbonio generabili dal progetto sono quelli addizionali, ossia risultanti dalla differenza tra lo scenario di progetto (carbonio stoccato dal rimboschimento al netto delle emissioni) e lo scenario di *baseline*.

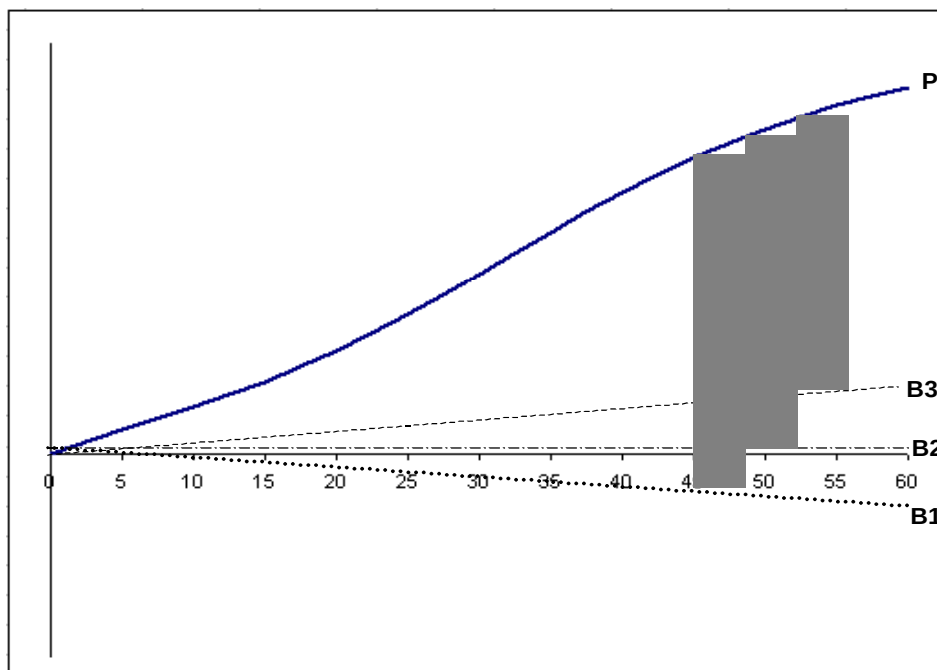


Figura 19 Grafico rappresentante tre esempi di scenari di *baseline* (B1, B2, B3) e lo scenario di progetto (P).

Quando si progetta un CDM forestale, nella fase di individuazione del sito bisogna domandarsi sempre: cosa sarebbe avvenuto su questo singolo appezzamento di terra senza il progetto? Quali sono i fattori limitanti che impediscono l'evoluzione della foresta? Senza il progetto sarebbe naturalmente evoluto in foresta o sarebbe stato comunque rimboschito? Se la risposta è sì, allora il progetto non è addizionale. L'addizionalità è strettamente correlata alla *baseline*, ed è la dimostrazione che i due scenari (di progetto e di *baseline*) non coincidono. Come abbiamo visto, la *baseline* non si riduce al semplice calcolo del carbonio presente e alla sua proiezione nel futuro, ma deve tener conto di tutta una serie di fattori (politici, economici, sociali e ambientali) che influenzano l'uso del suolo presente e futuro di quel determinato sito. L'analisi dell'addizionalità, come per la *baseline*, deve includere questi fattori, e fornire le prove sufficienti per assicurare l'eleggibilità del progetto.

Si possono definire due tipi d'addizionalità: addizionalità delle attività di progetto (come riportata ad inizio paragrafo) e l'addizionalità dei finanziamenti del progetto.

Il secondo tipo di addizionalità è legato alle fonti di finanziamento delle attività di progetto. Un'attività CDM implica l'investimento di un Paese industrializzato (o di un privato autorizzato da questo) in un Paese in via di sviluppo. I fondi utilizzati per la realizzazione delle attività dovranno essere aggiuntivi ai fondi normalmente

utilizzati per la cooperazione allo sviluppo (ODA) e non la diversione di questi. Il PDD dovrà contenere una documentazione appropriata per dimostrare questo tipo di addizionalità. I due progetti finanziati dal Governo Italiano (Cina e Argentina), vengono finanziati dal capitolo di bilancio n.2212 del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, nel quale confluiscono le risorse rese disponibili in base all'articolo 3 della legge n.120 del 1/6/2002 (legge di ratifica del Protocollo di Kyoto). Essendo fondi specificatamente messi a disposizione per i propositi del Protocollo e non derivanti da una diversione dei fondi ODA (gestiti dal Ministero degli Esteri), l'addizionalità dei progetti Cina e Argentina è provata. Nel caso dell'Albania la questione è più complicata, dato che l'attuazione del progetto viene finanziata dalla Banca Mondiale, che gestisce fondi di diversa provenienza, tra cui fondi ODA. In questo caso l'addizionalità è difficilmente provabile, ed è una questione che gli uffici legali della Banca stanno ancora discutendo.

L'addizionalità delle attività del progetto invece si basa sulla dimostrazione che il progetto non avrebbe avuto luogo in assenza del CDM. In pratica si deve provare che grazie alla generazione dei crediti il progetto si rende fattibile rispetto alle alternative identificate.

L'analisi dell'addizionalità si basa su considerazioni sia qualitative che quantitative. Gli aspetti quantitativi riguardano la stima ex-ante la quantità di carbonio netta stoccata dal progetto, considerando lo scenario di *baseline*, per dimostrare che l'accumulo di carbonio non sarebbe avvenuto in assenza del progetto. L'analisi qualitativa supporta quella quantitativa tramite lo studio di tutte le variabili politiche, economiche, sociali e quindi delle barriere che impediscono la realizzazione del progetto in assenza dei benefici generati dalla registrazione del progetto come CDM.

Prima di passare alle metodologie esistenti per la dimostrazione dell'addizionalità, si analizzeranno alcuni aspetti di quest'argomento.

Grubb, in un articolo pubblicato nel 1998 (Grubb, M. et al. 1998), evidenziò la fragilità del concetto di addizionalità in quello che fu in seguito definito il Paradosso di Grubbs, che così è sintetizzato: "...la difficoltà di assicurare che la generazione di crediti rifletta una riduzione di emissioni [o un aumento degli assorbimenti] reale ed addizionale, è vincolata dal paradosso che i progetti più vantaggiosi possano risultare come meno addizionali, mentre l'applicazione rigida dell'addizionalità può generare

degli incentivi politici perversi”. Quest’argomento, originariamente elaborato nel campo dei progetti CDM energetici, può essere riportato anche nel contesto dei progetti CDM forestali. Ad esempio, nazioni con forti politiche forestali nazionali offriranno non solo strutture per l’implementazione di progetti di rimboschimento (disponibilità di vivai, più ampia varietà di specie come materiale d’impianto, conoscenze tecniche, personale specializzato ecc) ma potranno anche garantire meglio la futura permanenza dei rimboschimenti. Difatti una cultura forestale diffusa, diminuirà il pericolo d’incendi dolosi, mentre conoscenze tecniche adeguate, potranno aumentare le possibilità di sopravvivenza futura del rimboschimento. Una nazione virtuosa in campo forestale abbasserà pertanto i costi d’impianto e gestione grazie alla disponibilità di strutture e conoscenze tecniche appropriate ma, se si propone come paese ospitante un progetto CDM, renderà più difficile la dimostrazione dell’addizionalità del progetto (Smith J., 2002). Questo caso è stato riscontrato nel progetto cinese, il quale ha luogo in aree che hanno subito massicci interventi di riforestazione tra il 1970 e il 1985, grazie ai quali sono stati trasformati in foresta 357700 ha, pari al 42,5 % della superficie totale della contea di Aohan. Anche se i ritmi di rimboschimento sono diminuiti notevolmente, fino a cessare completamente negli ultimi anni, questa situazione rende difficile provare l’addizionalità di un progetto in un’area in cui il rimboschimento è considerato una pratica comune. Attualmente la Cina impiega ogni anno lo 0,5% del suo PIL per il rimboschimento di aree degradate, con un incremento annuo di superficie forestale di 8 milioni di ettari e, data la sua crescita economica, non è inverosimile un aumento futuro di tale tasso. I problemi di addizionalità che si possono incontrare in Cina, sono meno probabili in aree come il Mozambico, dove il tasso di deforestazione eccede di gran lunga quello di espansione, con politiche forestali praticamente assenti. Il paradosso appare evidente se si considera il fatto che i progetti CDM (come anche i JI) hanno come effetto secondario quello di prediligere nazioni meno virtuose in campo ambientale, generando pertanto un incentivo politico perverso per i paesi in via di sviluppo che vogliono ospitare tali progetti. A riprova di quanto detto, alcune nazioni (come Colombia e Messico) stanno rivedendo delle scelte politiche in campo energetico, le quali hanno avuto un impatto negativo sulla dimostrazione dell’addizionalità di numerosi progetti CDM (Figueres 2005).

5.3.1. Strumenti per determinare l'addizionalità di un progetto CDM

Per determinare l'addizionalità delle attività di progetto, il Comitato Esecutivo ha sviluppato un nuovo strumento, specifico per i progetti A/R CDM (EB 2005b), che i partecipanti possono usare nella stesura del PDD e delle metodologie. Anche se l'utilizzo dello strumento è facoltativo, per motivi di praticità tutti i progetti fin'ora presentati al Comitato Esecutivo ne fanno uso.

Questo documento fornisce un approccio per passi successivi, per la determinazione dell'addizionalità del progetto (Figura 20). I passi includono:

- identificazione delle alternative alle attività di rimboschimento (che rappresentano gli scenari di *baseline* possibili);
- analisi degli investimenti per determinare che il progetto proposto non è il più vantaggioso economicamente;
- analisi delle barriere (che può essere utilizzata in sostituzione all'analisi degli investimenti o a suo completamento);
- impatti della registrazione delle proposte attività di rimboschimento come CDM

Come primo passo, i partecipanti al progetto dovranno dimostrare che *le attività hanno avuto inizio dopo il 2000* e che i siti e le attività sono eleggibili rispetto alle regole del CDM.

A questo punto si può passare all'**identificazione delle alternative** al progetto. Queste dovranno essere in linea con le leggi nazionali in vigore, se non lo sono bisognerà dimostrare che queste leggi sono sistematicamente non applicate. Nel caso questo non si possa dimostrare, allora l'alternativa che non è in linea con le leggi e regolamenti in vigore non potrà essere presa in considerazione. Se le attività di A/R sono identificate come l'unica alternativa possibile, allora il progetto non è addizionale.

Una volta stabilito lo scenario di *baseline* (che corrisponde all'alternativa più probabile) si dovrà scegliere quale metodo utilizzare per provare l'addizionalità del progetto: analisi degli investimenti e/o analisi delle barriere.

Analisi degli investimenti

Con l'analisi degli investimenti si determina se il progetto, senza gli introiti derivanti dalla vendita dei crediti di carbonio (tCERs o ICERs), è economicamente meno vantaggioso di altre alternative. Vi sono tre metodi diversi per effettuare l'analisi:

- Opzione I - Analisi semplice dei costi
- Opzione II - Analisi comparata degli investimenti
- Opzione III - Benchmark analysis

Analisi semplice dei costi - La prima opzione si applica quando non sono previsti altri ricavi da parte del rimboschimento se non quelli generati dalla vendita dei crediti di carbonio. In questo caso, basta fornire un'analisi dei costi e dei profitti che provi quest'affermazione e, se la documentazione sarà considerata soddisfacente, il progetto verrà automaticamente considerato come addizionale.

Analisi comparata degli investimenti – Questo metodo si avvale dell'identificazione di indicatori finanziari come il tasso di rendimento interno (Internal Rate of Return - IRR), il beneficio attualizzato (Net Present Value – NPV) e il rapporto costi benefici per tipologia di progetto e contesto dove s'inserisce il progetto. Se una delle alternative considerate risulta avere un indicatore finanziario maggiore del CDM, allora quest'ultimo non è considerato come l'opzione più vantaggiosa, e pertanto il progetto risulta addizionale.

Benchmark Analysis – Consiste nell'identificare l'indicatore finanziario, come il IRR, NPV, rapporto costi-benefici, o altri. Questo indicatore può essere rappresentato dal tasso di rendita richiesto relativo a investimenti in agricoltura o attività forestali oppure dal tasso di interesse sui depositi bancari corretto per il rischio inerente al progetto o il costo d'opportunità del terreno, come ad esempio qualunque reddito atteso da speculazione terriera. Una volta identificato l'indice finanziario si dovrà definire il valore di riferimento relativo, come il tasso di rendita richiesto sul capitale azionario. Il valore di riferimento deve riflettere la rendita di mercato standard, prendendo in considerazione il rischio specifico del tipo di progetto, ma non deve essere relativo al valore atteso soggettivo della profittabilità o al profilo di rischio di un dato investitore. Se l'attività di rimboschimento, senza la generazione dei crediti derivata dalla registrazione del CDM, presenta un indicatore meno favorevole del valore di riferimento (ad esempio tasso di rendita richiesto più basso), questa non

potrà essere considerata attraente dal punto di vista finanziario, pertanto il progetto CDM è considerato addizionale.

Analisi di sensitività -Una volta provato che il progetto non è economicamente vantaggioso senza la rendita dei crediti (tramite l'uso di uno dei tre metodi sopra riportati) si dovrà procedere all'analisi di sensitività che mostrerà se la conclusione tratta riguardo il vantaggio economico resiste a variazioni ragionevoli delle ipotesi critiche. Il metodo dell'analisi finanziaria fornisce un'argomentazione valida dell'addizionalità solo se sostiene in maniera pienamente coerente (per un ventaglio di ipotesi realistiche) la conclusione che l'attività di progetto A/R CDM non sarebbe probabilmente attraente dal punto di vista finanziario senza i benefici finanziari derivanti dal CDM.

Analisi delle barriere

L'analisi delle barriere può essere considerata un'alternativa all'analisi degli investimenti o a suo complemento. Con quest'analisi si deve determinare se il progetto deve affrontare delle barriere o che ostacolano la sua attuazione o che favoriscono una delle alternative probabili. Queste barriere possono avere varia natura come:

- Barriere di investimento (oltre a quelle già analizzate nell'analisi finanziaria) come l'impossibilità di accedere a prestiti bancari per questa tipologia di attività
- Barriere istituzionali, quali i rischi relativi ai cambiamenti di politiche di governo o leggi (caso frequente nei paesi in via di sviluppo), mancanza di messa in atto di leggi forestali o relative alla pianificazione territoriale.
- Barriere tecniche, come la difficoltà di accedere al materiale d'impianto (assenza di vivai) o assenza di infrastrutture per l'implementazione delle attività.
- Barriere correlate alle tradizioni locali, alle abitudini, e alla mentalità di un posto (in Mozambico, ad esempio, è forte la credenza popolare che se un uomo pianta un albero morirà nel momento in cui l'albero fiorisce, pertanto questa tradizione può costituire una barriera ai rimboschimenti).

- Barriere legate alle condizioni ecologiche locali, come suoli degradati o sterili o ricoperti di un tappeto erbaceo che impedisce l'attecchimento delle specie forestali.

Per una lista più dettagliata delle possibili barriere si rimanda al testo del documento.

Le barriere identificate possono essere considerate sufficienti solo nel caso in cui queste costituiscano il fattore limitante che impedisce ai partecipanti al progetto di realizzare il rimboschimento al di fuori del CDM. I partecipanti dovranno fornire dei documenti adeguati che attestino le dichiarazioni fatte, e dovranno fornire delle interpretazioni conservative di tale prova, che dimostrino l'esistenza e la significatività delle barriere identificate. La documentazione probante potrà essere costituita dai testi di legge rilevanti, da studi o analisi nazionali od internazionali precedentemente effettuate, statistiche (nazionali o internazionali), dati di mercato, da studi *ad hoc* fatti dai partecipanti al progetto, ecc.

Impatti della registrazione del progetto come CDM

Nell'ultimo *passo* dello strumento, i partecipanti al progetto dovranno spiegare come l'approvazione e la registrazione delle attività di progetto come CDM, rimuovano o minimizzino gli ostacoli economici e finanziari o le barriere identificate nelle analisi precedenti e quindi rendere il progetto di rimboschimento fattibile.

Gli incentivi e/o i benefici che derivano dalla registrazione del CDM possono essere di vario tipo come:

- Assorbimento antropico netto dei gas serra da parte dei sink
- Benefici finanziari generati dalla vendita dei tCER o ICER generati dal progetto
- Possibilità di attrarre nuovi investitori che possano introdurre nuove tecniche o pratiche e quindi migliorare le capacità locali

Se i partecipanti non dimostrano che c'è almeno una barriera che viene superata grazie alla registrazione, il progetto non verrà considerato addizionale.

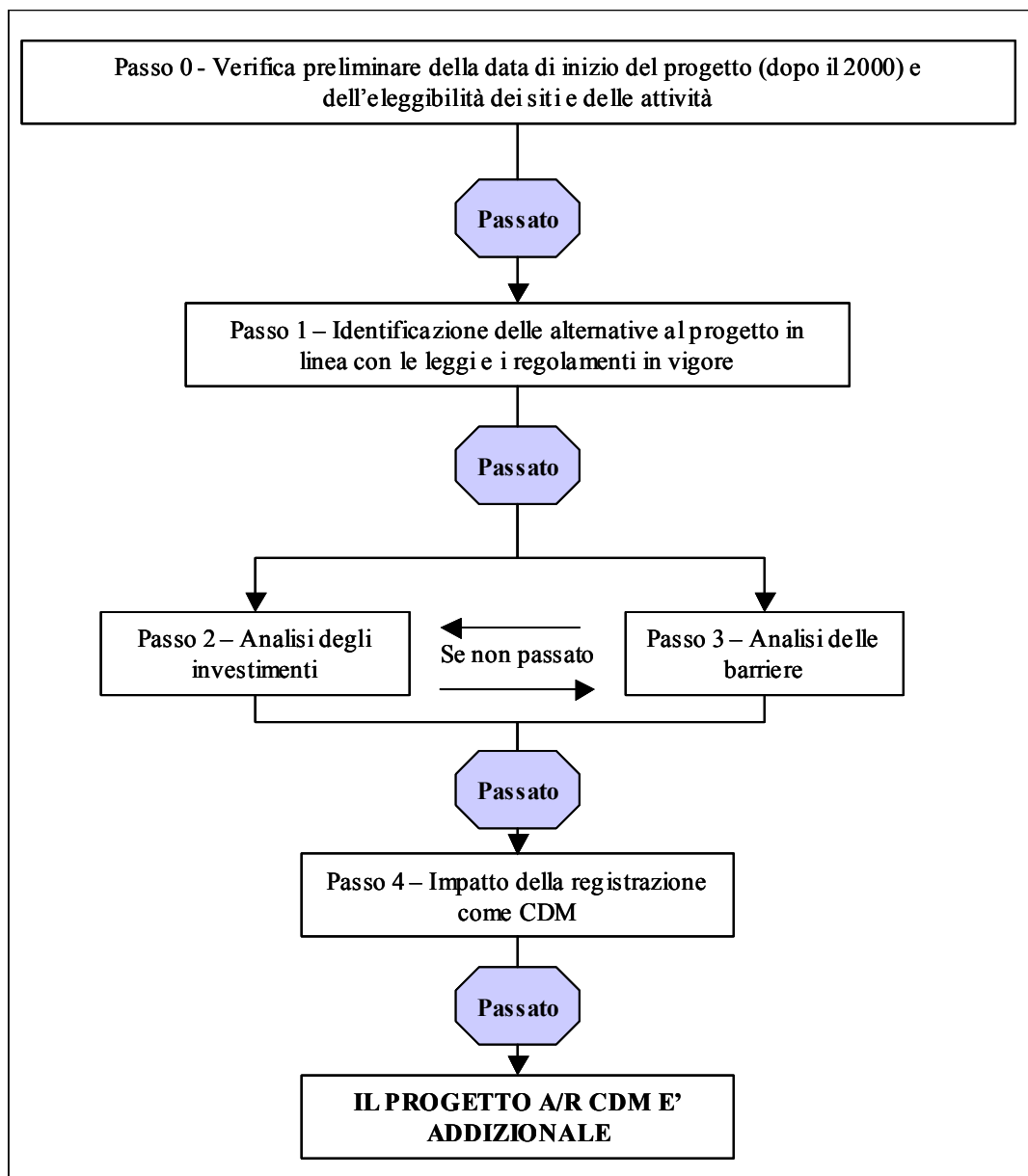


Figura 20 – Schema riassuntivo dello strumento per provare l’addizionalità

5.3.2. Analisi dell’addizionalità nei tre casi studio

Nei tre progetti la dimostrazione dell’addizionalità è stata fatta attraverso lo strumento del Comitato Esecutivo appena descritto, applicato in maniera distinta da progetto a progetto.

Progetto Cina

Individuazione delle alternative al progetto - Dall’analisi delle alternative è apparso che le terre destinate al rimboschimento non sono economicamente vantaggiose per usi del suolo alternativi a quelli correnti, di conseguenza la continuazione della

situazione attuale è la sola forma d'uso identificata. La bassa produttività dei suoli e le barriere agli investimenti, impediscono alla popolazione locale di realizzare le attività proposte dal progetto in assenza degli introiti generati dalla vendita dei crediti di carbonio.

L'analisi politica settoriale per la valutazione della *baseline* mostra invece che, al fine di favorire l'espansione della copertura forestale nazionale, il governo cinese ha lanciato diversi programmi nazionali e regionali. Benché questi programmi mirino ad uno sviluppo forestale, non sono legalmente vincolanti e il raggiungimento degli obiettivi dipende principalmente dalla disponibilità di fondi. I fondi nazionali per l'afforestazione sono limitati se paragonati all'ammontare delle terre disponibili. Inoltre, essendo sotto la soglia di povertà, le aziende e gli agricoltori non sono in grado di coprire totalmente le spese per l'impianto, giacché è difficile per loro ottenere prestiti dalle banche per attività di forestazione (i prestiti per attività agricole sono più facili da ottenere).

Per dimostrare che il progetto proposto è addizionale e non corrisponde con scenario di *baseline*, sono state utilizzate sia l'analisi degli investimenti che quella delle barriere.

Analisi degli investimenti - In questo caso, l'alternativa identificata (continuazione della situazione corrente) non necessita di investimenti e non porta benefici economici, mentre lo scenario di progetto, pur richiedendo un investimento iniziale, produce benefici economici derivanti dalle colture intercalari e dalla raccolta dei semi di *H. mongolicum*; pertanto è stato scelto il metodo di *Benchmark analysis* (Opzione III). Per condurre quest'analisi, è stato selezionato un tasso di ritorno richiesto (*Required Return Rate* - RRR) del 10%, utilizzato per gli investimenti agricoli in base agli standard emessi dal governo locale. Questo significa che i progetti possono essere approvati dal governo solo quando il loro tasso di rendimento interno futuro (FIRR) è previsto maggiore di questo valore soglia. Questo standard è generalmente preso come riferimento per gli investimenti privati e per progetti forestali-commerciali. Il FIRR del progetto è stato calcolato con e senza il finanziamento derivante dal carbonio, ed è rispettivamente 4,11% e 13,83% per i primi 20 anni. Quando la componente finanziaria dei crediti di carbonio è inclusa nel computo, il FIRR eccede il valore di riferimento così che le attività del progetto risultano finanziariamente attrattive. Quando i crediti di carbonio sono esclusi dal

calcolo, il FIRR è significativamente inferiore al valore di riferimento, così che le attività del progetto non risultano attrattive in assenza della vendita dei ICERs (ad un prezzo di 8 US\$/tCO₂eq). Questo è dovuto alla condizione di degrado dei siti, che li rende improduttivi, pertanto, i prodotti forestali ed intercalari da soli non sono sufficienti ed economicamente incentivanti per supportare l'afforestazione.

Analisi delle barriere – Altro fattore limitante identificato per la realizzazione del progetto, oltre alla scarsa convenienza economica, è la difficoltà per le popolazioni locali ad accedere ai prestiti bancari. Difatti, la possibilità di ottenere prestiti dalle banche per attività di rimboschimento sono molto basse a causa della poca attrattiva economica esercitata da questa tipologia di terreni fortemente degradati.

Sulla base delle considerazioni sopra riportate, gli assorbimenti antropogenici netti di gas serra, saranno raggiunti solo grazie alle attività del progetto, e non si verificherebbero in assenza di questo, pertanto il progetto può considerarsi addizionale.

Progetto Albania

Individuazione delle alternative al progetto - I sopralluoghi, le interviste con le istituzioni locali e le opinioni delle popolazioni indicano che la sola alternativa d'uso del suolo disponibile alle comunità locali è la continuazione del corrente stato di degrado. Difatti, l'area del progetto non è considerata produttiva, e le popolazioni locali non sono in grado da sole di cambiare la destinazione d'uso considerando le barriere finanziarie, tecniche, istituzionali e i rischi di mercato che dovrebbero affrontare. Altro fattore limitante allo sviluppo economico di queste aree risiede nella mancanza di un'efficiente rete stradale e del sistema dei trasporti, dovuto anche alla morfologia stessa dei terreni, montagnosi e scoscesi, che caratterizzano le regioni su cui è previsto il progetto. Dall'analisi delle politiche nazionali e/o di settore, non risulta nessuna politica nazionale in atto, che finanzi progetti di forestazione.

Per la determinazione dell'addizionalità, è stata scelta la sola analisi delle barriere.

Analisi delle barriere - Durante la preparazione del progetto, sono state identificate le seguenti barriere le quali prevengono la realizzazione di attività di afforestazione/riforestazione se non effettuate come attività del progetto di A/R CDM:

- Sovrappascolo (principalmente di dovuto alle capre)
- Degrado del suolo (es. erosione eolica e idrica)
- Raccolta di foraggio (in misura minore rispetto al sovrappascolo)
- Forma degenerativa dell'esistente vegetazione che previene la stessa dall'adottare il portamento arboreo
- Mancanza di tradizione nei rimboschimenti di pascoli degradati (questo progetto è il primo della sua categoria)
- Mancanza di strutture organizzative, le quali potrebbero promuovere un'azione comune degli abitanti
- Mancanza di risorse finanziarie o di accesso ai crediti
- Mancanza di conoscenze necessarie per organizzare un rimboschimento
- L'attività del progetto è la prima di questo tipo: nessuna attività di progetto di questo tipo è attualmente operativa nella regione

Questo progetto prevede strutture organizzative per gestire tutte queste barriere.

Per verificare l'addizionalità a livello d'ogni singola particella proposta, è stato appositamente sviluppato un test per provare che l'afforestazione/riforestazione dell'area del progetto è un'attività indotta dall'uomo e che non sarebbe avvenuta in assenza di questo (il test è riportato nel riquadro in fondo al paragrafo). I siti che hanno passato il test sono stati sottoposti all'analisi delle barriere, la quale si basa sull'identificazione del fattore limitante che impedisce alla vegetazione esistente di svilupparsi oltre la soglia stabilita dalla definizione nazionale di foresta. Inoltre bisogna provare che il fattore limitante individuato possa essere rimosso tramite le attività di progetto. Il test riportato e l'analisi delle barriere hanno dato come risultato la selezione dei siti eleggibili i quali sono soggetti ad almeno un fattore limitante il quale è rimosso grazie all'intervento diretto del progetto A/R CDM. Per esempio, 97,9% dell'area del progetto richiede un periodo di cinque o più anni d'esclusione al pascolo per assicurare il successo dell'afforestazione, di cui il 55,8% sarà fatto tramite recinzioni e il 42,1% per mezzo d'accordi comuni tra le autorità del progetto e la popolazione locale. Inoltre il 32,1% è esposto ad alta pressione di pascolo ed il 19,8% necessita la ceduzione per favorire la crescita degli alberi. Concludendo, l'attuale assorbimento di gas serra per mezzo dei *sinks* non sarebbe mai aumentata in assenza delle attività del progetto di A/R CDM, che quindi può essere considerato addizionale.

Test per la dimostrazione dell'eleggibilità e test preliminare per l'addizionalità a livello di ogni singolo sito²¹

0). La dimensione d'ogni singolo sito è maggiore di 0,1 ha?

Sì. Vai al punto 1).

No. Il sito non è eleggibile.

1). Il sito è mai stato coperto da vegetazione legnosa di qualsiasi tipo dal 31 December 1989 ad oggi?

Sì. Vai al punto 2).

No. Vai al punto 5).

2). Le chiome degli alberi hanno mai superato una copertura maggiore del 30% dal 31 December 1989 fino ad oggi?

Sì. Vai al punto 3).

No. Vai al punto 6).

3). La vegetazione legnosa ha mai raggiunto i 3 metri d'altezza dal 31 December 1989 fino ad oggi?

Sì. Vai al punto 4).

No. Vai al punto 6).

4). La vegetazione che ha raggiunto i 3 metri di altezza, ha mai avuto una copertura delle chiome maggiore del 30% e un'area uguale o maggiore di 0,1 ha?

Sì. La porzione di territorio ricoperta da questa formazione non è eleggibile per il progetto A/R CDM. Escludere questa porzione dal sito in esame e tornare al punto 0).

No. Vai al punto 6).

5). E' probabile che, tenendo in considerazione il sistema di gestione attuale del territorio, il sito possa spontaneamente (senza l'intervento umano) rigenerare una copertura vegetale classificabile come foresta in base alla definizione nazionale?

Sì. Le attività pianificate dal progetto A/R CDM non sono addizionali per la porzione di territorio che risponde a tali caratteristiche. Escludere questa porzione dal sito in esame e tornare al punto 0).

No. Le attività pianificate dal progetto A/R CDM sono addizionali se passano l'analisi delle barriere.

6). E' probabile che, tenendo in considerazione il sistema di gestione attuale del territorio, la vegetazione legnosa presente sul sito rientri nella classificazione di foresta stabilita dalla definizione nazionale?

Sì. Le attività pianificate dal progetto A/R CDM non sono addizionali.

No. Le attività pianificate dal progetto A/R CDM sono addizionali se passano l'analisi delle barriere.

²¹ Il test è basato sui valori soglia di foresta stabiliti nella definizione nazionale albanese.

Progetto Argentina

L'analisi dettagliata dell'addizionalità del progetto argentino è ancora in fase d'elaborazione. Pertanto si riporta l'analisi delle alternative al momento disponibile.

Individuazione delle alternative al progetto - La Colonia El Simbolar è il risultato di un'iniziativa del governo (avviata negli anni sessanta) per promuovere lo sviluppo agricolo della regione. Tuttavia la mancanza di continuità politica unita ad una cattiva amministrazione, hanno dato come risultato un diffuso degrado ambientale e socio-economico dell'area. Per decenni, la mancanza di adeguate politiche (finanziarie e tecniche) e l'assenza di manutenzione dei sistemi d'irrigazione ha portato la Colonia El Simbolar verso una serie di fallimenti. I sopralluoghi in campo e le interviste con i proprietari locali indicano che la sola realistica alternativa disponibile ai partecipanti al progetto è quella di continuare con la corrente situazione di degrado delle terre in accordo con la poca attrattiva di questi siti per usi alternativi, tenendo conto delle barriere finanziarie, tecniche, istituzionali e dei rischi di mercato esistenti. Date le condizioni del suolo (soggetto a processi di salinizzazione), Colonia El Simbolar non rappresenta un'area attrattiva per gli investitori privati e gli agricoltori locali non sono in grado da soli di finanziare l'impianto del rimboschimento e, anche in questo caso, è difficile per loro ottenere prestiti dalle banche per attività di riforestazione.

A livello nazionale, esiste un quadro legislativo e dei programmi per proteggere le foreste native e promuovere la loro amministrazione. Benché queste leggi e programmi abbiano mirato allo sviluppo del settore forestale, non sono supportati dallo stanziamento di fondi sufficienti.

Da quest'analisi preliminare il progetto non è stato identificato come una possibile alternativa senza i benefici aggiunti del CDM, pertanto le attività proposte sono considerate addizionali.

5.4. Leakage

Con *leakage* s'intendono gli aumenti delle emissioni di gas serra che si hanno al di fuori dell'area del progetto per effetto dell'impianto stesso. Queste emissioni, se misurabili e direttamente imputabili al progetto, dovranno essere sottratte dal calcolo dei crediti di carbonio generabili.

Il *leakage* può avere diverse origini: ad esempio può essere causato dal disboscamento di foreste native dovuto al trasferimento delle attività agricole o pastorali dalle aree utilizzate per l'impianto; oppure dall'aumento delle emissioni dovuto all'utilizzo di mezzi per il trasporto di personale e materiali per e dal rimboschimento, o al trasporto del legname prodotto. specificare

Il Comitato Esecutivo specifica che il conteggio delle diminuzioni dei pool di carbonio al di fuori dei confini di progetto deve essere incluso nel *leakage*. In particolare si determina che: (a) nel caso di deforestazione al di fuori di confini dovuto al trasferimento delle attività dai siti di progetto, si dovranno conteggiare le perdite avvenute in tutti e cinque i pool di carbonio; (b) nel caso di raccolta di legna da ardere o di simili attività al di fuori dei confini di progetto, si dovrà tenere conto solo delle biomasse asportate non considerate rinnaovabili, e solo nel caso in cui le foreste non abbiano subito processi di degrado a causa di tali attività. In questo caso si può utilizzare l'equazione fornita dalla IPCC (2003) riportata nell'equazione (16) (Cfr.capitolo 6.6). Se invece le foreste mostrano segni di degrado a causa di queste utilizzazioni, si dovrà applicare la regola definita in (a). Il livello di degrado è stabilito in base alla quantità di gas serra assorbiti dal rimboschimento: se il volume di legname estratto dalle foreste limitrofe all'impianto ricade tra il 2% e il 5% della quantità di gas serra assorbita dal rimboschimento (al netto delle emissioni), allora il livello di degrado è considerato non significativo, e si applica la regola (b). Se invece è al disotto del 2% questo tipo di *leakage* può essere ignorato nel conteggio finale dei crediti di carbonio generabili dal progetto.²²

Il *leakage* deve essere stimato preliminarmente dai partecipanti i quali dovranno adottare misure appropriate per minimizzare i suoi effetti²³ e proporre delle metodologie opportune per il suo calcolo e monitoraggio.

Spesso non è facile, nella fase di formulazione del progetto, identificare i potenziali *leakage*, i quali possono essere imprevedibili o fuori dal controllo diretto dei partecipanti del progetto. Un caso esemplare è quello riportato da un delegato durante il diciannovesimo SBSTA a Bonn, il quale raccontò il caso di un rimboschimento in

²² Rapporto del sesto incontro dell'A/R Working Group, Bonn 31 ottobre-2 novembre 2005. Disponibile sul sito www.unfccc.int

²³ Par. 25 Decisione 19/CP9

Thailandia con specie da frutto. Il rimboschimento ebbe un successo inaspettato con grosse produzioni. Questo richiese un notevole quantitativo di materiale d'imballaggio per il trasporto dei prodotti, che ebbe come effetto un aumento dello sfruttamento delle foreste limitrofe, con un considerevole incremento delle emissioni dovute al taglio che non erano state considerate in fase di progettazione.

Un caso particolare si riscontra quando, a causa delle attività del progetto, è necessario lo spostamento del bestiame al di fuori dei suoi confini. I ruminanti sono una delle principali fonti di emissioni di metano, che è il secondo più importante gas serra dopo la CO₂. La quantità di metano prodotta dalla fermentazione enterica dei ruminanti dipende principalmente dalla quantità di capi di bestiame, dal tipo d'apparato digestivo e dalla tipologia e quantità di foraggio consumato (IPCC 2000b). Vacche, bufali e ovini costituiscono la principale fonte di metano da fermentazione enterica. Escludendo il pascolo dall'area d'impianto si determina un aumento delle emissioni al di fuori dei confini di progetto, dovuta all'attività del progetto stesso, e quindi si genera un *leakage*. Se la pressione del pascolo all'interno dei confini è alta, sarà anche alta la quantità di capi rimossi e maggiori le emissioni da calcolare. Bisogna inoltre considerare che il metano ha un fattore di riscaldamento globale 23 volte maggiore di quello della CO₂, quindi, nel calcolo delle emissioni, una tonnellata di metano corrisponde a 23 tonnellate di CO₂ equivalenti. In realtà a livello di emissioni globali nulla cambia, dato che, se rimane inalterata la quantità di bestiame, il quantitativo di emissioni dovute alla fermentazione enterica rimane invariata prima e dopo il progetto. Verrebbe naturale includere queste emissioni nella *baseline*, in quanto presenti al momento dell'inizio del progetto. Questo è uno dei paradossi della Decisione 19/CP9. Difatti, nessun tipo di emissioni può essere incluso nella *baseline* che, per definizione, rappresenta i cambiamenti di stock di carbonio all'interno dei confini di progetto in assenza del progetto stesso. Si parla solo di stock di carbonio, e non di emissioni, quindi nel calcolo della *baseline* verranno incluse solo le variazioni di biomassa nei cinque pool di carbonio. Di conseguenza il bestiame rientra nel conteggio della *baseline* solo come consumatore di biomassa, e non per le sue emissioni ma, nel momento in cui gli animali vengono rimossi, si avrà un aumento di emissioni al di fuori dei confini di progetto (*leakage*). Questa questione è stata recentemente presa in considerazione dal Comitato Esecutivo, il quale sta discutendo l'eventualità di proporre un cambiamento nella

definizione di *leakage* della decisione 19/CP9 (par 21), suggerendo di escludere dal *leakage* le emissioni presenti nel sito prima dell'inizio del progetto.

Questo problema è stato affrontato nel caso albanese, il quale include tra le attività di progetto il trasferimento al di fuori dei siti di 11 056 capi di bestiame (di cui 1427 bovini, 4040 caprini e 5589 ovini). Il *leakage* generato da questo trasferimento d'attività, oltre a creare un impatto sulle popolazioni locali, diminuisce notevolmente i crediti di carbonio generati dal progetto. Per minimizzare questo problema sono stati valutati accuratamente i pro e i contro dell'inclusione del bestiame all'interno dell'area del progetto tramite la razionalizzazione del pascolo, che coinvolgesse non solo i siti del rimboschimento, ma anche i pascoli limitrofi. Bisogna considerare che in Albania (come per molti paesi mediterranei) il silvopastoralismo è uno degli usi principali delle foreste. Questa pratica tradizionale ha fatto sì che la flora e la fauna degli ecosistemi forestali si siano evolute con la presenza degli animali; pertanto l'esclusione del pascolo dalle foreste può avere sia impatti positivi che negativi sulla biodiversità. Difatti la presenza del pascolo, grazie alla ripulitura del sottobosco, diminuisce considerevolmente il pericolo d'incendi boschivi (Papanastasis 2004). D'altra parte un pascolamento non controllato può creare notevoli danni ai boschi poiché, danneggiando i semenzali e i giovani getti, impedisce la rigenerazione naturale; inoltre il pascolo bovino può provocare la compattazione del suolo, diminuendo l'infiltrazione dell'acqua ed impedendo l'attecchimento dei semenzali.

In base a queste considerazioni ed in accordo con le popolazioni locali, si è stabilito di limitare l'esclusione al pascolo ai primi anni delle attività di progetto (per un periodo che varia tra i 5 e i 7 anni, in base alle caratteristiche dei siti), reintegrando il bestiame nelle aree una volta che gli alberi abbiano raggiunto un'altezza sufficiente da evitare danni ai getti apicali dovuti al morso degli animali (Tabella 29). Negli anni iniziali, fino a quando le chiome degli alberi non impediscono l'ingresso della luce solare, le popolazioni locali potranno utilizzare l'erba per provvedere al foraggio, compensando così la diminuzione della superficie pascolata.

L'apporto del metano nel calcolo del *leakage* verrà quindi limitato ai primi sette anni e poi, una volta reintrodotti gli animali, questo potrà essere escluso dai conteggi del carbonio, in quanto non più controllato dalle attività del progetto (per i dettagli del calcolo si rimanda al paragrafo 6.7.1).

Nei progetti in Cina e Argentina il calcolo del leakage è più semplice, in quanto la realizzazione dei progetti non porta ad un trasferimento di attività al di fuori dei loro confini in quanto i terreni destinati al rimboschimento sono per la maggior parte abbandonati e, solo in alcuni casi, occasionalmente utilizzati per colture agricole a bassa produttività. In ambedue i casi studio il calcolo delle emissioni al di fuori dei confini di progetto si riduce alle emissioni causate dall'utilizzo dei combustibili fossili per il trasporto del materiale d'impianto, del personale e dei prodotti del rimboschimento.

5.5. Sostenibilità

I progetti CDM hanno, per definizione, un duplice obiettivo: permettere alle Parti dell'*Annex I* di ottemperare agli impegni di riduzione di emissioni sottoscritti a costi più bassi e quello di aiutare le parti non incluse nell'*Annex I* a raggiungere i propri obiettivi di sviluppo sostenibile.

Il termine “sviluppo sostenibile” venne per la prima volta definito nel rapporto dell'IUCN sulle Strategie di Conservazione della Terra (1980), ma fu nel 1987, con il rapporto Brundtland della Commissione Mondiale per l'Ambiente e lo Sviluppo (WCED, 1987), che si affermò a livello internazionale nella sua accezione attuale. La Commissione definì lo sviluppo sostenibile come “quella forma di sviluppo che riesce a soddisfare i bisogni delle generazioni attuali senza compromettere tale possibilità per le generazioni future”. La definizione, pur richiamando l'attenzione sulle implicazioni a lungo termine dello sviluppo presente, non fornisce informazioni sugli aspetti operativi del termine. Attualmente l'accezione comune di sviluppo sostenibile include tre dimensioni: quella economica, quella ambientale e quella sociale, ognuna delle quali ha un peso maggiore in dipendenza delle interpretazioni e delle attività intraprese (Olhoff, A. et al., 2003).

I benefici potenziali dei progetti CDM possono essere notevoli, dato che possono offrire ai governi dei paesi in via di sviluppo l'opportunità di promuovere e attrarre investimenti nel campo forestale, del recupero di aree degradate, dell'efficienza energetica e in progetti per la promozione di energie rinnovabili. Per le popolazioni locali queste attività possono costituire una fonte aggiuntiva di guadagno e l'accesso ad un supporto tecnico da parte dei paesi sviluppati (Aukland L. et al., 2002).

I governi che ospitano le attività CDM hanno la prerogativa di decidere se un progetto aiuta oppure no a raggiungere gli obiettivi di sviluppo sostenibile. A tutt'oggi solo pochi paesi hanno stabilito dei criteri di sviluppo sostenibile, ma la maggior parte n'è ancora sprovvista. La sovranità nazionale nella scelta degli obiettivi di sostenibilità, se da un lato è vista di buon occhio dai paesi ospitanti, dall'altro l'assenza di standard internazionali può costituire una limitazione al reale beneficio di tali progetti (Olhoff, A., et al. 2003). E' possibile che questi criteri di sostenibilità invece di costituire delle regole guida per la corretta implementazione del CDM, possano essere visti in alcuni casi come un valore aggiunto e non fondamentale per queste attività, contravvenendo pertanto ai principi stabiliti dal Protocollo di Kyoto. Le nazioni, al fine di attrarre finanziamenti, possono essere portate a scegliere degli obiettivi generali e non restrittivi al fine di limitare il meno possibile la gamma di progetti realizzabili sul proprio territorio (Thorne et al 2001).

E' pertanto di fondamentale importanza che le Parti *non-Annex I* sviluppino uno strumento per valutare i collegamenti chiave tra gli obiettivi nazionali di sviluppo e i CDM, con l'obiettivo di selezionare le proposte di progetto in maniera tale da sfruttare al massimo le sinergie per lo sviluppo locale. In Tabella 16 sono forniti alcuni esempi di criteri di sostenibilità che possono essere adottati a livello di Paese.

**Tabella 16 – Esempi di criteri identificati per i paesi ospitanti progetti CDM
(rielaborato da Pembina 2003)**

Criteri Sociali
Migliorare la qualità della vita
Diminuire il livello di povertà
Migliorare la giustizia (improve equity)
Criteri Economici
Fornire un ritorno economico alle entità locali
Raggiungere un impatto positivo nella bilancia dei pagamenti
Trasferimento di nuove tecnologie
Criteri Ambientali
Ridurre le emissioni di gas serra e ridurre l'uso dei combustibili fossili
Aumentare gli assorbimenti di gas serra da parte delle foreste
Conservare le risorse locali
Ridurre la pressione sull'ambiente
Facilitare dei miglioramenti sullo stato di salute e altri benefici ambientali
Contribuire al portafoglio locale per le energie rinnovabili e per altre politiche ambientali

5.5.1. Valutazione degli impatti dei progetti A/R CDM

Un altro aspetto legato alla sostenibilità del progetto è la valutazione degli impatti ambientali e socio-economici delle attività. L'impatto che un CDM può avere in un paese in via di sviluppo e sui beneficiari del progetto varierà in relazione: agli obiettivi e priorità degli attori del progetto; alla pianificazione e alle regole presenti per assicurare che i progetti adempiano tali obiettivi e priorità; all'uso corrente del suolo e alla struttura sulla quale il progetto viene costruito (Aukland L. et al., 2002).

Secondo le regole stabilite nella decisione 19/CP9, i partecipanti al progetto dovranno compiere un'analisi per l'identificazione di eventuali impatti negativi e, se questi vengono considerati significativi da parte dei partecipanti stessi o dal Paese ospitante, i partecipanti dovranno seguire le procedure in materia stabilite dalla nazione che ospita il progetto²⁴.

²⁴ Decisione 19/CP9. Appendice B paragrafo 2 (j), (k)

Nel preambolo della decisione viene inoltre riconosciuto che il Paese ospitante debba valutare, in base alle leggi nazionali in vigore, il rischio associato all'uso di specie aliene potenzialmente invasive o di specie geneticamente modificate e che le parti *Annex I* possono scegliere, in base alle leggi nazionali, di utilizzare i crediti generati da progetti che fanno uso di tali specie.

Anche in questo caso la sovranità del Paese ospitante il progetto CDM viene rispettata.

La Valutazione d'Impatto Ambientale (VIA) è il processo attraverso il quale si determinano i possibili impatti ambientali di un progetto, prendendo in considerazione gli impatti interconnessi socio-economici, culturali, e di salute umana, sia positivi che negativi²⁵. Generalmente le fasi di un procedimento VIA sono cinque (modificato da Marini R. et al. 1987):

- a) *Scoping* – Esame preliminare in cui viene identificato l'ambito in cui la valutazione deve operare. Questo include: l'esame dell'ambiente in cui avrà luogo il progetto; identificazione delle componenti ambientali che possono potenzialmente essere influenzate dal progetto e stabilire i criteri per l'individuazione della significatività degli impatti. Questa fase include il coinvolgimento pubblico (popolazione locale ed istituzioni coinvolte) per l'identificazione degli impatti.
- b) *Screening* – Processo preliminare di previsione e quantificazione della significatività degli impatti positivi e negativi del progetto al fine di decidere se è necessaria una valutazione degli impatti ambientali e socio-economici.
- c) *Misurazione e valutazione degli impatti* – Se nella fase precedente s'identifica la necessità di una valutazione degli impatti, si dovrà procedere all'analisi approfondita di quali possano essere le conseguenze ambientali e socio-economiche delle attività pianificate dal progetto.
- d) *Proposta di misure di mitigazione* – Per ogni impatto negativo identificato, si dovranno prendere delle decisioni a livello progettuale al fine di eliminarlo o diminuirlo significativamente (misure di mitigazione).

²⁵ Convenzione sulla Biodiversità: *Decisione VI/7-Identification, Monitoring, indicators and assessments*. (CBD 2003)

- e) *Organizzazione di sistemi di monitoraggio* – Il monitoraggio e la supervisione del progetto sono di fondamentale importanza per assicurare che il progetto sia sviluppato secondo le misure previste. Inoltre il monitoraggio e la revisione continua delle attività di progetto garantiscono l'identificazione precoce di impatti non precedentemente identificati, facilitando l'adozione di misure di mitigazione in maniera tempestiva.

Nel caso di progetti CDM i partecipanti dovranno sempre effettuare l'analisi preliminare degli impatti (corrispondente alle fasi di *screening* e *scoping*), e passare alle fasi successive solo se vengono identificati degli impatti negativi significativi. In questo caso la VIA dovrà essere eseguita in base alle procedure in vigore nel Paese ospitante. Spesso nei Paesi in via di sviluppo non vi sono norme in vigore sulla valutazione d'impatto di progetti di rimboschimento, in questi casi i partecipanti si ritrovano a dover scegliere se e quali procedure applicare per la VIA. La mancanza di criteri generali VIA da seguire per i progetti CDM, indipendentemente dalle leggi nazionali, può costituire un incentivo alla realizzazione di progetti non sostenibili in nazioni che presentano degli ordinamenti giuridici deboli in campo ambientale.

Negli ultimi anni sono stati prodotti alcuni studi i quali evidenziano l'importanza delle implicazioni sociali, ambientali ed economiche dei progetti agroforestali nell'ambito del Protocollo di Kyoto. Questi studi propongono delle linee guida e degli strumenti per la valutazione degli impatti ambientali e socio-economici per questo tipo di progetti, che possono essere utilizzate sia da chi sviluppa il progetto sia da chi lo deve valutare (Vine E. et al., 1999; Reinhard M. 2003; SCBD 2003; CCBA 2004; Muys B. et al. 2003; Kueppers L et al. 2004; Choudhury, K. 2004; Brown W. 2004).

5.5.2. Valutazione degli impatti dei casi studio

Per i tre casi studio l'analisi degli impatti ambientali e socio-economici non ha identificato impatti negativi significativi che richiedano una valutazione approfondita.

I progetti sono stati pianificati attraverso un approccio partecipativo basato sul coinvolgimento diretto delle popolazioni locali, le quali hanno identificato i siti di progetto, suggerito le specie da utilizzare per i rimboschimenti e il tipo di gestione del progetto. Indubbiamente questo ha fatto sì che gli impatti sociali negativi siano

minimizzati, garantendo la partecipazione massima tra gli attori coinvolti direttamente ed indirettamente nel progetto.

Per i progetti in Cina e Argentina non sono state seguite delle procedure standard per la determinazione degli impatti ambientali, poiché non vi sono leggi in atto nei due paesi ospitanti che richiedessero una VIA per le attività di rimboschimento. Nel caso albanese, essendo un progetto della Banca Mondiale, è stata seguita la prassi richiesta dalle Politiche della Banca in materia ambientale (*World Bank Safeguard Policy*), oltre alle leggi ambientali albanesi. La Banca richiede una VIA per i progetti finanziati al fine di assicurare che questi siano sostenibili a livello ambientale, il cui dettaglio e tipologia dipende dalla natura e scala degli impatti potenziali del progetto proposto. La Banca opera secondo una serie di Politiche di Salvaguardia (*Safeguards Policies*), secondo le quali il progetto può essere classificato nella Categoria A o B, secondo il tipo di valutazione da eseguire in base agli impatti ambientali individuati. Un progetto di categoria A richiederà una VIA approfondita e dettagliata, mentre progetti di categoria B sono quelli i cui impatti ambientali o sociali sono di rilevanza minore o reversibili, rispetto a quelli di categoria A. Nel caso della categoria B il progetto verrà sottoposto ad una valutazione meno approfondita. Il progetto albanese è stato classificato come B. Nella Tabella 17 sono riportate le politiche di salvaguardia della Banca, i loro obiettivi e la valutazione del progetto secondo tali politiche.

Tabella 17 – Valutazione del tipo di VIA per il progetto albanese in base alle Politiche di Salvaguardia della Banca Mondiale

Safeguard Policy	Obiettivi	Valutazione del progetto	Spiegazione
Valutazione d’Impatto Ambientale OP 4.01	La Banca richiede una VIA per i progetti finanziati al fine di assicurare che questi siano sostenibili a livello ambientale. La VIA è un processo la cui ampiezza, dettaglio e tipologia dipende dalla natura e scala degli impatti potenziali del progetto proposto	Categoria B	Sono stati individuati due impatti potenziali che meritano un’analisi specifica: 1. La potenziale attitudine invasive della <i>Robinia pseudoacacia</i> può avere un impatto sociale ed ambientale che necessita particolare attenzione. 2. Lo spostamento delle attività di pascolo al di fuori dell’area del progetto potrebbe aumentare la pressione del bestiame nei pascoli limitrofi al progetto.
Habitat Naturali OP 4.04	Gli habitat naturali sono definiti come territori e aree dove: (i) le comunità biologiche dell’ecosistema sono prevalentemente formate da flora e fauna nativa e (ii) l’attività umana non ha modificato in maniera radicale la funzione ecologica primaria delle aree.	Non trattata	Il progetto non porta ad una perdita significativa o al degrado di nessun habitat naturale critico, inclusi gli habitat legalmente protetti, o proposti per la protezione, o non protetti ma con un valore ecologico riconosciuto. Il progetto avrà luogo solo in aree comunali degradate usate per il pascolo che, storicamente, erano forestate.
Foreste OP 4.36	Il ripristino di aree forestate e le piantagioni forestali devono perseguire i seguenti obiettivi: valorizzare il potenziale delle foreste; alleviare la povertà in maniera sostenibile; integrare la produzione forestale in uno sviluppo economico sostenibile e salvaguardare i servizi ambientali locali e globali delle foreste.	Non trattata	Il progetto di riforestazione pianificato segue gli obiettivi identificati da tale politica poichè ha luogo in aree non forestate, siti riconosciuti come I più adatti per questo tipo di attività (OP 4.36.7).
Gestione dei patogeni OP 4.09	Il piano per la gestione dei patogeni (malattie e insetti parassitari) è necessario dove l’alta incidenza di patogeni lo richiede o quando nel progetto proposto questo aspetto rappresenta una componente importante.	Non trattata	Questo progetto non include nessun trattamento mirato pesticida o antiparassitario.

Risorse Culturali fisiche OP 4.11	Sono definite 'Risorse Culturali Fisiche' oggetti immobili o mobili, siti, strutture, gruppi di strutture, caratteristiche naturali e paesaggi che hanno un significato archeologico, paleontologico, storico, architettonico, religioso, estetico o d'altra importanza culturale. Le risorse culturali fisiche possono essere situate in insediamenti urbani o rurali e possono essere collocate al di sopra o al di sotto del livello del suolo e/o delle acque.	Non trattata	I sopralluoghi di campo e le interviste con le popolazioni locali, hanno mostrato che non vi è presenza nei siti selezionati di risorse culturali fisiche.
Trasferimento involontaria degli insediamenti umani OP 4.12	L'obiettivo di questa politica è quello di: evitare o minimizzare il trasferimento involontario degli insediamenti umani, quando possibile, valutando tutte le possibili alternative di pianificazione del progetto; assistere i gruppi trasferiti a migliorare i loro standard di vita precedenti, aumentando i redditi, i livelli di produzione o al limite ricreare le condizioni precedenti; incoraggiare le comunità a partecipare attivamente alla pianificazione del trasferimento; fornire assistenza alle popolazioni colpite indipendentemente dalle condizioni legali di proprietà della terra.	Non trattata	Le restrizioni nell'accesso dei siti di progetto sono state decise di comune accordo con le popolazioni locali che hanno selezionato i siti.
Popoli indigeni OD 4.20	L'obiettivo di questa politica è di: assicurare che il processo di sviluppo delle foreste avvenga nel pieno rispetto della dignità, dei diritti umani e culturali delle popolazioni indigene; assicurarsi che queste non soffrano degli effetti negativi durante il processo di sviluppo; assicurarsi che le popolazioni indigene ricevano dei benefici economici e sociali culturalmente compatibili.	Non trattata	Il progetto non include popolazioni indigene nell'accezione della OD 4.20.

Nella fase di *screening* e *scoping* tutti e tre i progetti sono stati valutati tenendo conto dei seguenti fattori:

- (i) Attività del progetto
- (ii) Suolo
- (iii) Idrologia
- (iv) Biodiversità
- (v) Altri fattori ambientali
- (vi) Impatti al di fuori dell'area del progetto

L'analisi degli impatti ha visto la partecipazione delle comunità locali e delle istituzioni locali e nazionali, tramite interviste, colloqui, incontri e seminari.

Nei tre casi la struttura generale del progetto e il piano di realizzazione mostrano un impatto positivo sui servizi degli ecosistemi naturali. I tre impianti sono effettuati su terre degradate con evidenti fenomeni erosivi in atto. Sia in Albania che in Argentina i siti di progetto erano storicamente terre forestali convertite ad un altro uso non sostenibile che, grazie al progetto, vedranno il ripristino della copertura originaria. I siti cinesi sono collocati su suoli sabbiosi soggetti ad erosione eolica, che provoca tempeste di sabbia con conseguenti impatti negativi sulle aree agricole limitrofe, la creazione di una copertura vegetale ricoprirà un'importante funzione protettiva e di recupero di suoli improduttivi.

(i) Attività del progetto

Progetto Albania - L'estensione dell'area del progetto è di 5728,45 ha, distribuiti su cinque regioni. La dimensione media d'ogni parcella è di circa 30 ha, al fine di evitare grandi impatti sulla popolazione locali causate dalle attività di spostamento del bestiame. Le attività di afforestazione sono mirate al ristabilimento della copertura vegetale con scopi protettivi e produttivi. Questo sarà fatto attraverso l'impianto di un numero limitato di semenzali, la protezione dalle attività di pascolo e limitati lavori selvicolturali. La preparazione del suolo sarà localizzata e minimizzata. Tutte le operazioni saranno condotte manualmente senza l'utilizzo di

mezzi meccanici o chimici con lo scopo di ridurre gli impatti sull'ambiente e allo stesso tempo coinvolgere le comunità locali.

Progetto Cina – I 3000 ha del progetto non costituiscono un corpo unico ma sono distribuiti in 8 fattorie forestali all'interno della contea di Aohan, con una superficie media dei siti di 23,6 ha. La preparazione del terreno per l'impianto sarà meccanizzata ed estensiva, ma data la poca vegetazione presente sui siti del progetto, prevalentemente costituita da specie erbacee e resti di coltivazioni precedenti, la preparazione del sito non avrà degli impatti negativi rilevanti rispetto all'ecosistema presente sul sito di progetto.

Progetto Argentina – Anche in questo caso nei 3000 ettari destinati alla piantagione, la preparazione del suolo sarà meccanizzata ed estensiva. Il 60% dei siti è costituito da aree agricole abbandonate colonizzate da specie arbustive alofite. La preparazione del sito implica l'eliminazione di tali specie con dei bulldozer. I resti degli arbusti saranno lasciati *in situ* e tritati tramite trincia-sarmenti, al fine di minimizzare le perdite di sostanza organica e di rendere più fertili i suoli.

(ii) Suoli

Progetto Albania - La degradazione del suolo è stata identificata come uno dei problemi più gravi in Albania. Correntemente, terreni altamente degradati nelle aree rurali sono soggetti al pascolo incontrollato il quale previene lo sviluppo di uno strato di vegetazione protettivo. Questi terreni si erodono velocemente e in molte zone il paesaggio sembra devastato, con conseguente perdita di suolo. Le cause della degradazione del suolo sono dovute alla mancanza di una gestione sostenibile e alla mancanza di risorse naturali. Il progetto verrà svolto solo su pascoli comunali degradati, che per la maggior parte facevano parte in passato di aree forestali che sono state deforestate e degradate a partire negli ultimi 20 anni. Il maggior effetto del progetto sarà quello di migliorare la stabilizzazione del suolo attraverso lo sviluppo di una copertura vegetale e un incremento dello sviluppo delle radici. Anche la sostanza organica del suolo aumenterà come risultato dell'incremento della produzione primaria, mentre i suoli degradati miglioreranno in fertilità.

Progetto Cina – Come già detto, l'area del progetto è localizzata nella parte sud del deserto del Kerqin ed è severamente degradata/desertificata a causa della mancanza della copertura vegetale, della conseguente erosione eolica, degli interventi umani

quali il pascolo e la raccolta di legna da ardere che si sono verificati nel corso degli ultimi 100 anni. Correntemente l'area del progetto è soggetta a forti fenomeni d'erosione eolica e desertificazione. Se la situazione rimane allo stato attuale, i terreni continueranno ulteriormente il loro processo di desertificazione e l'erosione eolica diventerà ancora più accentuata. Il ristabilimento della foresta allevierà l'erosione eolica e migliorerà produzione locale e le condizioni ambientali e edafiche.

Progetto Argentina – I terreni utilizzati per il rimboschimento sono soggetti a salinizzazione dovuta prevalentemente a due fattori: la natura stessa dei suoli unita a condizioni climatiche avverse caratterizzate da basse precipitazioni, e alla topografia pianeggiante, che hanno impedito lo smaltimento dell'eccesso di salinità e, in secondo luogo, le inondazioni passate e la cattiva gestione del sistema irriguo hanno determinato un aumento del contenuto salino nei primi orizzonti del suolo (Ochoa L.H. 2002). Il genere *Prosopis* è estremamente plastico e adattabile alle condizioni edafiche estreme caratterizzate da elevata salinità, e ha dimostrato essere una specie miglioratrice delle caratteristiche del suolo, sia grazie alle sue capacità di fissare l'azoto, sia diminuendo il contenuto salino del suolo (Karlin, U. 1989)

(iii) Idrologia

Generalmente, per tutti e tre i casi studio, l'aumento della copertura vegetale, incrementerà la capacità di ritenzione idrica da parte dei terreni, riducendo i fenomeni erosivi e il rischio di inondazioni durante gli eventi di precipitazione eccezionali. Questo è particolarmente importante nel caso albanese, visto che molti dei siti sono localizzati su terreni collinari o montagnosi caratterizzati da forti pendii.

(iv) Biodiversità

Per quanto riguarda la biodiversità, nessuno dei tre progetti porta a significanti perdite o degrado di alcun habitat naturale considerato critico, includendo in questa definizione quegli habitat che sono legalmente protetti, quelli che sono stati ufficialmente proposti per la protezione e quelli non protetti ma con un valore di conservazione riconosciuto.

Progetto Albania - Le attività di piantagione includeranno la messa a dimora di molte specie locali, con un conseguente aumento della biodiversità. Esperienze precedenti nell'area prescelta hanno provato che grazie alla gestione sostenibile di pascoli

degradati, si assiste ad un incremento della biodiversità è (Albanian Forestry Project-AFP - 1996-2004, Progetto della Banca Mondiale). La promozione della rigenerazione naturale porterà allo sviluppo di successioni ecologiche naturali nelle aree del progetto, creando le condizioni per l'ingresso a medio termine di specie climax le quali manterranno la copertura forestale nel futuro, garantendo la creazione di habitat per la fauna locale, migliorando anche la biodiversità animale e aumentando la dispersione di semi in altre aree al di fuori dell'area di progetto.

Una preoccupazione riguarda l'uso della Robinia, che è una specie pioniera a rapida crescita, considerata spesso invasiva. L'uso di tale specie è stato altamente richiesto dalle comunità locali, per la qualità del foraggio e per la produzione di legname. La Robinia è anche una specie azotofissatrice capace di migliorare le condizioni del suolo.

La Robinia sarà usata (con una proporzione minima del 16% all'interno dell'area del progetto), nelle aree altamente degradate, dove questa specie può garantire possibilità di successo maggiori rispetto ad altre specie indigene usate per attività di afforestazione in altre parti della nazione. L'introduzione della Robinia sarà effettuata in maniera limitata e controllata, piantando alberi in monocoltura per facilitare il controllo della dispersione della specie nelle aree limitrofe. Inoltre, il rapporto tra specie esotiche e native nelle parcelle dove la Robinia viene piantata, verrà monitorato. Ogni deviazione dalla proporzione originale del 16% di presenza della Robinia, autorizzerà le popolazioni locali coinvolte nel progetto ad utilizzare la quantità di in eccesso.

Progetto Cina – Nella zona adiacente al progetto vi sono due importanti riserve naturali, rispettivamente nella parte sud-est e sud-ovest dell'area del progetto, che comprendono specie rare e in pericolo d'estinzione. Entrambe le riserve naturali sono minacciate dall'impatto delle tempeste di sabbia che proveniente dalla parte nord dove si trova il deserto del Kerqin. Le attività di rimboschimento del progetto ricadono tra il deserto e le riserve naturali, e assieme con le foreste esistenti servirà come barriera di protezione dall'erosione eolica e dalla desertificazione per le due riserve apportando benefici indiretti anche fauna selvatica presente nelle riserve ed offrendo rifugio all'avifauna presente.

Progetto Argentina – Le formazioni vegetali arbustive che costituiscono l’ecosistema presente sui terreni agricoli abbandonati, costituiscono uno stadio degradato della successione climax in cui l’algarrobo costituisce una fase avanzata nella serie climacica. Questa specie ha dominato storicamente gran parte delle formazioni forestali di questa area, tanto che la farina prodotta dai suoi frutti costituiva, insieme al mais, l’alimento base delle popolazioni indigene locali (Ochoa L.H. 2002). La deforestazione dell’ultimo secolo ha depauperato le terre della Provincia di Santiago del Estero della sua copertura boschiva originaria. Il ripristino di boschi di algarrobo avrà un impatto positivo sulla biodiversità dell’area, anche a livello faunistico. Inoltre la specie *Prosopis alba* mostra un’alta variabilità genetica intraspecifica che risulta in differenze tra i singoli esemplari quali il tasso di crescita, l’adattabilità e la resistenza alle condizioni ambientali. Questa caratteristica garantisce un elevato grado di biodiversità genetica che permette a questa specie di sopravvivere alle difficili condizioni ambientali in cui si è evoluta.

(v) Altri fattori ambientali

Date le condizioni ambientali delle zone in questione, le attività pianificate nei tre progetti apporteranno altri effetti indiretti sulla qualità dell’ambiente, quali: effetti positivi sul clima regionale; minori temperature al suolo; maggiore umidità atmosferica; miglioramento della qualità delle acque; riduzione della polvere atmosferica; miglioramento estetico del paesaggio; miglioramento della disponibilità di cibo, combustibile, materiali da costruzione e altri prodotti forestali.

(vi) Impatti al di fuori dell’area di progetto

Progetto Albania - La recinzione delle aree potrebbe intensificare il pascolo nelle terre adiacenti, risultando in una perdita di vegetazione, copertura del suolo e aumento dell’erosione. Al fine di mitigare quest’impatto potenziale, il progetto è stato discusso intensamente con le comunità locali per trovare un accordo sulla selezione delle terre per il progetto. Le popolazioni coinvolte non hanno fatto obiezioni sullo spostamento degli animali dalle aree riservate, e sono stati d’accordo sul numero di capi di bestiame e sulla razionalizzazione del pascolo nelle aree del progetto. Comunque l’esclusione del pascolo sarà limitata ai primi anni (dal 5 al 7 anno) in base alla capacità rigenerativa di ogni singola area del progetto. Una volta che gli alberi hanno raggiunto una sufficiente altezza, il bestiame potrà essere

reintrodotto all'interno dei siti. Le attività di pascolo saranno integrate nei rimboschimenti attraverso un sistema silvopastorale razionalizzato che garantirà la sostenibilità futura del progetto. Questo è particolarmente importante quando pascoli e terre arabili al di fuori dei siti non sono sufficienti per la produzione di foraggio in misura tale da sostenere l'incremento di pressione causata dalle attività di progetto. In ogni caso lo strato erbaceo che si svilupperà all'interno delle aree recintate sarà disponibile per lo sfalcio e la raccolta, e il conseguente utilizzo come foraggio per il periodo invernale.

Progetto Cina – Gli impatti al di fuori dei confini del progetto cinese saranno prevalentemente positivi, dato che il progetto risulterà in una diminuzione dell'erosione eolica con conseguente diminuzione dell'incidenza di tempeste di sabbia nell'area.

Progetto Argentina – Non si prevedono impatti negativi al di fuori del confine del progetto generati dal rimboschimento.

6. Calcolo dei crediti di carbonio generabili dal progetto

I progetti devono sequestrare carbonio dall'atmosfera in maniera reale, misurabile e devono essere verificati da una terza parte accreditata (DOE). Lo stock di carbonio generato dal progetto deve essere assicurato per il periodo di credito scelto, e qualsiasi emissione causata dalle attività di progetto deve essere misurata e scontata dai crediti generati dal progetto.

La quantità di crediti certificati generabili (ICER-tCER), è data dall'assorbimento antropico netto da parte dei pool selezionati (C_{AR_CDM}) che è uguale al carbonio assorbito dal rimboschimento al netto delle emissioni imputabili alle attività di progetto all'interno dei confini dello stesso (C_{ACTUAL}), a cui andranno detratti il *leakage* (C_{LK}) e la *baseline* (C_{BSL}).

$$C_{AR_CDM} = C_{ACTUAL} - C_{BSL} - C_{LK} \quad (1)$$

Il calcolo dei crediti è diverso in base al tipo di CER selezionato (ICER o tCER). I crediti vengono emessi al momento della verifica. La data della prima verifica viene stabilita dai partecipanti, successivamente le verifiche si ripeteranno con scadenza quinquennale. La quantità di crediti emessi è calcolata nel seguente modo:

$$tCERs = C_{AR-CDM,t2} \quad (2)$$

$$ICERs = C_{AR-CDM,t2} - C_{AR-CDM,t1} \quad (3)$$

Dove:

$tCERs$ = numero di unità di Riduzioni di Emissione Certificate temporanee (*temporary Certified Emission Reductions*)

$ICERs$ = numero di unità di Riduzione di Emissioni Certificate a lunga durata (*long-term Certified Emission Reductions*)

$C_{AR-CDM,t2}$ = assorbimenti antropici netti di gas serra da parte dei sink, come stimato nel momento della verifica t_2 (t CO₂eq)

$C_{AR-CDM,t1}$ = assorbimenti antropici netti di gas serra dai sink, come stimato nel momento della verifica precedente t_1 (tCO₂eq)

Per un corretto approccio nella stima e nel monitoraggio del carbonio stoccato dal rimboschimento (e quindi dei crediti) si dovranno usare come guida le indicazioni fornite dai seguenti documenti:

1. Le decisioni stabilite dalla COP/MOP del protocollo di Kyoto (Decisioni 11/CP.7, 17/CP.7 e 19/CP.9)
2. I formati e le indicazioni fornite dal Comitato Esecutivo e dal Gruppo di Lavoro sull'afforestazione e riforestazione (AR Working Group) (EB 2005a)
3. La “Good Practice Guidance on Land Use, Land Use Change and Forestry”²⁶ (IPCC 2003) da qui in poi chiamata GPG LULUCF 2003.

Secondo questi documenti, la misurazione degli assorbimenti antropici netti deve contenere:

- La delimitazione dei confini di progetto
- Lo studio della *baseline*
- La misura, il monitoraggio e la stima dei cambiamenti degli stock di carbonio e degli altri gas serra
- La pianificazione delle misurazioni e del monitoraggio delle attività
- Lo sviluppo di piani di controllo di qualità

La GPG LULUCF 2003 fornisce metodi dettagliati per misurare, monitorare e riportare i cambiamenti negli stock di carbonio e le emissioni generati dal settore LULUCF del Protocollo di Kyoto (Articoli 3.3, 3.4, 6 e 12). Questa guida integra quella già sviluppata dall'IPCC nel 2000 per gli inventari dei gas serra nazionali (IPCC 2000b). Per quanto riguarda i CDM, la GPG LULUCF 2003 fornisce solo delle indicazioni sulle metodologie di stima dei cambiamenti degli stock di carbonio e delle emissioni e assorbimenti dei gas serra all'interno dei confini di progetto (Capitolo 4.3.). Non c'è nessun'indicazione sui concetti di non permanenza, di addizionalità, *leakage*, definizione della *baseline* o sulla valutazione degli impatti ambientali e socio-economici, poiché al momento della sua stesura questi argomenti erano ancora sul tavolo delle negoziazioni del SBSTA.

²⁶ Guida di buona pratica per l'uso del suolo e i suoi cambiamenti a foreste

Tenendo in considerazione le indicazioni dell'IPCC e l'esperienza maturata in campo, per la misura, il monitoraggio e la stima degli stock di carbonio e delle emissioni si procede seguendo questa logica:

1. Raccolta delle informazioni disponibili sull'area
2. Stratificazione dell'area di progetto
3. Selezione dei pool di carbonio
4. Studio della *baseline*
5. Analisi dei *leakage* potenziali
6. Stima dei crediti ex-ante
7. Determinazione del piano di misurazioni e di monitoraggio

6.1. Raccolta delle informazioni disponibili sull'area

Le informazioni disponibili sull'area costituiscono la base per la stratificazione, lo sviluppo della *baseline* e della strategia di calcolo e monitoraggio degli stock di carbonio nonché dell'analisi degli impatti ambientali e socio-economici del progetto.

Nella fase preliminare del progetto i partecipanti dovranno raccogliere informazioni relative a:

- Cambiamenti storici delle condizioni socio-economiche e d'uso del suolo del sito
- Dati e pubblicazioni riguardanti la biomassa e il carbonio organico del suolo
- Mappe topografiche e tematiche (vegetazionali, pedologiche, geologiche, d'uso del suolo ecc)
- Titolo di proprietà della terra
- Leggi e politiche di gestione del territorio che riguardano l'area del progetto;
- Dati e studi sulla vegetazione presente e potenziale
- Dati climatici dell'area, ecc.

La quantità e la qualità delle informazioni disponibili a livello nazionale, o meglio locale, è fondamentale per determinare il grado di precisione della stima e per il calcolo dei crediti di carbonio. A questo proposito la GPG LULUCF 2003 definisce

tre livelli (“*Tier*”) d’approccio metodologico con differenti gradi di dettaglio (Box 3.1.1 delle GPG LULUCF 2003):

Livello 1: questo approccio è il più approssimativo ed impiega metodologie che fanno uso di dati a bassa risoluzione temporale e spaziale, come ad esempio stime internazionali dei tassi di afforestazione, mappe d’uso del suolo globali, fattori standard di espansione della biomassa o delle emissioni (come quelli forniti dalla guida stessa), ecc.

Livello 2: questo approccio fornisce delle stime più dettagliate del precedente poiché, pur usando le stesse metodologie, impiega dati specifici per quel determinato Paese come ad esempio metodologie nazionali riguardanti i cambiamenti degli stock, o dati specifici delle emissioni, dati applicabili ad una determinata regione climatica ecc.

Livello 3: rappresenta il livello di dettaglio più alto, e si può ottenere quando sono disponibili metodologie che fanno uso di modelli sviluppati localmente o dati raccolti con un grado di dettaglio spaziale e temporale elevato (serie storiche dei cambiamenti d’uso del suolo del sito, mappe pedologiche a scala locale, fattori di espansione della biomassa sviluppati localmente per le specie del rimboschimento ecc).

Le stime ottenute utilizzando gli approcci dei Livelli 1 e 2, avendo dei gradi di incertezza elevati, dovranno essere più conservative, pertanto possono penalizzare il progetto attraverso la sovrastima del livello della *baseline* e le sottostima dello scenario di progetto.

6.2. Stratificazione dell’area di progetto

La stratificazione è un processo di suddivisione dell’area del progetto (popolazione d’interesse) in classi o strati che formano un’unità relativamente omogenea che può facilitare il lavoro ed aumentare l’accuratezza e la precisione delle misurazioni e del monitoraggio. In generale la stratificazione può diminuire i costi di monitoraggio e misurazione poiché ci si aspetta che diminuisca il numero di campioni necessario, mantenendo lo stesso livello di confidenza grazie alla varianza che sarà minore per

ogni strato, rispetto al totale dell'area di progetto.²⁷ La stratificazione deve essere fatta utilizzando criteri che sono direttamente correlati con le variabili da misurare e monitorare. Gli strati possono essere definiti sulla base di variabili come la vegetazione iniziale, o caratteristiche del sito come il tipo del suolo, l'altitudine, la pendenza ecc. Bisogna trovare un giusto equilibrio tra il numero degli strati e l'intensità di campionamento: gli strati dovrebbero essere abbastanza numerosi da rendere possibile un adeguato campionamento all'interno di ognuno di questi, ma non troppi da aumentare eccessivamente i costi di campionamento. Gli strati possono essere cambiati durante il corso del progetto (unione di più strati o viceversa), in base alle caratteristiche del rimboschimento e alle informazioni raccolte durante il monitoraggio. Generalmente i sistemi informatici territoriali (SIT) possono essere di grande aiuto nel processo di stratificazione, soprattutto se vi sono tecnologie adeguate a disposizione nel paese ospitante.

La stratificazione dei casi studio qui presentati, è stata effettuata sulla base delle caratteristiche dei siti in maniera diversa da caso a caso. Il progetto cinese è stato stratificato in base alle condizioni del suolo, il quale costituisce la discriminante principale nei fattori di crescita potenziale del rimboschimento. I quattro strati identificati sono stati poi suddivisi in due substrati, in base all'età del rimboschimento il cui impianto è stato effettuato in due fasi successive.

Tabella 18 Stratificazione del progetto Cina

Strati	Area (ha)	Copertura erbacea (%)	Tipo di suolo	Profondità del suolo (cm)
I	63,3	15-20	<i>Chestnut soil</i>	80-100
II	360	10-15	<i>Aeolian soil</i>	>150
III	1930	10-15	<i>Aeolian soil</i>	80-100
IV	646,7	10-15	<i>Aeolian soil</i>	50-60

L'area del progetto albanese è distribuita su cinque regioni, ed è costituita da tanti piccoli appezzamenti di terreno che si differenziano per fascia altitudinale, condizioni climatiche, edafiche, geologiche, vegetazionali e di uso del suolo. In base

²⁷ Paragrafo 4.3.3.2 della GPG LULUCF 2003

di queste caratteristiche, sono stati identificati quattro strati principali, come riportato in Tabella 19.

Tabella 19 Stratificazione nel progetto Albania

Strato	Descrizione	Area (ha)	%
1	Macchia e garrighe mediterranee	636	11
2	Formazioni miste di cerro e carpino oppure acero e carpino	1737,8	37
3	Formazioni di bosso e ginepro su rocce magmatiche	2959,2	34
4	Formazioni aperte di specie nane o praterie con <i>Juniperus nana</i>	395,5	7

I siti del progetto argentino occupano un'area caratterizzata da condizioni edafiche, climatiche ed ambientali omogenee. Le differenze principali individuate corrispondono alla tipologia di uso del suolo, che condiziona la copertura vegetale attuale degli appezzamenti di terra destinati al progetto, di conseguenza il processo di stratificazione ha portato alla definizione di due classi principali: aree sottoposte ad uso agricolo (prive di vegetazione) e aree agricole abbandonate (ricolonizzate da arbusti alofiti) (Tabella 20).

Tabella 20 – Stratificazione del progetto Argentina

Strato	Descrizione	%
1	Suoli agricoli in uso o recentemente abbandonati (privi di vegetazione)	60%
2	Suoli agricoli abbandonati (con presenza di specie arbustive)	40%

6.3. Selezione dei pool di carbonio

Come stabilito dalla decisione 11/CP7 e confermato dalla decisione 19/CP9, nel conteggio degli assorbimenti di stock di carbonio per le attività A/R CDM, bisognerà tener conto di cinque pool di carbonio: biomassa aerea (epigea), biomassa radicale (ipogea), lettiera, necromassa e carbonio organico del suolo. La definizione dei pool, fornita dalle GPG LULUCF 2003, è riportata in Tabella 21. Le GPG LULUCF 2003 considerano come emissione il carbonio del legname rimosso o di altra biomassa asportata, assumendo che questo sia ossidato nell'anno stesso della sua rimozione.

L'inclusione nel conteggio dei prodotti legnosi ricavati dal rimboschimento (*Harvested Wood Products* – HWP) sarà possibile solo dal prossimo periodo d'impegno (2012-2017).

Tabella 21 – Descrizione dei pool di carbonio (come da tabella 3.1.2 dell' IPCC 2003)

Pool di carbonio		Definizione
Biomassa viva	Biomassa aerea (epigea)	Tutta la biomassa vivente sopra il suolo incluso: fusto, ceppaie, rami, corteccia, semi e fogliame Nota: nel caso il sottobosco costituisca una componente limitata del carbonio organico del suolo, è ritenuta accettabile la sua esclusione nel calcolo
	Biomassa radicale (ipogea)	Tutta la biomassa viva delle radici. Spesso le radici fini (sotto i 2 mm di diametro) sono escluse poiché queste spesso non possono essere empiricamente distinte dalla sostanza organica del suolo o dalla lettiera
Materia organica morta	Lettiera	Include tutta la biomassa morta, in vari stadi di decomposizione, con un diametro minore di un diametro minimo selezionato dalla nazione (ad esempio 10 cm), presente sopra il suolo minerale o organico. Sono inclusi la lettiera e gli strati umico e fumico. Le radici fini vive (di diametro minore di quello suggerito come limite per la biomassa radicale) sono incluse nella lettiera quando queste non possono essere distinte empiricamente
	Legna morta (necromassa)	Include tutta la biomassa legnosa morta non contenuta nella lettiera. La biomassa morta può essere in piedi, a terra o nel suolo. Questa include i tronchi, i rami giacenti al suolo e le radici morte, con diametri pari o superiori a 10 cm (o di qualsiasi altro diametro soglia scelto dalla nazione)
Suoli	Carbonio organico nel suolo	Include il carbonio organico nel suolo minerale o organico (incluse le torbiere) ad una profondità definita dalla nazione e applicata coerentemente per una serie temporale. Le radici fini vive (con diametro minore di quello limite scelto per la biomassa radicale) sono incluse nel carbonio organico del suolo quando queste non possono essere distinte

Nel calcolo dei crediti generati da progetti A/R devono essere inclusi tutti e cinque pool di carbonio. I partecipanti al progetto possono, però, scegliere di escludere uno o più pool se forniscono informazioni trasparenti e verificabili che tale scelta non aumenti gli assorbimenti antropici netti attesi dal progetto. Se queste informazioni non sono adeguatamente fornite, i partecipanti dovranno allora conteggiare tutti i

cambiamenti significativi nei cinque pool, e/o le emissioni da parte delle fonti che sono aumentate a causa dell'implementazione del progetto²⁸.

La selezione dei pool e delle emissioni da fonti da misurare e monitorare dipende da vari fattori, che includono il tasso di cambiamento atteso, la dimensione e la direzione del cambiamento, la disponibilità e l'accuratezza dei metodi per quantificare le variazioni, i costi di misurazione. Tutti i pool in cui si prevede una diminuzione a causa delle attività di progetto devono essere necessariamente monitorati e misurati. Secondo la GPG LULUCF 2003, i pool nei quali ci si aspetta un aumento minimo (meno del 2% dei cambiamenti totali attesi per tutti i pool), possono essere esclusi dal conteggio, soprattutto se la loro misurazione implica dei costi di monitoraggio elevati come ad esempio per la vegetazione erbacea del sottobosco. In Tabella 22 vengono elencati i possibili criteri di selezione dei pool di carbonio, con la notazione sui capitoli della GPG LULUCF2003, relativi alle metodologie di misurazione e monitoraggio di ogni pool.

²⁸ Decisione 19/CP.9, Paragrafo 21

Tabella 22 Matrice di decisione che illustra i criteri possibili di scelta dei pool da monitorare e misurare e i capitoli delle GPG dove si descrivono i metodi per la misurazione di ogni pool (Rielaborato da IPCC 2003 Tabella 4.3.1).

Pool di carbonio	Comparto	Necessità di calcolo	Capitolo di riferimento per le metodologie di calcolo nella GPG LULUCF (IPCC 2003)
Biomassa aerea (o epigea)	Arborea	Sì	4.3.3.5.1
	Non-arborea	Forse	4.3.3.5.1
Biomassa radicale (o ipogea)	Arborea	Sì	4.3.3.5.2
Lettiera		Forse	4.3.3.5.3
Necromassa		Forse	4.3.3.5.3
Carbonio organico nel suolo		Forse	4.3.3.5.4
Sì = ci si aspetta che il pool abbia un cambiamento consistente e perciò debba essere misurato			
No = Il cambiamento è probabilmente minimo pertanto il pool può essere escluso dal calcolo			
Forse = L'ampiezza del cambiamento di questo pool varia in dipendenza delle condizioni locali e dalle attività del progetto, pertanto a volte può essere omesso.			

In ogni caso studio sono stati presi in considerazione pool di carbonio differenti. L'esclusione dei pool è stata giustificata dal fatto che il loro bilancio del carbonio aumenta nello scenario del progetto, se confrontato con quello della *baseline* (in cui si prevede una diminuzione dei pool esclusi). In Tabella 23 si riporta uno schema riassuntivo delle selezioni effettuate.

Tabella 23 Pool di C selezionati per ogni caso studio

	<i>Biomassa Epigea</i>	<i>Biomassa Ipogea</i>	<i>Lettiera</i>	<i>Necromassa</i>	<i>Carbonio organico nel suolo</i>
Cina	√	√			√
Argentina	√	√	√		√
Albania	√	√			

6.4. Calcolo della *Baseline*

La *baseline* costituisce una delle parti più importanti e delicate di un CDM. La scelta dell'approccio, le assunzioni, la metodologia, i parametri e le fonti dei dati dovranno essere forniti al Comitato Esecutivo in maniera trasparente e conservativa, tenendo conto delle incertezze.

Seguendo le indicazioni fornite dalle GPG LULUCF 2003, nel calcolo e monitoraggio della *baseline*, oltre all'approccio selezionato, si devono considerare altri due aspetti importanti:

1. E' sempre necessario stimare gli stock di carbonio esistenti sul sito di progetto prima dell'inizio delle attività. Queste stime potranno essere basate o su misurazioni effettuate direttamente sui siti prima della realizzazione del progetto, oppure su misurazioni effettuate in siti che riproducono le condizioni iniziali delle aree di progetto. Un'altra alternativa è rappresentata dall'uso di modelli di simulazione calibrati sulle condizioni locali.
2. La proiezione dei cambiamenti futuri negli stock di carbonio, in assenza delle attività di progetto, deve essere stimata. Questo può essere fatto tramite:
 - L'utilizzo di modelli di simulazione (come ad esempio CO2fix - Masera et al, 2003; CENTURY – Patron et al, 1987; o un modello sviluppato localmente). Questi modelli proiettano i cambiamenti negli stock di carbonio dei vari pool considerati per ogni categoria d'uso del suolo (compreso lo scenario di progetto).
 - L'utilizzo d'aree di controllo che saranno misurate e monitorate nel tempo. Queste misurazioni possono anche essere integrate con l'utilizzo di modelli di simulazione.

6.5. Calcolo dei *leakage* potenziali

I partecipanti dovranno individuare, stimare e monitorare tutti i potenziali *leakage* generati dal progetto. Il calcolo della quantità di *leakage* dipenderà dalla tipologia di emissioni che si prevede aumentino al di fuori dei confini di progetto a causa delle attività di rimboschimento. Nel calcolo delle emissioni generate dal settore LULUCF, si devono prendere come riferimento le metodologie sviluppate dalle GPG

del 2003, mentre per le emissioni dovute alla fermentazione enterica dei ruminanti, oppure dovute all'uso dei combustibili fossili usati per il trasporto, si devono usare come riferimento le GPG del 1996 ed il relativo aggiornamento del 2000.

6.6. Stima ex-ante degli assorbimenti antropici netti di gas serra da parte dei sinks

Per provare l'addizionalità del progetto e fornire una stima dei crediti generabili, i partecipanti dovranno formulare una stima *ex-ante* (preliminare) degli assorbimenti antropici netti da parte dei sink del progetto (C_{AR_CDM}). Questo implica il calcolo della *baseline* (C_{BSL}), la stima del *leakage* (C_{LK}) ed il computo del carbonio stoccato dai pool selezionati da parte del rimboschimento al netto delle emissioni dovute alle attività d'impianto (C_{ACTUAL}).

Partendo dalla relazione enunciata all'inizio di questo paragrafo (Equazione 1), si possono qui definire i vari elementi che la compongono:

Gli assorbimenti netti effettivi del rimboschimento sono riassumibili con la seguente equazione:

$$C_{ACTUAL} = \sum_i \sum_j \Delta C_{ij} - GHG_E \quad (4)$$

Dove

C_{ACTUAL} = assorbimenti netti effettivi annuali di gas serra da parte del rimboschimento (tonnellate CO₂-eq anno⁻¹)

ΔC_{ij} = variazioni medie annue nello stock di C della biomassa viva per strato i e specie j all'interno dei confini del progetto, tonnellate CO₂-eq anno⁻¹

GHG_E = incremento annuo nelle emissioni di gas serra non-CO₂ dalle fonti all'interno dei confini dell'area del progetto come risultato della realizzazione delle attività del progetto di A/R CDM (tonnellate CO₂-eq anno⁻¹)

La *baseline* rappresenta le variazioni negli stock di carbonio che si verificherebbero in assenza del rimboschimento, e può essere calcolata tramite la seguente equazione:

$$C_{BSL} = \sum_i \Delta C_i \quad (5)$$

Dove:

i = strato

C_{BSL} = somma dei cambiamenti di C nei pool selezionati

ΔC_i = cambiamenti medi di stock di carbonio per strato i in tonnellate di CO₂ anno⁻¹

Il *leakage* (C_{LK}) rappresenta l'aumento delle emissioni che si verificano al di fuori dei confini del progetto ad esso attribuibili. Il *leakage* può essere generato da due processi: aumento delle emissioni dalle fonti (GHG_{E_LK}) e/o diminuzione degli stock di carbonio ($-\Delta C_{LK}$). Pertanto:

$$C_{LK} = (-\Delta C_{LK} - GHG_{E_LK}) \quad (6)$$

Gli assorbimenti tengono conto solo dei cinque pool di carbonio considerati, le emissioni possono invece avere varia natura, e possono derivare sia dall'asporto della biomassa sia dall'utilizzo di combustibili fossili usati per il trasporto. In Tabella 24 viene riportato uno schema riassuntivo degli assorbimenti, fornendo esempi delle emissioni che possono essere direttamente attribuibili alle attività di progetto.

Le stime effettuate dovranno essere verificate tramite le misurazioni e il monitoraggio pianificati per tutta la durata del progetto. Le procedure da seguire per la stima *ex ante* devono essere descritte nella metodologia per la determinazione della *baseline* (EB, 2005a) e possono essere differenti rispetto alle procedure utilizzate per la stima *ex post* (a posteriori), contenute nella metodologia di monitoraggio.

Tabella 24 Schema riassuntivo delle emissioni ed assorbimenti attribuibili direttamente alle attività di progetto.

<i>Assorbimenti</i>	<i>Processi di assorbimento</i>	<i>Localizzazione</i>	<i>Guide di buona (GPG)</i>
Variazioni degli stock di carbonio nei pool selezionati	Incrementi di carbonio della biomassa viva, morta e nel suolo grazie alle attività di rimboschimento	All'interno dei confini del progetto (assorbimenti effettivi del rimboschimento, <i>baseline</i>) e all'esterno (<i>leakage</i>)	GPG LULUCF 2003
<i>Emissioni</i>	<i>Esempi di pratiche</i>	<i>Localizzazione</i>	<i>Guide di buona (GPG)</i>
CO ₂	Perdite di biomassa dovute a: pratiche di taglio, incendi, ossidazione della sostanza organica del suolo a causa alle lavorazioni della terra, rimozione della vegetazione preesistente per le attività d'impianto ecc. Inoltre la CO ₂ costituisce il principale gas serra derivato dall'utilizzo di combustibili fossili usati per i trasporti e per le lavorazioni del terreno	All'interno dei confini del progetto (emissioni dovute alle attività di rimboschimento e <i>baseline</i>) e al di fuori (<i>leakage</i>)	GPG LULUCF 2003 GPG 1996 e suo aggiornamento del 2000
Altri gas serra (non CO ₂)	Incendi (CH ₄ e N ₂ O), cambiamenti in numero di capi di bestiame (CH ₄), utilizzo di fertilizzanti organici (N ₂ O), coltivazione di specie azotofissatrici, inondazione (CH ₄) e drenaggio (N ₂ O) del suolo	All'interno (emissioni dovute dalle attività di progetto) ed all'esterno (<i>leakage</i>) dei confini di progetto	GPG 1996 e suo aggiornamento del 2000

Nei casi in cui i dati non permettano di effettuare stime accurate, i partecipanti al progetto possono ricorrere a metodologie che utilizzano approcci più generali (Livello 1), che si basano su dati standard forniti dalle GPG LULUCF 2003 e GPG 2000 (IPCC 2000b) o presenti in bibliografia.

I cambiamenti nel contenuto di carbonio nei pool selezionati (ΔC_{ij}) in aree che vengono convertite da aree non forestate in aree forestate è calcolato secondo la seguente equazione²⁹:

$$\Delta C_{ij} = (\Delta C_{LB,ij} + \Delta C_{SOM,ij} + \Delta C_{DOM,ij}) \cdot 44/12 \quad (7)$$

Dove:

$\Delta C_{LB,ij}$ = variazioni di carbonio della biomassa viva (epigea e ipogea) per la specie i e strato j ($tC \text{ anno}^{-1}$)

$\Delta C_{SOM,ij}$ = variazioni di contenuto di carbonio del suolo per la specie i e strato j ($tC \text{ anno}^{-1}$)

$\Delta C_{DOM,ij}$ = variazioni di contenuto di carbonio nella biomassa morta (lettiera e necromassa) per specie i e strato j ($tC \text{ anno}^{-1}$)

44/12 = rapporto di peso molecolare tra CO_2 e carbonio (adimensionale)

La GPG LULUCF 2003 descrive i metodi standard comprovati per la quantificazione delle variazioni in ogni pool di carbonio selezionato; di seguito si riportano solo le metodologie più comuni utilizzate per i cinque pool di carbonio.

- ***Biomassa viva (epigea ed ipogea) - $\Delta C_{LB,ij}$***

Il metodo generale per il calcolo del carbonio della biomassa aerea, è basato sull'uso di metodi diretti, come le relazioni allometriche che convertono una variabile misurabile (ad es. il diametro a petto d'uomo) in biomassa aerea; oppure tramite metodi indiretti come fattori d'espansione della biomassa (*Biomass Expansion Factor* – BEF), che convertono il volume commerciale di un popolamento in biomassa.³⁰ La scelta dei metodi è basata sulla tipologia di dati disponibili per quella determinata area.

Il calcolo della biomassa aerea con il metodo indiretto è espresso dalla seguente formula³¹:

²⁹ Rielaborato dall'Equazione 3.2.21 delle GPG LULUCF 2003. Questa formula è applicabile entro i 20 anni della conversione in foresta di terre non forestate (IPCC 2003)

³⁰ Paragrafo. 4.3.3.5.1, GPG LULUCF 2003

³¹ Equazione 4.3.1, GPG LULUCF 2003

$$C_{ABij} = A_{ij} \cdot V_{ij} \cdot D_j \cdot CF \cdot BEF_{2,j} \quad (8)$$

Dove:

C_{ABij} = biomassa aerea (tonnellate di sostanza secca ha⁻¹)

A_{ij} = area dello strato j occupato dalla specie j (ha)

V_{ij} = volume commerciale, strato i e specie j (m³ ha⁻¹)

D_j = densità basale del legno della specie j (tonnellate di sostanza secca per m³ di legno fresco)

BEF = Biomass Expansion Factor (fattore di espansione della biomassa, ovvero il rapporto tra biomassa aerea secca degli alberi e biomassa del volume commerciale) della specie j (adimensionale).

Il metodo diretto viene applicato utilizzando la seguente equazione:

$$C_{AB,ij} = A_{ij} \cdot D_j \cdot CF \cdot f_j(DBH, H) \quad (9)$$

Dove:

C_{ABij} = biomassa aerea (tonnellate di sostanza secca ha⁻¹)

A_{ij} = area dello strato i occupato dalla specie j (ha)

D_j = densità basale del legno della specie j (tonnellate di sostanza secca per m³ di legno fresco)

CF = fattore di conversione sostanza secca in carbonio (fattore di default fornito dalle GPG LULUCF 2003 pari a 0.5) (tC·tonnellate di sostanza secca⁻¹)

$f(DBH, H)$ = equazione allometrica che ricava la biomassa aerea (sostanza secca ad ettaro) attraverso il diametro medio a petto d'uomo (DBH) e possibilmente l'altezza (H)

La biomassa ipogea è in genere difficile da determinare e stimare nella maggior parte degli ecosistemi, e i metodi disponibili sono generalmente costosi e non standardizzati (IPCC 2003). Data la mancanza di metodi standard e gli alti costi di monitoraggio di questo pool, è buona pratica stimare la biomassa radicale a partire dalla stima della biomassa aerea tramite le equazioni allometriche fornite dalla GPG LULUCF 2003, denominate rapporto fusto/radici (R) o *root-shoot ratio* (tavola 4.A.4 dell'allegato 4A.2).

Le variazioni di carbonio nella biomassa viva (epigea e ipogea) sono calcolate in base a due metodi:³² Metodo 1, detto “*Default Method*” (o “*Gain-Loss Method*”) e il Metodo 2, detto “*Stock Change Method*”.

Il **Metodo 1** è applicabile a tutti e tre i livelli d’accuratezza, e richiede la conoscenza dei cambiamenti annuali negli stock di carbonio della biomassa viva (epigea e ipogea). Tali cambiamenti possono essere derivati sia da dati dell’inventario nazionale che da fattori standard forniti dalla GPG LULUCF 2003. Il metodo è espresso dalle equazioni seguenti:

$$\Delta C_{LB} = (\Delta C_G - \Delta C_{LOSS}) \quad (10)$$

$$\Delta C_G = \sum_{ij} (A_{ij} \cdot G_{TOTALij}) \cdot CF \cdot 44/12 \quad (11)$$

Dove:

ΔC_{LB} = cambiamenti negli stock di carbonio della biomassa viva (C anno⁻¹)

ΔC_G = incremento medio annuo della biomassa viva (C anno⁻¹)

ΔC_L = perdite medie annue di biomassa viva (C anno⁻¹)

A_{ij} = area dello strato i e specie j (ha)

$G_{TOTAL,ij}$ = incremento medio annuo della biomassa totale in unità di sostanza secca per lo strato i e specie j (tonnellate di sostanza secca ha⁻¹ anno⁻¹)

CF_j = fattore di conversione della biomassa in carbonio per la specie j (tonnellate di C (tonnellate di sostanza secca)⁻¹)

44/12 = rapporto di peso molecolare tra CO₂ e carbonio (adimensionale)

$$G_{TOTAL,ij} = G_{w,ij} \cdot (1 + R_j) \quad (12)$$

$$G_{w,ij} = I_{v,ij} \cdot D_j \cdot BEF_{1,j} \quad (13)$$

Dove:

³² Capitolo 3.2 GPG LULUCF 2003

$G_{w,ij}$ = incremento medio annuo della biomassa epigea per lo strato i e specie j (tonnellate di sostanza secca ha⁻¹ anno⁻¹)

R_j = rapporto fusto-radici appropriato agli incrementi della specie j (adimensionale)

$I_{v,ij}$ = incremento medio annuo del volume commerciale per la specie i e strato j (m³ ha⁻¹ anno⁻¹)

D_j = densità basale del legno per la specie j (tonnellate di sostanza secca m⁻³)

$BEF_{1,j}$ = fattore di espansione di biomassa per la conversione degli incrementi annuali netti del volume commerciale (corteccia inclusa) in incrementi di biomassa aerea totale per la specie j (adimensionale)

Le perdite annue di biomassa (ΔC_{LOSS}) sono calcolate in base alle seguenti equazioni:

$$\Delta C_{LOSS} = [L_{fellings} + L_{firewood} + L_{otherlosses}] \quad (14)$$

Dove:

$L_{fellings}$ = carbonio annuo asportato con le utilizzazioni (C anno⁻¹)

$L_{firewood}$ = carbonio annuo asportato dalla raccolta di legna da ardere (C anno⁻¹)

$L_{otherlosses}$ = perdite di carbonio dovute a varie cause quali le perdite di biomassa della vegetazione preesistente alla fase d'impianto o da incendio (C anno⁻¹)

Le perdite di carbonio dovute al volume commerciale asportato annualmente ($L_{fellings}$) vengono stimate secondo la seguente equazione³³:

$$L_{fellings} = H \cdot D \cdot BEF_2 \cdot (1 - f_{BL}) \cdot CF \quad (15)$$

Dove:

H = volume asportato annualmente (tronchi) (m³ anno⁻¹)

D = densità basale del legno (tonnellate di sostanza secca m³)

³³ Equazione 3.2.7 GPG LULUCF 2003

BEF₂= fattore di espansione dei tronchi asportati in biomassa totale (inclusa la corteccia) adimensionale (la tavola 3A.1.10 delle GPG LULUCF2003 fornisce dei valori di default per questa variabile)

f_{BL} = frazione della biomassa lasciata in foresta (trasferita nella necromassa)

CF= tonnellate di carbonio contenute in una tonnellata di biomassa secca (default=0,5)

Le perdite dovute alla raccolta della legna da ardere (L_{fuelwood}) sono stimate seguendo l'equazione³⁴:

$$L_{\text{fuelwood}} = FG \cdot D \cdot BEF_2 \cdot CF \quad (16)$$

Dove:

FG = estrazione annua di legna da ardere (tC anno⁻¹)

D= densità basale del legno (tonnellate di sostanza secca m³)

BEF₂= fattori di espansione dei tronchi asportati in biomassa totale (inclusa la corteccia) adimensionale

f_{BL} = frazione di biomassa lasciata in foresta (trasferita nella necromassa)

CF= tonnellate di carbonio contenute in una tonnellata di biomassa secca (default=0,5)

Le perdite dovute ad altre cause (L_{other losses}) si calcolano invece tramite l'equazione³⁵:

$$L_{\text{other losses}} = A_{\text{disturbance}} \cdot B_W \cdot (1 - f_{BL}) \cdot CF \quad (17)$$

In cui:

A_{disturbance} = area del rimboschimento interessata dal disturbo (ha anno⁻¹)

B_W = stock di biomassa medio del rimboschimento (tonnellate di sostanza secca ha⁻¹)

³⁴ Equazione 3.2.8 GPG LULUCF 2003

³⁵ Equazione 3.2.9 GPG LULUCF 2003

f_{BL} = frazione della biomassa lasciata sul suolo forestale (trasferita nella necromassa)

CF= frazione del carbonio per biomassa secca (come sopra)

Nel **metodo 2** (*Stock Change Method*) i cambiamenti di carbonio della biomassa (ΔC_{ij}) sono dati dalla differenza tra le misurazioni effettuate in due momenti diversi (t_2 e t_1), diviso per il numero di anni che intercorrono tra le due misurazioni.

Il metodo è descritto dalle seguenti formule:

$$\Delta C_{ij} = (C_{2,ij} - C_{1,ij}) / T \cdot 44/12 \quad (18)$$

$$C_{ij} = C_{AB,ij} + C_{BB,ij} \quad (19)$$

$$C_{AB,ij} = A_{ij} \cdot V_{ij} \cdot D_j \cdot CF \cdot BEF_{2,j} \quad (20)$$

$$C_{BB,ij} = C_{AB,ij} \cdot R_j \quad (21)$$

Dove:

$C_{2,ij}$ = carbonio totale stoccato nella biomassa viva per strato i e specie j, calcolato al tempo 2, tonnellate di C

$C_{1,ij}$ = carbonio totale stoccato nella biomassa viva per strato i e specie j, calcolato al tempo 1, tonnellate di C

T = numero totale di anni tra il tempo 2 e 1

$C_{AB,ij}$ = carbonio stoccato nella biomassa epigea per strato i e specie j, tonnellate di C

$C_{BB,ij}$ = carbonio stoccato nella biomassa ipogea per strato i e specie j, tonnellate di C

V_{ij} = volume della biomassa legnosa epigea per strato i e specie j, $m^3 ha^{-1}$

CF = frazione di C, tonnellate C (tonnellate di sostanza secca)⁻¹, valore di default (IPCC)= 0,5

D_j = densità del legno per specie j, tonnellate di sostanza secca m^{-3} volume commerciale

$BEF_{2,j}$ = fattore di espansione della biomassa per la conversione del volume commerciale in volume della biomassa epigea degli alberi per specie j , adimensionale

R_j = rapporto fusto-radici per specie j , adimensionale

- *Lettiera*

La lettiera può essere misurata direttamente utilizzando delle aree di saggio di piccola dimensione (in genere di $0,5 \text{ m}^2$), all'interno delle quali la lettiera viene completamente rimossa, essiccata e pesata, ricavando così il peso secco per unità di area che può essere convertito in contenuto di carbonio.

- *Necromassa*

Per il pool della necromassa il metodo di misurazione varia se gli alberi morti sono ancora in piedi o a terra. Nel primo caso i metodi per la stima del volume non cambiano rispetto a quelli utilizzati per la biomassa aerea. Per la necromassa a terra, l'approccio generale è quello di stimare il volume dei tronchi attraverso classi di densità (spesso definite in base allo stato di decomposizione, ma non sempre) e convertire in peso secco tramite la moltiplicazione tra il volume e la densità per ogni classe³⁶.

- *Carbonio organico nel suolo*

La stima del cambiamento nel pool di carbonio del suolo risulta essere di particolare importanza nei progetti di A/R. I maggiori fattori che influenzano cambiamenti in questo pool sono: il precedente uso del suolo, il clima e il tipo di foresta impiantata. Dati sulle variazioni del contenuto di C nel suolo a seguito di afforestazione o riforestazione, sono altamente variabili. In letteratura è mostrato come il contenuto di C può aumentare o diminuire. Quest'ultimo caso si verifica particolarmente in giovani soprassuoli (<10 anni) come riportato da Paul et al. (2002) il quale, citando i dati di 43 studi, riporta che generalmente il contenuto di C diminuisce del 3,5% ad anno durante i primi cinque anni dall'afforestazione, per poi incrementare lentamente fino al raggiungimento del contenuto di C presente sotto il precedente uso del suolo, ad un'età di circa 30 anni. Altri studi riportano invece incrementi anche significativi nel contenuto di C stoccato nel suolo, per afforestazioni effettuate su materiale di

³⁶ Capitolo 4.3.3.5.3. GPG LULUCF 2003

riporto dopo appena 20 anni dall'impianto (Chiti et al., 2003). La quantificazione del cambiamento nel pool di C del suolo non è semplice da verificare nel breve periodo. Tale stima dipende dall'intensità del campionamento effettuato (Smith 2004) ed è molto più precisa quanto maggiore è il numero di campioni analizzati. L'affidabilità di tale stima dipende quindi dalle risorse economiche del progetto e dalla disponibilità di mezzi adeguati a livello locale (laboratori d'analisi, strumentazione, personale qualificato ecc).

L'ammontare di C guadagnato o perso dal suolo è generalmente piccolo se confrontato con il C accumulato nella biomassa e viene calcolato tramite la seguente equazione³⁷:

$$\text{SOC} = [\text{SOC}] \cdot \text{Bulk Density} \cdot \text{Depth} \cdot \text{CoarseFragments} \cdot 10 \quad (22)$$

Dove:

SOC = contenuto di carbonio organico del suolo, tCha⁻¹

[SOC] = concentrazione di carbonio organico del suolo per un dato peso di suolo ottenuto da analisi di laboratorio g C (kg suolo)⁻¹

Bulk Density = densità del suolo - Peso del suolo per volume di campione tonnellate di suolo m⁻³ (equivalenti a T m⁻³)

Depth = profondità dell'orizzonte o spessore dello strato di suolo, m

CoarseFragments = 1-(% volume of frammenti grossolani³⁸/100), adimensionale

L'equazione viene moltiplicata per 10 per convertire le unità in T C ha⁻¹.

6.7. Stima ex ante per i tre casi studio

Verranno ora presentate le stime ex ante effettuate per i tre casi studio. Per il progetto in Argentina la stima non è ancora finalizzata, pertanto sono qui presentate solo le metodologie che saranno applicate. Il periodo di credito selezionato è lo stesso per tutti e tre i progetti ed è pari a 20 anni rinnovato per una volta (durata totale del

³⁷ Equazione 4.3.3 GPG LULUCF 2003

³⁸ Radici e scheletro con diametro maggiore di 2 mm

progetto di 40 anni). Di conseguenza le stime si riferiscono ai 20 anni del primo periodo di credito.

6.7.1. Progetto Albania

- **Stima della Baseline (C_{BSL})**

Per tutti gli strati identificati si applica lo stesso approccio generale per la *Baseline*: cambi nei pool di carbonio, storici o presenti. Come descritto nel paragrafo 5.2.1, la *baseline* è rappresentata dall'incremento lordo di biomassa degli arbusti meno il consumo degli animali, quindi le differenze di *baseline* tra gli strati sono il risultato di un diverso volume degli arbusti e di numero dei capi presenti. Per la stima della baseline è stato adottato il Metodo 2 (*Gain-Loss Method*)³⁹

$$\Delta C_{ij} = (\Delta C_{G,ij} - \Delta C_{L,ij}) \quad (23)$$

Dove:

$\Delta C_{G,ij}$ = incremento annuo in stock di carbonio dovuto all'incremento della biomassa nello strato i, specie j (tonnellate di CO_2eq anno⁻¹)

$\Delta C_{L,ij}$ = perdite annue in stock di carbonio a causa del consumo degli animali al pascolo per strato i e specie j (tonnellate di CO_2eq anno⁻¹)

1. Stima dell'incremento lordo di biomassa ($\Delta C_{G,ij}$)– L'Incremento medio annuo lordo della biomassa viva del soprassuolo per strato i, (tonnellate di biomassa secca ha⁻¹ anno⁻¹) è stimato in base alle equazioni di seguito riportate:

$$\Delta G_{wi} = V_i \cdot p_i \cdot D_i \cdot BEF_i \quad (24)$$

$$\Delta G_{TOTAL,i} = \Delta G_{w,i} \cdot (1 + R) \quad (25)$$

Dove:

³⁹ GPG-LULUCF 2003: Equazioni 3.2.2, 3.2.4 e 3.2.5

ΔG_{Wi} = incremento medio annuo di biomassa aerea per strato i (tonnellate ha⁻¹ anno⁻¹)

V_i = volume della biomassa legnosa degli arbusti per strato i (m³ ha⁻¹)

p_i = tasso di incremento annuo per lo strato i (m³ anno⁻¹)

D_i = densità basale del legno per strato i (tonnellate m⁻³)

BEF_i = fattore di espansione della biomassa per la conversione degli incrementi netti annuali del volume commerciale (corteccia inclusa) in incremento di volume totale della biomassa aerea per lo strato i, (adimensionale)

ΔG_{TOTALi} = incremento medio annuo della biomassa totale (epigea ed ipogea) per strato i (tonnellate ha⁻¹ anno⁻¹)

R = rapporto fusto-radici (adimensionale)

ΔG_{TOTALi} è convertito in CO₂ eq utilizzando la seguente equazione:

$$\Delta C_i = \Delta G_i \cdot A_i \cdot CF \cdot 44/12 \quad (26)$$

Dove:

ΔC_i = incremento medio annuo della biomassa del soprassuolo per strato i (tonnellate CO₂ anno⁻¹)

i = indice di strato

A_i = area dello strato coperta con alberi o arbusti

CF = frazione di carbonio della biomassa, tonnellate C (tonnellate d.m⁻¹)

44/12 = rapporto di peso molecolare tra CO₂ e carbonio, (adimensionale)

Per determinare il volume della biomassa degli arbusti (V_i), sono stati usati i volumi dell'Inventario Forestale Albanese (ANFI 2003b), i quali garantiscono uno scenario conservativo di *baseline* Tabella 25. Questo perché nel caso dell'ANFI, gli arbusti fanno parte di foreste produttive (100% di copertura), perciò di volume maggiore se confrontate con l'area del progetto, in gran parte costituita da arbusteti degradati.

Tabella 25 - Dati di area e volume per produzioni Forestali in Albania, utilizzati per la stima del volume per ha nello scenario della *Baseline* per ogni strato

ANFI 2003b		Dati per le foreste produttive in Albania (ANFI 2003b)		
Numero dello strato	Nome dello strato	Area 1000' ha	Volume 1000' m ³	Volume per ha m ³ *ha ⁻¹
1	<i>Arbutus</i>	58	2009	34,64
2	Carpino	80	2451	30,64
3	Altro	88	1713	19,47
Totale/Media		226	6173	27,31

Ai fini del calcolo, il volume ad ettaro presentato in Tabella 25 è stato aggiustato per riflettere il fatto che non tutta l'area del progetto è coperta da vegetazione arbustiva. Durante i sopralluoghi di campo, per ogni singola particella, sono stati raccolti i dati riguardanti la copertura d'alberi e arbusti, raggruppandoli nelle seguenti classi:

- Copertura degli arbusti: assente; minore del 30%; tra 30 e 60%; tra 60 e 90% e tra 90 e 100%
- Copertura degli alberi: assente, minore del 10%, tra 10 e 30% (tutte le particelle con copertura degli alberi maggiore del 30% sono state scartate per evitare problemi con l'eleggibilità delle terre).

I dati dell'ANFI sono stati corretti per coperture parziali della vegetazione e, a tal fine, le scale nominali sono state trasformate in valori assoluti (Tabella 26). Per fare questo, è stato assunto che la distribuzione dei dati individuali sia uniforme all'interno dei limiti imposti dalle scale nominali e che in media il 68,3% dei dati individuali fossero minori dei valori rappresentativi calcolati, al fine di mantenere l'approccio conservativo.

Tabella 26 – Valori rappresentativi per intervallo di scala nominale usati nel calcolo

Tipo di vegetazione	Scala nominale	Valore rappresentativo per intervallo di scala nominale
Arbusti	<30%	20,48%
	30-60%	50,48%
	60-90%	80,48%
	90-100%	96,83%
Alberi	Assenti	0,00%
	<10%	6,83%
	10-30%	23,65%

Per il tasso d'incremento annuo (p_i) per strato non esistendo un valore specifico per l'Albania, o stimato appositamente per il progetto, si è dovuto ricorrere ai dati di volume e crescita delle foreste (private e pubbliche) per le nazioni mediterranee poste in simili o migliori condizioni climatiche, raccolti dall'EFISCEN's European Forest Resources Database⁴⁰. In base a questi dati è stato calcolato il tasso annuo di crescita (espresso come %) a livello di particella, stimato pari valore medio aumentato di una deviazione standard del 10,7% (Figura 21). Quest'approccio assicura con una probabilità dello 0,84 che l'attuale tasso di crescita sia minore di quello usato per il calcolo, rispettando il principio conservativo.

⁴⁰ <http://www.efi.fi/projects/eeifr>

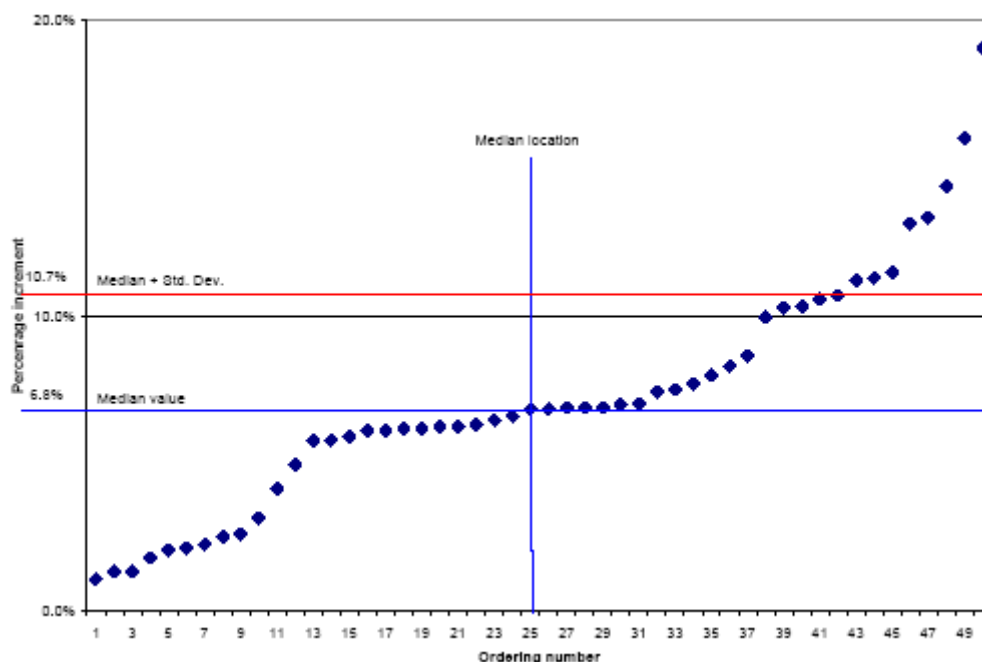


Figura 21 Tasso di crescita annuale della foreste (pubbliche e private) per le nazioni mediterranee in simili o migliori condizioni delle condizioni delle foreste Albanesi
<http://www.efi.fi/projects/eeifr>.

La densità basale del legno (D_i) è stata assunta come costante per ogni strato e uguale alla media delle densità della quercia e carpino (quercia e carpino contribuiscono maggiormente alla biomassa presente nell'area del progetto, es. $(0,63 + 0,58)/2 = 0,605$ tonnellate per m^3). Il valore numerico per entrambe le densità è stato tratto da GPG LULUCF 2003.

Non ci sono dati sui valori **BEF** per gli arbusteti in Albania. I dati per il volume legnoso degli arbusteti (vedi Tabella 25) prendono origine dalle foreste produttive, che presentano volumi maggiori rispetto alle condizioni locali, dove le specie forestali hanno portamento arbustivo poiché sfruttate per il pascolo e per la raccolta di rami usati come foraggio. In tali condizioni il BEF è molto vicino a 1. Questo valore è stato accettato per il calcolo all'interno del progetto nel rispetto dell'approccio conservativo, poiché porta ad una sovrastima del volume della *baseline*.

La frazione del carbonio (**CF**) utilizzata è 0,5, come suggerito dalla GPG LULUCF 2003.

La biomassa ipogea è stimata utilizzando il rapporto fusto-radici (**R**) estratto dalla tabella 3A1.8 delle GPG LULUCF 2003. Dall'analisi dei dati riportati dalla guida e

delle rispettive citazioni, si è arrivati alla conclusione che il valore più appropriato alle condizioni albanesi è di 0,35, valore basato su dati di *Quercus ilex* delle foreste Mediterranee montane, che costituiscono la maggior parte delle formazioni presenti nell'area di progetto.

Sommando gli incrementi lordi annuali per ogni strato si ottiene come risultato **9879,2 tCO₂eq.**

2. Il consumo annuo di biomassa da parte degli animali ($\Delta C_{L,ij}$) nell'area del progetto (tonnellate CO₂ anno⁻¹) è calcolato tramite la seguente equazione⁴¹:

$$\Delta C_L = \sum_i \sum_j (DBI_j \cdot n_{ij} \cdot a_{ij}) \cdot CF \cdot 44/12 \cdot 30 \cdot 0,001 \quad (27)$$

Dove:

ΔC_L = consumo annuale di biomassa sull'area del progetto (tonnellate CO₂ anno⁻¹)

i = indice di particella

j = indice del tipo di animale

DBI_j = biomassa giornaliera consumata dal tipo di animale j (kg DM capo⁻¹ giorno⁻¹)

n_{ij} = numero di capi del gruppo di bestiame j nella particella i

a_{ij} = numero di mesi per anno durante il quale gli animali del gruppo di bestiame j sono presenti nella particella i

CF = frazione della biomassa del carbonio tonnellate di C (tonnellate di sostanza secca)⁻¹

44/12 = rapporto di peso molecolare tra CO₂ e carbonio, adimensionale

30 = numero di giorni al mese

0,001 = fattore di conversione di Kg in tonnellate

I dati su DBI sono stati ricavati dalla bibliografia (IPCC 1996), come riportato in Tabella 27.

⁴¹ Ripresa dal sito: <http://www.maf.govt.nz/sff/about-projects/pastoral-farming/01208finalreport.htm>

Tabella 27 Valori approssimativi di consumo di biomassa (in sostanza secca) per differenti tipi di animali (Citazione da IPCC 1996: Crutzen et al 1986)

Tipo di bestiame		Consumo giornaliero di foraggio (MJ capo ⁻¹ giorno ⁻¹)	Consumo giornaliero di biomassa (kg sost.secca capo ⁻¹ giorno ⁻¹)
Pecore	Paesi sviluppati	20	2,0
	Paesi in via di sviluppo	13	1,3
Capre	Paesi sviluppati	14	1,4
	Paesi in via di sviluppo	14	1,4
Muli/Asini	Paesi sviluppati	60	6,0
	Paesi in via di sviluppo	60	6,0

I dati relativi al numero dei capi (n_{ij}) e alla loro presenza nei siti (a_{ij}) del progetto sono stati estrapolati dai dati raccolti in campo e dalle informazioni fornite dai comuni su quantità e tipo di animali presenti per ogni singolo villaggio. Il numero di capi per ogni sito è stato stimato tramite le statistiche fornite dai comuni, che riportano l'area totale del pascolo e il numero di capi presenti a livello di singolo villaggio: il numero di capi ad ettaro per ogni tipologia (bovini, ovini e caprini) è stato ricavato dividendo il numero di animali per l'area totale del pascolo del villaggio, questa quantità viene moltiplicata per l'area del sito di quel particolare villaggio ; il valore ottenuto (n_{ij}) è stato corretto per il numero di mesi nei quali gli animali pascolano effettivamente sull'area (a_{ij}), ricavato dalle interviste in campo, e poi moltiplicato per il numero di anni di esclusione del pascolo.

Applicando questo calcolo ad ogni singola particella, il consumo annuo di biomassa risulta uguale a **7151,7 t CO₂ eq.**

Questi calcoli sovrastimano la *baseline* che, applicando le formule sopra riportate risulta pari a:

$$\Delta C_{ij} = (\Delta C_{G,ij} - \Delta C_{L,ij}) = (13336,8 tCO_2eq \cdot anno^{-1}) - (7151 tCO_2eq \cdot anno^{-1}) = 6185,16 tCO_2eq \cdot anno^{-1}$$

Pertanto, lo scenario di *baseline* porterà ad un accumulo di C durante i primi 20 anni di attività del progetto di **123.703,2 t CO₂ eq.**

- ***Stima degli assorbimenti netti effettivi di gas serra da parte del rimboschimento (C_{ACTUAL})***

In base all'equazione (4), il C_{ACTUAL} del progetto viene calcolato tenendo conto:

- (i) emissioni generate all'interno dei confini dei siti a causa del progetto stesso
- (ii) assorbimenti lordi da parte del rimboschimento.

(i) Le **emissioni** dovute alla realizzazione dell'impianto derivano esclusivamente dalla ceduzione di parte della vegetazione preesistente (ΔC_{ijL}). Le attività d'impianto sono realizzate manualmente o attraverso l'utilizzo di forza animale, perciò non si hanno emissioni di gas serra derivanti all'utilizzo di macchinari per la preparazione del sito. La biomassa raccolta durante la ceduzione, verrà utilizzata principalmente per le recinzioni, e parte di questa sarà raccolta per essere utilizzata come foraggio, oppure lasciata nelle particelle (ma non bruciata). Come indicato nelle GPG LULUCF 2003, la biomassa asportata risulterà in emissioni indipendentemente dall'impiego del legname ricavato dal taglio. Per semplificare il calcolo si è assunto che la ceduzione e le ripuliture avvengano solo durante i primi due anni della durata del progetto.

Pertanto:

$$GHG_E = - \Delta C_{ijL} \quad (28)$$

Dove ΔC_{ijL} sono le emissioni dovute all'asporto della biomassa per le ceduzioni e le ripuliture iniziali.

In Albania, durante la ceduazione e le ripuliture viene rimosso tradizionalmente circa il 50% della biomassa. La quantità di biomassa è calcolata utilizzando la stessa formula della *baseline*, senza tener conto della biomassa radicale poiché questa non viene rimossa durante l'attività di ceduazione. Quest'assunzione rispetta l'approccio conservativo, perché il volume degli arbusti presenti in ogni sito è sovrastimato, come spiegato nel calcolo della *baseline*. L'area sottoposta a ceduazione è pari a 1201,5 ha, con un volume rimosso pari a 14824,06 m³ nell'arco dei primi due anni.

(ii) Gli **assorbimenti lordi** (ΔC_{ij}) da parte del rimboschimento sono ricavati tramite le stesse equazioni utilizzate per il calcolo della *baseline* (Equazioni 23, 24 e 25)

Il volume epigeo è stato calcolato usando l'Equazione di Volume Espanso (ANFI 2004b). Il volume ipogeo è stato stimato dalla media del rapporto fusto-radici uguale a 0,35 (sulla base di GPG LULUCF, Tabella 3.A.1.8 per la quercia nelle regioni temperate). Il contenuto di carbonio (CF) è uguale a 0,5 mentre la densità del legno è 0,58 tonnellate di sostanza secca m⁻³. Il risultato del calcolo viene riportato in Tabella 28.

Tabella 28 – Stima degli assorbimenti effettivi netti di gas serra da parte del rimboschimento in Albania

Anno	Assorbimenti netti					Emissioni nette			Assorbimenti effettivi netti di gas serra da parte del rimboschimento (t CO2 eq)
	Biomassa aerea (m³)	Biomassa radicale (m³)	Volume totale (m³)	Carbonio (tC)	CO2 eq (t CO2 eq)	Volume rimosso per le attività di ceduzione (m³)	Carbonio (tC)	CO2 eq (t CO2 eq)	
1	13229,40	4630,30	17859,60	5179,30	18990,80	13022,30	3776,50	13847,10	5143,70
2	39469,20	13814,20	53283,50	15452,20	56658,10	13022,30	3776,50	13847,10	23820,30
3	65275,10	22846,30	88121,40	25555,20	93702,40				37044,30
4	90654,00	31728,90	122382,90	35491,00	130133,80				36431,50
5	115613,10	40464,60	156077,70	45262,50	165962,70				35828,80
6	140159,40	49055,80	189215,20	54872,40	201198,80				35236,10
7	164299,60	57504,90	221804,50	64323,30	235852,10				34653,30
8	188040,50	65814,20	253854,70	73617,90	269932,10			8712,60	25367,40
9	211388,60	73986,00	285374,70	82758,70	303448,40			8712,60	24803,70
10	234350,60	82022,70	316373,30	91748,30	336410,30			8712,60	24249,20
11	256932,70	89926,40	346859,10	100589,10	368826,90			8712,60	23704,00
12	279141,20	97699,40	376840,60	109283,80	400707,20			8712,60	23167,80
13	300982,40	105343,80	406326,20	117834,60	432060,20			8712,60	22640,40
14	322462,30	112861,80	435324,10	126244,00	462894,60			8712,60	22121,70
15	343586,80	120255,40	463842,20	134514,20	493218,90			8712,60	21611,70
16	364361,90	127526,70	491888,60	142647,70	523041,50			8712,60	21110,10
17	384793,40	134677,70	519471,10	150646,60	552370,90			8712,60	20616,70
18	404886,80	141710,40	546597,20	158513,20	581215,10			8712,60	20131,60
19	424647,90	148626,80	573274,70	166249,70	609582,10			8712,60	19654,40
20	444082,10	155428,70	599510,90	173858,20	637479,90			8712,60	19185,20
Totale	444082,10	155428,70	599510,90	173858,20	637479,90	26044,60	7552,90	140958,10	496521,80

- **Stima del leakage (C_{LK})**

Come descritto nel paragrafo 5.4, nel caso albanese il *leakage* (LK) è costituito da due fattori:

- (i) emissioni di metano dovute alla fermentazione enterica del bestiame trasferito al di fuori dei siti ($LK_{displacement,CO_2}$)
- (ii) emissioni derivanti dall'utilizzo di combustibili fossili utilizzati per il trasporto di materiale e personale da e per siti di progetto ($LK_{Vehicle,CO_2}$)

$$LK = LK_{displacement,CO_2} + LK_{Vehicle,CO_2} \quad (29)$$

(i) La **quantità di metano emessa dal bestiame** è stata calcolata seguendo la metodologia proposta dall'IPCC (1996), che consiste nel moltiplicare il tasso di emissione di ogni tipo di animale per il numero di capi (metodo di Livello 1). Il numero di capi per ogni sito è stato stimato tramite la metodologia descritta nel calcolo della *baseline*. Per il calcolo delle emissioni di metano viene usata la seguente formula:

$$DE_{CH_4} = \sum_i \sum_j (SE_j \cdot (m_{ij} / 12) \cdot n_{ij}) \cdot y_i \cdot 0,001 \quad (30)$$

Dove:

DE_{CH_4} = emissioni di metano causate dal trasferimento al di fuori dei confini di progetto di ruminanti (tonnellate di CH_4)

i = indice del sito

j = indice per tipo di bestiame

SE_j = fattore di fermentazione enterica per tipo di bestiame j ($kg\ capo^{-1}\ anno^{-1}$)

m_{ij} = numero di mesi durante i quali il tipo di bestiame j pascola nel sito i

n_{ij} = numero di capi del tipo di bestiame j sul sito i

y_i = numero di anni di esclusione al pascolo per il sito i

0,001 = fattore di conversione dei Kg in tonnellate

Per i fattori di fermentazione enterica (SE_j) sono stati usati i dati forniti dall'IPCC (1996) riportati in Tabella 29.

Tabella 29 – Schema di partizione dei ruminanti in sottogruppi con relativi fattori di emissione da fermentazione enterica

Sottogruppo di tipologia di bestime	Fattori di emissione da fermentazione enterica tors ($\text{kg capo}^{-1} \text{ anno}^{-1}$)
Vacche	36*
Bufali	55
Pecore	5
Capre	5
Asini e Muli	10

Tutte le stime sono $\pm 20\%$.

* fattore specifico di emissione per il medio oriente

Sources: Emission factors for buffalo from Gibbs and Johnson (1993). Emission factors for other livestock from Crutzen et al. (1986). All sources are quoted after IPCC (1996).

Il *leakage* generato dal trasferimento del pascolo ($LK_{displacement,CO_2}$) ed espresso in unità di CO_2 equivalenti è dato dalla seguente equazione

$$LK_{displacement,CO_2} = DE_{CH_4} \cdot 23 \quad (31)$$

Dove

23 = potenziale di riscaldamento globale per CH_4

Di seguito si riportano dei dati riassuntivi dovuti alla pressione del pascolo e agli anni di esclusione al fine di dare un quadro generale della quantità di capi presenti e della durata del calcolo del *leakage* che, come già visto nel paragrafo 5.4, sarà limitato ai soli anni di esclusione dei siti al pascolo.

Tabella 30 - Anni di esclusione del pascolo in relazione alla superficie per il progetto albania

Anni d'esclusione del pascolo	Superficie (ha)	Percentuale sulla superficie totale
3	27	0,47%
4	102,5	1,79%
5	2116,95	36,96%
6	63	1,10%
7	3419	59,68%
Totale	5728,45	-

Tabella 31 – Animali trasferiti al di fuori dei confini di progetto

Tipo di bestiame	Numero di capi
Vacche	1 427
Capre	4 040
Pecore	5 589
Totale	11 056

Il calcolo è stato effettuato a livello dei singoli siti e per i primi sette anni dall'impianto il *leakage* generato dalle emissioni di metano ammonta a **6792,9 t CO₂ eq.**

(ii) Le **emissioni generate dall'utilizzo dei combustibili fossili usati per i trasporti** sono stimate utilizzando l'approccio "*bottom-up*" (Livello 2) come descritto dall'IPCC (2000).⁴²

$$LK_{Vehicle,CO_2} = \sum_i \sum_j (EF_{ij} \cdot FuelConsumption_{ij}) \quad (32)$$

⁴²Equazione 2.5 ed equazione 2.6 come da IPCC GPG 2000 per il settore energetico

$$FuelConsumption_{ij} = n_{ij} \cdot k_{ij} \cdot e_{ij} \quad (33)$$

Dove:

$LK_{VehicleCO_2}$ = emissioni totali di gas serra a causa della combustione dei carburanti fossili utilizzati dai veicoli ($tCO_2eq \text{ anno}^{-1}$)

i = tipo di veicolo

j = tipo di carburante

EF_{ij} = fattore di emissione per il veicolo del tipo i con carburante j

$Fuel \text{ Consumption}_{ij}$ = consumo di carburante del tipo j e del veicolo i

n_{ij} = numero di veicoli

k_{ij} = chilometri percorsi da ogni tipo di veicolo i con carburante j

e_{ij} = quantità media di litri consumati per chilometro viaggiato dal veicolo i con il carburante j

Il numero di chilometri percorsi si basa sulle distanze di trasporto stimate tra i vivai locali e le parcelle da afforestare. E' stato stabilito che non siano necessarie più di 9 visite a particella per assicurare il successo dell'opera di afforestazione, e sarà messa a disposizione dalla popolazione locale o dalle istituzioni locali una macchina diesel per i servizi di trasporto (consumo ca. 12 l di carburante per 100 km). Il fattore di emissione per il combustibile diesel è stato assunto pari a 2,6 $kgCO_2$ /litri (simile ad altri progetti di A/R CDM). La stima delle emissioni totali di CO_2 per il lavori di trasporto è di 9,0 T CO_2 ed è trascurabile se comparata con le emissioni degli altri gas serra di questo progetto. Si è assunto che l'emissione sia equamente distribuita nei primi tre anni del progetto. Non sono state pianificate altre attività di trasporto significative per i primi 20 anni della durata del progetto.

In Tabella 32 sono riportati i calcoli per i 20 anni del primo periodo di credito applicando le formule sopra riportate. Il *leakage*, per questo progetto, si concentrerà nei primi sette anni dove si verificheranno le attività di trasporto e saranno traslocate le attività di pascolo al di fuori dei siti. Pertanto le emissioni dovute alle attività di progetto ammonteranno per i primi 20 anni a **6792,9 $tCO_2 \text{ eq}$** .

Tabella 32 – Albania: stima del *leakage* generato dal progetto

Anni	<i>Leakage</i> derivato dal trasferimento del bestiame (emissioni di metano)	Attività di trasporto	<i>Leakage</i> totale
	tCO2 eq	tCO2 eq	tCO2 eq
1	1134,2	3,0	1137,2
2	1134,2	3,0	1137,2
3	1134,2	3,0	1137,2
4	1134,2		1134,2
5	1134,2		1134,2
6	560,3		560,3
7	552,6		552,6
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
Totale	6783,9	9,0	6792,9

- *Stima degli assorbimenti antropici netti dei gas serra da parte del progetto*
(C_{AR_CDM})

Inserendo nell'equazione (1) i valori ottenuti dai calcoli fin'ora descritti, si ottiene la stima degli assorbimenti antropici netti di gas serra da parte del progetto albanese, i cui risultati sono riassunti in Tabella 33 ed in Figura 22. Questi assorbimenti ammontano, nel primo periodo di credito di 20 anni, a **366.029 tCO₂ eq**, con un tasso di sequestro di carbonio annuo per ettaro pari a **3,19 t tCO₂ eq ha⁻¹ anno⁻¹**.

I crediti generati da questo progetto sono del tipo ICER, il cui calcolo segue la metodologia descritta con l'equazione (3), i risultati sono riportati in Tabella 33.

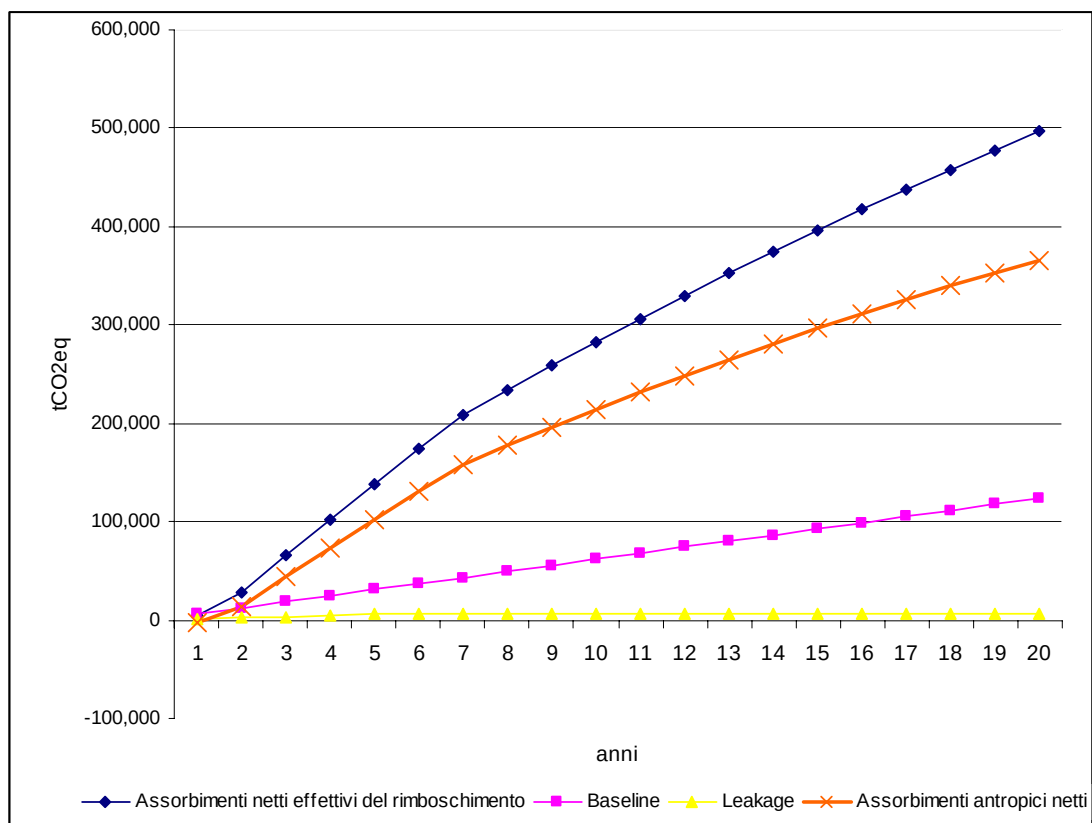


Figura 22 – Albania: grafico degli assorbimenti antropici netti da parte del rimboschimento – Valori cumulativi

Tabella 33 – Albania: stima degli assorbimenti antropici netti dei gas serra da parte del progetto

Anni	Assorb.netti effettivi del rimbosc.	Baseline	Leakage	Assorbimenti antropici netti annuali	Assorbimenti antropici netti cumulativi	Assorbimenti antropici netti nell'anno di verifica
	C _{ACTUAL} tCO ₂ eq anno ⁻¹	C _{BSL} tCO ₂ eq anno ⁻¹	C _{LK} tCO ₂ eq anno ⁻¹	C _{AR_CDM} tCO ₂ eq anno ⁻¹	tCO ₂ eq	ICER tCO ₂ eq
1	5144	6185	1137,20	-2178	-2178	
2	23820	6185	1137,20	16498	14320	
3	37044	6185	1137,20	29722	44041	
4	36432	6185	1134,20	29113	73154	
5	35829	6185	1134,20	28510	101664	101664
6	35236	6185	560,30	28491	130155	
7	34653	6185	552,60	27915	158070	
8	25367	6185		19182	177252	
9	24804	6185		18619	195871	
10	24249	6185		18064	213935	112271
11	23704	6185		17519	231454	
12	23168	6185		16983	248437	
13	22640	6185		16455	264892	
14	22122	6185		15937	280829	
15	21612	6185		15427	296256	82321
16	21110	6185		14925	311181	
17	20617	6185		14432	325613	
18	20132	6185		13947	339560	
19	19654	6185		13469	353029	
20	19185	6185		13000	366029	69773
Total e	496522	123700	6793	366029		366029

6.7.2. Progetto Cina

- **Stima della Baseline (C_{BSL})**

In base alle considerazioni riportate nel paragrafo 5.2.1, la *baseline* nel caso del progetto cinese è stimata essere pari a zero.

$$C_{BSL}=0 \quad (34)$$

- **Stima degli assorbimenti effettivi netti di gas serra da parte del rimboschimento (C_{ACTUAL})**

Il rimboschimento utilizzerà un sistema misto di pioppo (pioppo Cheng No. 34 and 36 ibrido *Populous simonii* × *P. nigra* var. *italica*) e arbusti negli interfilari (*Hedysarum mongolicum*). Gli arbusti verranno ceduati ogni cinque anni, mentre i filari di pioppo non verranno diradati durante i primi 20 anni. Nei tre anni iniziali dell'impianto, prima della chiusura delle chiome, verranno piantate nell'interfila delle colture annuali di leguminose.

La preparazione del sito sarà effettuata tramite l'utilizzo di macchine agricole e la vegetazione preesistente (costituita da specie erbacee sparse) verrà asportata totalmente durante le operazioni d'impianto.

Tenendo in considerazione le attività di progetto qui descritte, la stima degli assorbimenti effettivi del rimboschimento tiene conto dei seguenti fattori:

- Il cambio negli stock di carbonio verificatosi nella biomassa epigea e ipogea calcolato separatamente per le due componenti principali dell'impianto:
- biomassa arborea
- biomassa arbustiva
- Le emissioni generate dalle attività di progetto all'interno dei suoi confini:
- emissioni dirette di N_2O causate dalle coltivazioni intercalari di azotofissatrici (colture annuali e arbusti);
- emissioni causate dalla eliminazione della vegetazione preesistente;
- emissioni causate dalla preparazione meccanica del sito.

- La biomassa delle colture annuali non viene considerata nel conteggio poiché l'asportazione della biomassa è compensata annualmente dalla ricrescita dell'anno successivo, pertanto il bilancio è considerato pari a zero.

(i) *Stima delle variazioni di stock di carbonio nel rimboschimento*

Come descritto nel paragrafo 6.3, i cambi negli stock di carbonio dei pool del legno morto e della lettiera sono omessi. Anche il cambio nello stock di carbonio della sostanza organica del suolo è escluso dalla stima poiché al momento non si hanno a disposizione i parametri disponibili per determinare i cambiamenti di questo pool. Di conseguenza per ogni strato i , substrato j e specie k , si terrà conto dei cambiamenti della biomassa epigea ($\Delta C_{AB,ijk}$) e ipogea ($\Delta C_{BB,ijk}$):

$$\Delta C_{ijk,t} = (\Delta C_{AB,ijk} + \Delta C_{BB,ijk}) \cdot 44/12 \quad (35)$$

Il carbonio totale nella biomassa viva epigea (C_{ABij}) ed ipogea (C_{BB}) è dato dalla somma dei cambiamenti della biomassa del pioppo (C_{AB_treeij} e C_{BB_treeij}) e degli arbusti piantati negli interfilari (*H. mongolicum*) ($C_{AB_shrub,ij}$ e $C_{BB_shrub,ij}$):

$$C_{AB,ij} = C_{AB_tree,ij} + C_{AB_shrub,ij} \quad (36)$$

$$C_{BB,ij} = C_{BB_tree,ij} + C_{BB_shrub,ij} \quad (37)$$

L'impianto avverrà in tempi differenti e con sesti d'impianto (modelli) diversi, pertanto il calcolo degli stock di carbonio è stato eseguito separatamente per ogni specie, modello e considerando l'anno d'impianto.

- Biomassa arborea (C_{AB_treeij} e C_{BB_treeij})

Per stimare la biomassa viva dei pioppi sono state utilizzate le seguenti equazioni:

$$C_{AB_tree,ij} = A_{tree,ij} \cdot MC_{AB_tree,ij} \quad (38)$$

$$C_{BB_tree,ij} = A_{tree,ij} \cdot MC_{BB_tree,ij} \quad (39)$$

Dove:

$A_{tree,ij}$ = area occupata dai pioppi nello strato i, substrato j (ha)

$MC_{AB_tree,ij}$ = stock di carbonio medio nella biomassa epigea del pioppo per unità di area per strato i, substrato j (tC ha⁻¹)

$MC_{BB_tree,ij}$ = stock di carbonio medio nella biomassa ipogea del pioppo per unità di area per strato i, substrato j (tC ha⁻¹)

La stima degli stock medi di carbonio della biomassa ipogea è stata fatta attraverso equazioni allometriche ricavate da misurazioni in pioppeti limitrofi su *Aeolian soil* e *Chestnut soil* per differenti classi di diametro, tramite metodi distruttivi di misurazione della biomassa. Le equazioni allometriche sono riportate di seguito:

$$\text{Chestnut soil:} \quad B_{AB,tree} = 0,034 \cdot (DBH^2 \cdot H)^{1.0393} \quad (40)$$

(n=17, R² = 0,8887; DBH: 2,4-11,2 cm; H: 1,7-7,4 m; età: 2-21 anni)

$$\text{Aeolian soil:} \quad B_{AB,tree} = 0.324 \cdot (DBH^2 \cdot H)^{0.6427} \quad (41)$$

(n=41, R² = 0,9038; DBH: 1,7-18,1 cm; H: 1,2-12,0 m; età: 2-20 anni)

Dove

$B_{AB,tree}$ = biomassa epigea, kg di sostanza secca (pianta)⁻¹

DBH = diametro a petto d'uomo (cm)

H = altezza dell'albero (m)

Per determinare le altezze e i diametri in funzione dell'età sono state utilizzate delle curve di crescita locali derivate da misurazioni effettuate nelle foreste limitrofe nell'estate del 2005 dai partecipanti al progetto.

Attraverso le equazioni allometriche è stato stimato lo stock di carbonio della biomassa epigea, per ogni sesto d'impianto pianificato, come segue:

$$MC_{AB,tree,ij} = B_{AB,tree,ij} \cdot N_{tree,ij} \cdot CF_k / 1000 \quad (42)$$

Dove:

$N_{tree, m,ij}$ = numero di piante ad ettaro per strato i, substrato j

1000 = conversione dei kg in tonnellate

CF_k = fattore di conversione della biomassa secca in carbonio (tC (t sostanza secca)⁻¹).

Questo parametro è stato ricavato da analisi di laboratorio, che hanno determinato un contenuto di carbonio medio per il pioppo di 0,45 (n=35, deviazione standard 0,008). Non sono state riscontrate differenze tra foglie, rami fusto e radici

La biomassa ipogea è data dalla seguente equazione:

$$MC_{BB_tree,ij} = MC_{AB_tree,ij} \cdot R_k \quad (43)$$

R_k = rapporto radici/fusto per il pioppo (adimensionale)

Anche R_k è stato ricavato da misurazioni dirette sui pioppeti dell'area, le quali forniscono un valore pari a 0,24 (n=52; deviazione standard = 0,05). Non è stata rilevata nessuna differenza tra i due tipi di suolo e tra le differenti classi d'età (2-20 anni d'età).

Tabella 34 – Progetto Cina: stima degli assorbimenti della biomassa arborea

Carbonio nella biomassa epigea (tCO ₂ eq)	Carbonio nella biomassa ipogea (tCO ₂ eq)	Carbonio totale (tCO ₂ eq)
245,2868	58,86883	304,1556
2179,438	523,0651	2702,503
5285,93	1268,623	6554,553
9419,791	2260,75	11680,54
14446,57	3467,176	17913,74
20281,73	4867,614	25149,34
26864,98	6447,596	33312,58
34150,22	8196,053	42346,27
42100,52	10104,12	52204,64
50685,37	12164,49	62849,86
59878,95	14370,95	74249,9
69659,01	16718,16	86377,17
80006,07	19201,46	99207,52
90902,89	21816,69	112719,6
102334	24560,17	126894,2
114285,6	27428,55	141714,2
126745	30418,8	157163,8
139700,6	33528,15	173228,8
153141,9	36754,05	189895,9
167058,9	40094,13	207153

- Biomassa arbustiva ($C_{AB_shrub,ij}$ e $C_{BB_shrub,ij}$)

I cambi negli stock di carbonio della biomassa degli arbusti piantati (*H. mongolicum*) vengono stimati sulla base dei dati di crescita riportati in bibliografia (Bai, Y. 1998) e riguardanti un arbusto appartenente allo stesso genere, l' *Hedysarum laeve*, utilizzando le seguenti equazioni allometriche, sviluppate localmente tramite metodi di campionamento distruttivi.

$$\text{Chestnut soil } B_{AB_shrub} = 1.111929 \cdot DB^{1.677161} \cdot H^{0.810364} \cdot C^{0.071508} \quad (44)$$

(n=76; R=0,9653; DB: 0,2-3,6 cm; H: 0,38-2,88 m; C: 78-29865 cm²)

$$\text{Aeolian soil } B_{AB_shrub} = 0.145106 \cdot DB^{1.305859} \cdot H^{0.556148} \cdot C^{0.423251} \quad (45)$$

(n=114; R=0,9568; DB: 0,2-4,5 cm; H: 0,38-2,25 m; C: 177-22698 cm²)

Dove:

B_{AB_shrub} = biomassa epigea dell' *H. mongolicum* (kg sostanza secca pianta⁻¹)

DB = diametro alla base (DB), cm

H = altezza della pianta, cm

C = area della chioma, cm²

A questo punto il carbonio totale della biomassa aerea dell' *H. mongolicum* può essere calcolato tramite l'equazione:

$$C_{AB_shrub,ij} = A_{shrub,ij} \cdot N_{shrub,ij} \cdot B_{AB_shrub,ij} \cdot CF_{s,k} \cdot 10^{-6} \quad (46)$$

Dove:

$A_{shrub,ij}$ = area coperta dall' *H. mongolicum* nello strato i, substrato j (ha)

$N_{shrub,m,ij}$ = numero di arbusti (arbusti ha⁻¹)

CF_s = fattore di conversione della sostanza secca in carbonio dell' *H. mongolicum*.

Le analisi di laboratorio condotte su campioni prelevati localmente indicano che il fattore medio di conversione è pari a 0,46 (n=18, deviazione standard 0,011). Non è stata riscontrata una differenza significativa tra foglie, rami, fusti e radici

10⁻⁶ = conversione da grammi a tonnellata

La stima dello stock di carbonio nella biomassa ipogea è stimato come segue:

$$C_{BB_shrub,ij} = C_{AB_shrub,ij} \cdot R_s \quad (47)$$

Dove

R_s = rapporto radici-fusto per l'*H. mongolicum*, adimensionale. Questo rapporto è stato ricavato da analisi di laboratorio le quali hanno indicato un valore pari a 0,74 (n=6, deviazione standard = 0,35)

Tabella 35 - Progetto Cina: stima degli assorbimenti della biomassa arbustiva

Carbonio nella biomassa epigea (tCO ₂ eq)	Carbonio nella biomassa ipogea (tCO ₂ eq)	Carbonio totale (tCO ₂ eq)
1,680306	1,243426	2,923733
91,71557	67,86952	159,5851
690,0128	510,6095	1200,622
2847,129	2106,875	4954,004
9160,433	6778,72	15939,15
12794,77	9468,129	22262,9
1677,306	1241,206	2918,512
10345	7655,301	18000,3
30694,88	22714,21	53409,1
59032,83	43684,29	102717,1
56078,07	41497,77	97575,84
3373,805	2496,616	5870,421
16126,05	11933,28	28059,33
35590,3	26336,82	61927,13
59032,83	43684,29	102717,1
56078,07	41497,77	97575,84
3373,805	2496,616	5870,421
16126,05	11933,28	28059,33
35590,3	26336,82	61927,13
59032,83	43684,29	102717,1

(ii) *Emissioni generate dalle attività di progetto all'interno dei confini del sito*

Tenendo in considerazione i fattori d'emissione sopra riportati, le emissioni generate dalle attività di progetto all'interno dei confini del sito sono stimate tramite la seguente equazione:

$$GHG_E = E_{FossilFuel} + E_{Biomassloss} + N_2O_{direct-N_{fixing}} \quad (48)$$

Dove:

GHG_E = incremento in emissioni di gas serra risultanti dalle attività del progetto all'interno dei confini dei siti ($tCO_2eq \text{ anno}^{-1}$)

$E_{FossilFuel}$ = incremento delle emissioni di gas serra dovute all'utilizzo di combustibili fossili usati per i macchinari impiegati nella preparazione dei siti ($tCO_2eq \text{ anno}^{-1}$)

$E_{biomassloss}$ = diminuzione negli stock di carbonio della biomassa viva della vegetazione erbacea esistente ($tCO_2eq \text{ anno}^{-1}$)

$N_2O_{direct-N_{fixing}}$ = aumento in emissioni di N_2O derivanti dall'uso di specie azotofissatrici arbustive ed annuali ($tCO_2eq \text{ anno}^{-1}$)

- Emissioni causate dalla preparazione meccanica del sito ($E_{FossilFuel}$)

Il calcolo si basa sulla stima della quantità di diesel utilizzato per la preparazione del sito. Per il calcolo è stato utilizzato un fattore nazionale d'emissione del combustibile ($2,635 \text{ kg CO}_2 \text{ litro}^{-1}$), ricavato dall'Inventario Nazionale Cinese delle Emissioni Di Gas Serra".

Nonostante durante il processo di combustione vengano liberati altri gas serra oltre la CO_2 (CO , CH_4 , $NMVOCS$), il calcolo terrà conto solo delle emissioni di anidride carbonica, come consigliato dalle GPG 1996. La formula applicata è la seguente:

$$E_{FuelBurn,t} = CSP_{diesel,t} \cdot EF_{diesel} \cdot 0.001 \quad (49)$$

Dove

CSP_{diesel} = quantità di combustibile consumato da un diesel (litro anno^{-1})

EF_{diesel} = fattore di emissione del diesel ($\text{kg CO}_2 \text{ l}^{-1}$)

0,001 = fattore di conversione da kg a tonnellate

Le emissioni causate dalla preparazione meccanica del sito sono limitate al primo anno d'impianto e ammontano ad un totale di **158,4** tCO_2eq .

- Emissioni causate dall'eliminazione della vegetazione preesistente ($E_{biomassloss}$)

La quantità di biomassa asportata durante le attività d'impianto è stata misurata prima dell'inizio di tali attività da parte della controparte locale, tramite prelievo di campioni di vegetazione in campo, essiccazione e determinazione del contenuto di carbonio in laboratorio.

Il quantitativo medio di biomassa calcolato è risultato essere pari a 2,76 t di sostanza secca ha⁻¹ (n=70; deviazione standard =1,57), e il contenuto medio di carbonio pari a 0,44 (n=10; deviazione standard = 0,013). Non sono state identificate differenze tra i singoli strati. Secondo queste misurazioni, la stima delle emissioni totali derivate dall'asporto della biomassa preesistente è pari a **13.358,4 t CO₂eq**.

- Emissioni dirette di N₂O derivanti dalle coltivazioni intercalari colture annuali ed arbusti fissatori di azoto ($N_2O_{direct-N_{fixing},t}$)

L'N₂O prodotto dalle colture intercalari annuali e dall'impianto degli arbusti, entrambi azotofissatori, viene stimato utilizzando le seguenti equazioni secondo le metodologie consigliate dalle GPG 2000 e 1996.

$$N_2O_{direct-N_{fixing},t} = (F_{BN,t} + F_{SN,t}) \cdot EF_1 \cdot 44/28 \cdot 310 \quad (50)$$

$$F_{BN,t} = \sum_i \sum_j \sum_k (Crop_{BF_k,t} \cdot Crop_{RA_k} \cdot Crop_{NCRBF_k} \cdot A_{ijk}) \quad (51)$$

$$F_{SN,t} = \sum_i \sum_j (\Delta B_{AB_shrub,t,ij} \cdot LF \cdot Shrub_{NCRBF} \cdot A_{ij}) \quad (52)$$

Dove:

$N_2O_{direct-N_{fixing},t}$ = aumento delle emissioni di N₂O dovute all'utilizzo d'arbusti e colture intercalari azotofissatrici all'interno dei confini di progetto (tCO₂eq.anno⁻¹)

$F_{BN,t}$ = quantità di azoto fissato dalle colture annuali intercalari azotofissatrici (t N. anno⁻¹)

$F_{SN,t}$ = quantità di azoto fissato dagli arbusti di *H. mongolicum* (t N. anno⁻¹)

EF_1 = fattore di emissione dovuto alle immissioni di N (t N₂O-N (t N immissione)⁻¹).

Il fattore di emissione applicato è pari a 1,25%, come da IPCC 2000b, tabella 4.17

$Crop_{BF_k,t}$ = produzione per ettaro delle colture k azotofissatrici (t sostanza secca.ha⁻¹anno⁻¹)

$Crop_{RA_k}$ = rapporto tra la sostanza secca della biomassa epigea (incluso i residui) e la produzione della coltura k (adimensionale). Stimato pari a 2, come da tabella 4.16 dell'IPCC GPG 2000

$Crop_{NCRBF_k}$ = contenuto di azoto per biomassa della coltura k, N (kg sostanza secca)⁻¹.

Valore applicato 0,025 kg N

A_{ijk} = area coperta da azotofissatrici per strato i, substrato j, coltura k (ha)

A_{ij} = area coperta da *H. mongolicum* per strato i, substrato j (ha)

$\Delta B_{AB_shrub,t,ij}$ = cambiamenti nello stock di carbonio della biomassa epigea di *H. mongolicum* per strato i, substrato j (t sostanza secca ha⁻¹anno⁻¹). Valore ricavato dalla formula (46)

LF = rapporto tra biomassa fogliare e biomassa epigea dell'*H. mongolicum*, pari a 0,49 (adimensionale)

$Shrub_{NCRBF}$ = contenuto di azoto rispetto alla biomassa di *H. mongolicum*, pari a 0,017 kg N (kg sostanza secca)⁻¹

44/28 = rapporto di peso molecolare tra N₂O e azoto, (adimensionale)

310 = potenziale di riscaldamento globale (Global Warming Potential) del N₂O

Tabella 36 – Cina: assorbimenti effettivi netti da parte del rimboschimento

Anni	Cambiamenti di stock di carbonio annuali	Cambiamenti di stock di carbonio cumulativi	Emissioni di gas serra annuali	Emissioni di gas serra cumulative	Assorb. netti effettivi annui del rimbosc.	Assorb. netti effettivi cumulati del rimbosc.
	tCO ₂ eq anno ⁻¹	tCO ₂ eq	tCO ₂ eq anno ⁻¹	tCO ₂ eq	tCO ₂ eq anno ⁻¹	tCO ₂ eq
1	307	307	-13 718	-13 718	-13 411	-13 411
2	2 555	2 862	-204	-13 922	2 351	-11 060
3	4 893	7 755	-219	-14 141	4 674	-6 386
4	8 879	16 635	-65	-14 206	8 814	2 429
5	7 218	33 853	-190	-14 395	17 028	19 457
6	13 559	47 412	-109	-14 505	13 450	32 907
7	-11 181	36 231	334	-14 170	-10 847	22 061
8	24 115	60 347	-261	-14 431	23 855	45 915
9	45 267	105 614	-612	-15 043	44 655	90 571
10	59 953	165 567	-852	-15 895	59 101	149 672
11	6 259	171 826	89	-15 806	6 348	156 019
12	-79 578	92 248	1 585	-14 221	-77 993	78 026
13	35 019	127 267	-384	-14 605	34 636	112 662
14	47 380	174 647	-585	-15 190	46 794	159 456
15	54 965	229 611	-705	-15 895	54 260	213 716
16	9 679	239 290	89	-15 806	9 768	223 484
17	-76 256	163 034	1 585	-14 221	-74 671	148 813
18	38 254	201 288	-384	-14 605	37 870	186 683
19	50 535	251 823	-585	-15 190	49 950	236 633
20	58 047	309 870	-705	-15 895	57 342	293 975

- ***Stima del leakage (C_{LK})***

Il *leakage* è originato unicamente dal trasporto dei materiali utilizzati per le attività del progetto (semenzali e attrezzature). Tutti i lavoratori impiegati nelle attività provengono da fattorie forestali locali, quindi non è necessario il loro trasporto ai siti di progetto. Nell'area del progetto vengono comunemente utilizzati per il trasporto di materiali camion a benzina e veicoli diesel di taglia media. Il tragitto medio di trasporto è stato stimato pari a 30 km. Sulla base dei semenzali necessari per l'afforestazione, le emissioni causate dai veicoli utilizzati sono state stimate applicando l'equazione (49) con fattori di emissione di 2,49 kg CO₂ litri⁻¹ per la benzina e 2,64 kg CO₂ litri⁻¹ per il diesel.

Il *leakage* si verifica solo durante il primo anno del rimboschimento, per un totale di **0,52 t CO₂eq.**

- **Stima degli assorbimenti antropici netti dei gas serra da parte del progetto**
(C_{AR_CDM})

Inserendo nell'equazione (1) i valori ottenuti dai calcoli fin'ora descritti si ottiene la stima degli assorbimenti antropici netti di gas serra da parte del progetto cinese i cui risultati sono riassunti in Tabella 37 ed in Figura 23. Questi assorbimenti ammontano, nel primo periodo di credito di 20 anni, a **293.974tCO₂ eq**, con un tasso di sequestro di carbonio annuale ad ettaro pari a **4,89 tCO₂ eq ha⁻¹ anno⁻¹**.

I crediti generati da questo progetto sono del tipo ICER il cui calcolo segue la metodologia descritta con l'equazione (3), di cui si riportano i risultati in Tabella 37.

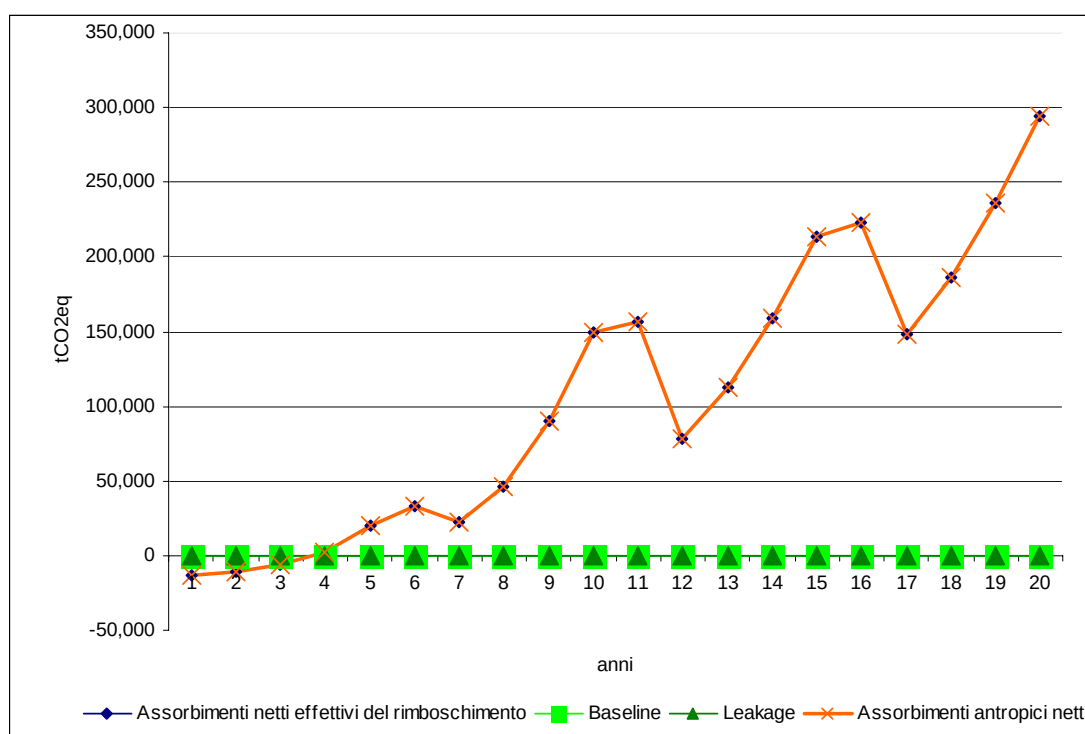


Figura 23- Cina: grafico degli assorbimenti antropici netti da parte del rimboschimento – Valori cumulativi

Tabella 37 Cina: Stima degli assorbimenti antropici netti di gas serra da parte del progetto

Anni	Assorb. netti effettivi del rimbosc.	<i>Baseline</i>	<i>Leakage</i>	Assorbimenti antropici netti annuali	Assorbimenti antropici netti cumulativi	Assorbimenti antropici netti nell'anno di verifica
	T CO2 eq anno ⁻¹	T CO2 eq anno ⁻¹	T CO2 eq anno ⁻¹	T CO2 eq anno ⁻¹	T CO2 eq	T CO2 eq
1	-13 411	0	0.5	-13 411	-13 411	
2	2 351	0	0	2 351	-11 060	
3	4 674	0	0	4 674	-6 386	
4	8 814	0	0	8 814	2 428	
5	17 028	0	0	17 028	19 456	
6	13 450	0	0	13 450	32 906	
7	-10 847	0	0	-10 847	22 059	
8	23 855	0	0	23 855	45 914	45 914
9	44 655	0	0	44 655	90 569	
10	59 101	0	0	59 101	149 670	
11	6 348	0	0	6 348	156 018	
12	-77 993	0	0	-77 993	78 025	
13	34 636	0	0	34 636	112 661	66 747
14	46 794	0	0	46 794	159 455	
15	54 260	0	0	54 260	213 715	
16	9 768	0	0	9 768	223 483	
17	-74 671	0	0	-74 671	148 812	
18	37 870	0	0	37 870	186 682	74 021
19	49 950	0	0	49 950	236 632	
20	57 342	0	0	57 342	293 974	
Totali	293 975	0	0.5	293 974		

6.7.3. Progetto Argentina

- **Stima della Baseline (C_{BSL})**

La metodologia di *baseline* proposta per questo progetto include l'analisi dei cambiamenti d'uso del suolo e la determinazione di una funzione che mette in relazione la proporzione delle due classi di suolo individuate: quella agricola e quella arbustiva (aree agricole abbandonate con colonizzazione di arbusti). Si assume che il tasso storico di passaggio da un uso del suolo all'altro rimanga costante nel tempo, di conseguenza si può determinare la copertura rispettiva delle due categorie alla fine del periodo di credito.

Il carbonio in ogni categoria d'uso è calcolato tramite lo stock di carbonio medio per unità di area e l'area totale di ogni classe. La metodologia assume che i cambiamenti di carbonio all'interno d'ogni classe rimangano costanti per tutto il periodo di credito, pertanto pari a zero.

Gli stock di carbonio della classe agricola si assumono essere uguale a zero, valore conservativo se si considera che suoli ad uso agricolo sono considerati fonti di emissione con una riduzione media di circa del 30% rispetto al contenuto di carbonio iniziale (Amundson R, 2001). Inoltre è stato appurato che il tasso di emissione di C da parte del suolo delle terre agricole è in funzione dei gradienti climatici ed aumenta con l'aumentare della temperatura (Davidson EA et al., 1993; Tiessen H et al., 1994).

Lo stock di carbonio della categoria degli arbusti è invece diverso da zero e sarà stimato attraverso misure dirette con metodi di campionamento distruttivi per la biomassa epigea e ipogea mentre analisi di laboratorio saranno impiegate per la determinazione del carbonio organico nel suolo.

La metodologia è riassumibile attraverso le seguenti equazioni:

$$C_{BSL} = \sum_i \Delta C_i \quad (53)$$

Dove:

i = categoria d'uso del suolo

C_i = cambiamenti totali negli stock di carbonio per categoria d'uso del suolo (tonnellate di CO₂ per anno).

Il carbonio totale è calcolato utilizzando il metodo “*Gain-Loss*”, attraverso l'equazione seguente:

$$\Delta C_i = (C_{i,t2} - C_{i,t1}) / T * 44 / 12 \quad (54)$$

Dove:

$C_{i,t2}$ = stock di carbonio totale per la categoria d'uso del suolo i , al tempo $t2$ (tonnellate di C)

$C_{i,t1}$ = stock di carbonio totale per la categoria d'uso del suolo i , al tempo $t1$ (tonnellate di C)

$T = t2 - t1$ = numero di anni tra $t2$ e $t1$ (anni)

44/12 = rapporto del peso molecolare tra CO₂ e carbonio, (adimensionale)

Lo stock di carbonio presente al tempo t è calcolato attraverso la sommatoria dei rapporti tra il carbonio per ogni categoria d'uso e l'area ricoperta da questo strato.

$$C_{i,t} = \sum_{i=1}^n C_i * A_{i,t} \quad (55)$$

Dove:

$C_{i,t}$ = stock di carbonio totale per la categoria d'uso i , al tempo t (tonnellate di C)

C_i = media degli stock di carbonio per la categoria d'uso i (Tonnellate di C per ha)

$A_{i,t}$ = area totale per categoria d'uso i al tempo t (ha)

La proporzione di suolo occupata da ogni strato è determinata tramite il processo di classificazione descritto sopra (paragrafo 5.2.1). Lo stock di carbonio per ogni strato è dato dalla somma degli stock di carbonio per ogni pool selezionato:

$$C_i = C_{LB} + C_L + C_{SOILS} \quad (56)$$

Dove:

C_{LB} = stock di carbonio nella biomassa viva totale (epigea ed ipogea), (tonnellate di C ha⁻¹)

C_L = stock di carbonio nella lettiera (tonnellate di C ha⁻¹)

C_{SOILS} = stock di carbonio della sostanza organica del suolo (tonnellate di C ha⁻¹)

Per il calcolo dello stock di carbonio di ogni strato (C_i), si utilizzano dei modelli differenti per categoria d'uso del suolo e di pool selezionato, attraverso le formule consigliate dalla GPG-LULUCF 2003 (come descritte nel paragrafo 6.6) e dalla pubblicazione di Mac Dicken (1997).

- ***Stima degli assorbimenti effettivi di gas serra da parte del rimboschimento (C_{ACTUAL})***

Nella determinazione degli assorbimenti effettivi di gas serra da parte del rimboschimento si farà uso del Metodo 1 o “Gain-Loss”.

Il calcolo degli assorbimenti lordi da parte del rimboschimento terrà in considerazione gli aumenti degli stock di carbonio nei quattro pool selezionati.

Per quanto riguarda le emissioni generate dalle attività di progetto, all'interno dei siti, verranno considerati i seguenti fattori:

- Asportazione della biomassa arbustiva preesistente
- Potature di alberi per la produzione di foraggio per gli animali domestici (l'impianto sarà fatto a densità definitiva e non verranno effettuati diradamenti per i primi 20 anni del progetto pertanto la perdita di biomassa dovuta a queste attività non sarà inclusa nel calcolo).
- Le emissioni dovute all'utilizzo di combustibili fossili da parte dei trattori utilizzati nella lavorazione della terra. Queste emissioni saranno limitate al solo momento dell'impianto.

- ***Stima del leakage (C_{LK})***

Il *leakage* di questo progetto sarà limitato, come nel caso cinese, alle sole emissioni derivanti dall'utilizzo di mezzi di trasporto per i materiali e la manodopera utilizzata per le operazioni d'impianto.

- ***Stima degli assorbimenti antropici netti dei gas serra da parte del progetto (C_{AR_CDM})***

La documentazione del progetto è ancora in fase di elaborazione e non si hanno al momento delle stime ex ante precise degli assorbimenti antropici netti dei gas serra da parte del progetto.

6.8. Misurazioni e Monitoraggio

Affinché i crediti vengano certificati ed emessi, è necessario che i partecipanti al progetto, secondo un piano precedentemente approvato, effettuino un monitoraggio periodico durante tutta la durata del periodo di credito, considerando le seguenti componenti:

- Baseline
- Andamento generale del progetto (i confini dei siti, le attività d'impianto e di gestione)
- Assorbimenti netti reali del rimboschimento nei pool selezionati
- Leakage
- Variazioni nelle circostanze che possono influenzare il titolo legale della terra o i diritti d'accesso ai pool di carbonio
- Raccolta dei dati, inclusi i protocolli di controllo della qualità, la valutazione delle incertezze e la loro minimizzazione. Devono inoltre essere descritte le formule, gli algoritmi e le assunzioni utilizzate nel calcolo degli assorbimenti ed emissioni di gas serra.

Le tecniche e i metodi per la misurazione e il calcolo del carbonio della biomassa devono essere basati su metodologie comunemente accettate d'inventario forestale, di campionamento del suolo e di studi ecologici, nonché sulle guide fornite dall'IPCC. I passi che si devono compiere per il disegno del piano di monitoraggio e le misurazioni sono i seguenti:

- Stabilire il disegno di campionamento (numero, tipo e dimensioni delle aree di saggio)
- Stabilire uno schema per le misurazioni di campo e per l'analisi dei dati per la stima degli stock di carbonio (formule e/o modelli)
- Disegnare una metodologia per il monitoraggio del *leakage*
- Stabilire il monitoraggio della *baseline*
- Stabilire un piano di controllo di qualità

Generalmente la frequenza del monitoraggio sarà basata sul tasso e l'ampiezza dei cambiamenti attesi. A piccoli cambiamenti corrisponderanno delle frequenze di monitoraggio minori.

6.8.1. *Quality Assurance, Quality Control (QA/QC) e valutazione delle incertezze*⁴³

Per assicurare che gli assorbimenti antropici netti dei gas serra da parte del rimboschimento siano misurati e monitorati in maniera precisa, credibile, trasparente e verificabile, deve essere stabilito un protocollo per assicurare l'affidabilità del processo di monitoraggio (*Quality Assurance*) e deve essere pianificato un controllo di qualità (*Quality Control*). Per definire il livello d'accuratezza dell'analisi, un'attenzione particolare sarà data alle incertezze relative al giudizio dell'esperto, al metodo per combinare le incertezze delle metodologie e alle variabili utilizzate nei calcoli. La metodologia applicata per la QA/QC è comune ai tre progetti e segue le indicazioni fornite dall'GPG LULUCF 2003 e GPG 2000, di seguito brevemente descritte.

Quality Assurance

Per assicurare l'affidabilità del processo di monitoraggio vengono applicate delle metodologie dette di *Quality Assurance*, le quali tengono conto dei seguenti fattori:

- a) Affidabilità dei rilievi in campo
- b) Verifica dei dati raccolti in campo
- c) Verifica dell'archiviazione dei dati e delle elaborazioni
- d) Mantenimento dei dati e archiviazione

a) Affidabilità dei rilievi in campo

Per assicurare l'affidabilità dei rilievi in campo sono stati presi i seguenti accorgimenti:

- Per ogni attività di misurazione sono state adottate e descritte nel PDD delle Procedure Operative Standard (Standard Operating Procedures - SOPs), le quali comprendendo un protocollo per il corretto svolgimento delle attività di

⁴³ Questo argomento è trattato nei paragrafi 4.3.4 e 5.5 delle GPG LULUCF 2003

misurazione fornendo inoltre le indicazioni per compilare la documentazione necessaria alla verifica.

- Durante i primi cinque anni del progetto verranno fatti dei corsi d'addestramento per la raccolta dei dati in campo, coinvolgendo le persone incaricate di tali attività. I corsi assicureranno che ogni gruppo sia pienamente consapevole delle procedure e dell'importanza dell'accuratezza dei dati raccolti. A tal proposito i partecipanti del corso saranno sottoposti ad un esame di finale, sia pratico che teorico, e solo quelli che avranno superato con successo tali prove potranno far parte dei gruppi di monitoraggio.

b) Verifica dei dati raccolti in campo

Per verificare che le aree di saggio siano state correttamente collocate e che le misurazioni siano state fatte seguendo le Procedure Operative Standard si adotteranno le seguenti accortezze:

- Il 20% delle aree di saggio (selezionate casualmente) saranno rimisurate da gruppi differenti da quelli che avevano effettuato la misurazione precedente.
- Il 10% delle aree di saggio (selezionate casualmente) saranno rimisurate da un gruppo indipendente qualificato.
- Le ripetizioni riguarderanno principalmente la collocazione delle aree di saggio e la misurazione delle variabili all'interno delle stesse.
- I dati originati dalle ripetizioni saranno confrontati con gli originali. Ogni errore identificato sarà corretto e registrato e sarà espresso come percentuale d'errore per tutte le aree di saggio che sono state verificate, al fine di fornire una stima degli errori di misurazione. Se la differenza tra le ripetizioni e le misurazioni originarie sono maggiori del 10%, tutte le aree di saggio dovranno essere misurate di nuovo.

c) Verifica dell'archiviazione dei dati e delle elaborazioni

Per minimizzare i possibili errori d'ingresso dei dati, sia per quelli di campo che di laboratorio, i database saranno controllati da un gruppo d'esperti indipendenti e confrontati con dati d'origine per assicurare la loro correttezza. Saranno stabiliti dei canali di comunicazione tra tutto il personale coinvolto nella misurazioni ed analisi

dei dati, affinché i vari operatori possano confrontarsi e risolvere ogni anomalia prima del completamento dell'analisi finale delle variabili monitorate.

d) Mantenimento dei dati e archiviazione

Tutti i dati saranno archiviati in forma digitale ed elettronica, e le copie di tutti i dati saranno distribuiti tra i vari partecipanti al progetto. I dati digitali saranno trasferiti su CD in più copie conservate in posti diversi. L'archivio comprenderà:

- Copie di tutti i dati originali delle misurazioni di campo, delle analisi di laboratorio inclusi i fogli di calcolo utilizzati per l'elaborazione dei dati;
- Stime dei cambiamenti di stock di carbonio in tutti i pool selezionati e delle emissioni di tutti i gas serra insieme ai fogli di calcolo corrispondenti utilizzati;
- Sistema Informatizzato Territoriale;
- Copie dei rapporti di misurazione e monitoraggio

Quality control

Per garantire la qualità del monitoraggio è buona pratica applicare dei sistemi di controllo di qualità almeno di Livello 1, i quali applicano le procedure descritte in tabella Tabella 38.

Tabella 38 - Controllo di qualità applicato alle procedure di monitoraggio (Tabella 5.5.1 della GPG LULUCF 2003)

Attività di controllo di qualità	Procedure
Controllare che le assunzioni e i criteri della selezione dei dati delle attività, fattori di emissione e altri parametri stimati siano correttamente documentati	- Controllo incrociato delle descrizioni dei dati sulle attività, dei fattori di emissione, e altri parametri stimati con le informazioni sulle fonti di emissioni e sugli stock e assicurarsi che queste sono registrate ed archiviate in maniera appropriata.
Controllare gli errori di trascrizione nell'inserimento dei dati e nei riferimenti bibliografici.	- Confermare che i dati in bibliografia e le citazioni siano fatte in maniera appropriata nella documentazione interna - Controllo incrociato di un campione di dati inseriti per ogni categoria d'origine (sia per le misurazioni che per i parametri utilizzati nei calcoli) per identificare qualsiasi errore di trascrizione
Controllare che le emissioni e gli assorbimenti siano calcolati correttamente.	- Riprodurre un campione rappresentativo di calcoli di emissioni ed assorbimenti. - Riprodurre selettivamente modelli complessi di calcolo per giudicare l'accuratezza relativa.
Controllare che i parametri e le unità di misura siano correttamente registrate e i fattori di conversione siano utilizzati correttamente.	- Verificare che nei fogli di calcolo le unità di misura siano correttamente scritte. - Controllare che le unità di misura siano utilizzate correttamente durante tutto il calcolo. - Controllare che i fattori di conversione siano utilizzati correttamente. - Controllare che gli aggiustamenti spaziali e temporali dei fattori siano fatti correttamente.
Controllare l'integrità dei documenti	- Confermare che i passi per l'elaborazione dei dati siano correttamente rappresentati nel database. - Confermare che la relazione tra i vari dati sia rappresentata correttamente nel database - Assicurarsi che i dati di campo siano propriamente specificati e descritti. - Assicurarsi che la documentazione del database, la struttura del modello e delle operazioni siano archiviati adeguatamente.

Attività di controllo di qualità	Procedure
Controllare la coerenza tra le categorie.	- Identificare dei parametri che sono comuni a più categorie di calcolo (ad esempio i dati relativi alle attività e le costanti utilizzate) e verificarne l'uniformità.
Controllare la correttezza del movimento dei dati inventariali attraverso i passi dell'elaborazione	- Quando si preparano dei sommari dei rapporti bisogna verificare che i dati di emissione e assorbimento siano aggregati correttamente dal livello più basso del rapporto al più alto. - Controllare che i dati di emissione e assorbimento siano trascritti correttamente attraverso i prodotti intermedi del calcolo e di documenti di rapporto.
Controllare che gli errori relativi alle emissioni e agli assorbimenti siano stimati o calcolati correttamente.	- Controllare che l'adeguatezza delle qualifiche degli operatori che forniscono il giudizio esperto per la stima degli errori. - Controllare che le qualifiche, le assunzioni e i giudizi dell'esperto siano registrati. Controllare che il calcolo degli errori sia completo e correttamente sviluppato. - Se necessario, ripetere il calcolo degli errori per un campione rappresentativo della distribuzione delle probabilità attraverso l'analisi di Monte Carlo.
Revisione della documentazione interna	- Controllare che la documentazione interna sia adeguatamente dettagliata a permettere di riprodurre le stime delle emissioni, assorbimenti e dell'errore. - Controllare che i dati inventariali, quelli di supporto e le loro registrazioni siano archiviati e immagazzinati correttamente al fine di facilitare la revisione. - Controllare l'integrità dell'organizzazione per l'archiviazione dei dati provenienti da organismi esterni coinvolti nella preparazione dell'inventario.
Controllare la coerenza tra le serie temporali	- Controllare la consistenza dei dati d'ingresso per le serie temporali per ogni categoria di emissione o assorbimento. - Controllare la consistenza negli algoritmi/metodi utilizzati per il calcolo nelle serie temporali.

Attività di controllo di qualità	Procedure
Controllare la completezza della documentazione.	- Confermare che siano state riportate le stime per tutte le categorie di fonti d'emissione e sink, per tutto il periodo di monitoraggio. - Controllare che la mancanza riconosciuta dei dati che può risultare da stime incomplete delle emissioni sia documentata correttamente e trattata in maniera conservativa.
Confrontare le stime attuali con quelle precedenti.	- Per ogni categoria, le stime inventariali correnti dovrebbero essere confrontate con quelle precedenti (se disponibili). Se si identificano dei cambiamenti significativi o variazioni rispetto alla tendenza attesa, bisogna ricontrollare le stime e fornire spiegazioni per le differenze.

Valutazione delle incertezze

La valutazione delle incertezze, utilizzata dai tre progetti, si basa sulle raccomandazioni fornite dalle guide dell'IPCC (GPG 2000 e GPG LULUCF). Qui sono forniti degli esempi per la valutazione degli errori relativi al giudizio dell'esperto e dei metodi per associare le incertezze.

Incetnze relative al giudizio dell'esperto

Il giudizio dell'esperto generalmente consiste in un intervallo, spesso riportato con il valore più verosimile. Generalmente si applicano le seguenti regole:

- Quando un esperto fornisce come valore di limite solo quello superiore od inferiore, si assume che la funzione delle probabilità sia uniforme e che l'intervallo fiduciale sia pari al 95%.
- Quando un esperto fornisce un valore da lui considerato come il più probabile, si assume una funzione di densità di probabilità triangolare, utilizzando i valori più verosimili come moda e assumendo che i limiti superiore ed inferiore escludano il 2,5% della popolazione. La distribuzione non deve essere necessariamente simmetrica.

Metodi per combinare le incertezze

Le stime dei cambiamenti di stock di carbonio, dovuti alle emissioni e agli assorbimenti generati dalle attività di progetto presentano delle incertezze associate con: area, dati relativi alle attività, tassi di accrescimento della biomassa, fattori di emissione o altri coefficienti. Si assume che gli errori associati alle varie stime siano variabili, sia in relazione ai dati di default forniti dalle GPG LULUCF 2003 che dal giudizio dell'esperto o dalle stime basate sul campionamento statistico.

In base all'utilizzo dei metodi di Livello 1 o 2, la GPG LULUCF 2003 fornisce una guida su come ogni categoria di stima contribuisca all'incertezza della stima totale delle emissioni e degli assorbimenti del progetto.

Nel caso si utilizzino metodi del Livello 1, la combinazione delle incertezze è basata sulla formula della propagazione semplice dell'errore introdotta nella GPG 2000. L'equazione di seguito riportata può essere utilizzata per stimare gli errori di un prodotto di varie quantità (ad esempio quando una stima di emissione è espressa come il prodotto del fattore di emissione e i dati relativi ad una determinata attività).

Questa si applica quando non vi è una correlazione significativa tra i dati e le incertezze sono relativamente piccole (deviazione standard minore del 30% rispetto alla media). L'equazione può essere utilizzata anche quando le incertezze sono maggiori di tale valore, al fine di ottenere un risultato indicativo.

$$U_{total} = \sqrt{U_1^2 + U_2^2 + \dots + U_n^2} \quad (57)$$

Dove:

U_{total} = percentuale delle incertezze nel prodotto delle quantità (metà del 95% dell'intervallo di confidenza diviso per il totale ed espresso come percentuale);

U_i = percentuale dell'incertezza associata ad ognuna delle quantità;

1,2,...,n = numero delle quantità

Quando le quantità incerte sono combinate tramite addizione o sottrazione (come quando si deriva l'incertezza cumulata delle stime di progetto), si utilizza la seguente equazione:

$$U_E = \frac{\sqrt{(U_1 * E_1)^2 + (U_2 * E_2)^2 + \dots + (U_n * E_n)^2}}{|E_1 + E_2 + \dots + E_n|} \quad (58)$$

U_E = percentuale dell'incertezza della somma

U_i = percentuale dell'incertezza associata con la fonte/sink i di gas serra

E_i = emissioni/assorbimenti stimati per fonte/sink i

Come per l'equazione precedente, questa assume che non vi sia una correlazione significativa tra le stime degli assorbimenti e delle emissioni e che le incertezze siano piccole. Tuttavia questa può essere utilizzata per fornire dei risultati approssimativi anche quando le incertezze sono relativamente grandi.

6.8.2. Progetto Albania

1. Monitoraggio della baseline

La *baseline* non sarà monitorata durante il primo periodo di credito, poiché si assume che questa sia rappresentata da una continuazione dei cambiamenti in atto nei pool di carbonio presi in considerazione. Poiché è stato scelto un periodo di credito rinnovabile di 20 anni più un rinnovo di altri 20 anni, la *baseline* dovrà essere rivista al termine del primo periodo, per assicurarsi che non siano intervenuti dei cambiamenti nelle condizioni che inizialmente hanno determinato la *baseline*. Questi cambiamenti possono essere di varia natura, come: nuove politiche settoriali nazionali o locali, progressi tecnici che rimuovano le barriere che impedivano la realizzazione del rimboschimento, variazioni delle condizioni socio-economiche dell'area che rendono lo scenario di *baseline* non più realistico, ecc.

2. Monitoraggio dell'andamento generale del progetto

a) Monitoraggio dei confini di progetto

I confini del progetto sono stati riportati su mappe durante la fase iniziale di pianificazione e la loro delineazione sarà effettuata tramite l'uso di GPS durante le attività d'impianto. Le coordinate dei siti verranno in seguito inserite in un database elettronico e su supporto cartaceo.

b) Monitoraggio dell'impianto e delle attività di progetto le quali devono essere conformi a quelle pianificate nel PDD

La qualità dell'impianto e la quantità delle fallanze verrà monitorata dai forestali locali durante i primi tre anni dall'inizio delle attività di progetto. I forestali monitoreranno inoltre le attività di piantagione e di ceduzione pianificate. I risultati del monitoraggio saranno inseriti in un database digitale ed archiviati su supporto cartaceo.

c) Monitoraggio della gestione forestale

Le attività di ripulitura e di diradamento saranno monitorate dai forestali locali per assicurare che queste siano realizzate correttamente. I risultati di queste attività si

rifletteranno nelle misurazioni volumetriche effettuate in base alle metodologie inventariali stabilite nel PDD, pertanto il monitoraggio si concentrerà prevalentemente su forme insostenibili di gestione forestale che possono portare ad una perdita eccessiva della biomassa.

3. Monitoraggio degli assorbimenti effettivi da parte del rimboschimento

a) Stratificazione

La stratificazione iniziale del progetto verrà riassettata durante il primo monitoraggio in base agli eventuali cambiamenti delle condizioni dei siti, verificatesi rispetto allo schema d'impianto pianificato nei documenti di progetto. La stratificazione ex-post terrà in conto dei reali cambiamenti di stock di carbonio che possono variare rispetto a quelli previsti. Strati differenti o sottostrati possono essere raggruppati in un unico strato se le quantità di stock di carbonio sono simili. In caso contrario si può identificare un nuovo strato per meglio descrivere la variabilità delle condizioni reali del rimboschimento.

b) Schema di campionamento

Determinazione del numero delle aree di saggio

La stratificazione iniziale ha portato all'identificazione di tre strati e il numero di aree di saggio per ogni strato è stimato in relazione all'accuratezza attesa.

I dati necessari per definire il numero delle aree sono:

- Area totale di tutti gli strati (A), $A = 5728,45$ ha.
- Area d'ogni singolo strato (A_h): $A_1 = 636,0$ ha; $A_2 = 1737,8$ ha; $A_3 = 3354,65$ ha;
- Dimensione dell'area di saggio (a): $a = 200$ m²;
- Deviazione standard (S_h) per ogni strato: $S_1 = 18,3592$ m³ha⁻¹; $S_2 = 16,2392$ m³ha⁻¹; $S_3 = 10,3191$ m³ha⁻¹;
- Valore approssimativo della media della quantità stimata (Q): $Q = 27$ m³ha⁻¹;
- Livello di precisione desiderato (p): $p = 10\%$;
- $z_{\alpha/2}$ = valore statistico z (funzione della distribuzione normale delle probabilità), per $\alpha = 0,05$ (limite fiduciale del 95%): $z_{\alpha/2} = 1,645$

Di conseguenza:

$$N = A/a = 286422,5$$

$$N_h = A_h/a$$

$$(N_1 = 31800; N_2 = 86890; N_3 = 167732,5)$$

$$E = Q * p = 2.7 m^3 ha^{-1}$$

$$n = \frac{\left[\sum_{h=1}^L N_h * S_h \right]^2}{\left(N * \frac{E}{z_{\alpha/2}} \right)^2 + \sum_{h=1}^L N_h * (S_h)^2} = 65 \quad (59)$$

$$n_h = \frac{\sum_{h=1}^L N_h * S_h}{\left(N * \frac{E}{z_{\alpha/2}} \right)^2 + \sum_{h=1}^L N_h * (S_h)^2} * N_h * S_h \quad (60)$$

$$n_1 = 10$$

$$n_2 = 24$$

$$n_3 = 29$$

Per raggiungere un alto livello di accuratezza sono state effettuate varie ripetizioni. E' possibile modificare il numero delle aree di saggio dopo il primo monitoraggio basandosi sulla variazione reale dello stock di carbonio rilevato nei siti di progetto.

Distribuzione e tipologia delle aree di saggio

Le aree di saggio saranno circolari con una superficie di 200 m² corretti per la pendenza. Si è deciso di utilizzare aree di saggio permanenti, localizzabili tramite GPS. Non vi sarà nessun segno di riconoscimento per l'area di saggio permanente, onde evitare che questa venga trattata diversamente rispetto al resto dell'area del progetto. Per evitare che la scelta della locazione delle aree di saggio sia influenzata

dall'operatore, le aree di saggio permanenti saranno collocate sistematicamente partendo da un punto casuale, come consigliato dalla GPG-LULUCF 2003.

Frequenza del monitoraggio

Le operazioni d'impianto saranno condotte dal 2006 fino al 2008. Le specie presenti sull'area di progetto, una volta sottoposte alle ceduazioni e ripuliture pianificate, non richiederanno altri interventi selvicolturali (ripuliture, diradamenti ecc) per tutta la durata del primo periodo di credito. Il monitoraggio sarà effettuato ogni 5 anni a partire dal 2011 (2016, 2021).

4. Misurazioni e stima dei cambiamenti di stock di carbonio nel tempo

I cambiamenti di stock di carbonio saranno stimati durante il periodo di credito attraverso dati di crescita della biomassa. Questa verrà calcolata come funzione dell'incremento volumetrico stimato attraverso l'uso delle tavole alsometriche albanesi. La metodologia di misurazione seguirà le normali pratiche inventariali utilizzate in Albania, attraverso i seguenti passi:

1. Calcolare il numero e determinare la collocazione dell'area di saggio di 200 m², corretta per la pendenza.
2. Misurazione con cavalletto dendrometrico o con rotella metrica dei diametri (o circonferenze, da cui si ricaverà il diametro) di tutte le specie presenti con diametro maggiore di 4 cm;
3. Calcolare il diametro medio per ogni specie presente;
4. Per ogni specie selezionare nove alberi (tre alberi all'interno della classe diametrica dove ricade il diametro medio, tre nella categoria superiore e tre in quella inferiore). Misurare l'altezza dei nove alberi e calcolarne la media;
5. Per ogni specie identificare la classe d'altezza e diametro nella tavola alsometrica corrispondente e leggere il volume dendrometrico corrispondente (inclusivo di rami di piccole, medie e grosse dimensioni);
6. Per ogni specie moltiplicare il volume letto per il numero di alberi presenti nell'area di saggio per ottenere il volume totale dell'area, il quale verrà poi riportato all'ettaro.

Il volume così ricavato costituirà il valore d'ingresso nel calcolo tramite il metodo “*Stock Change*” descritto nelle equazioni (18), (19), (20) e (21). Si utilizzerà un fattore di espansione della biomassa (BEF) pari a 1, densità del legno (D_J) pari a 0,58 t sostanza secca m^{-3} ed un rapporto fusto radici (R_J) di 0,35 (si rimanda al paragrafo 6.7.1. per la spiegazione delle variabili utilizzate)

5. Monitoraggio delle emissioni di gas serra derivate dall'attività di progetto

Il metodo inventariale applicato per misurare e stimare i cambiamenti di stock di carbonio, misurando il volume reale è, per definizione, al netto delle perdite. Non sono utilizzati macchinari per le operazioni selvicolturali durante il primo periodo di credito, pertanto non ci sarà bisogno di monitorare le emissioni derivate da queste fonti all'interno dei confini di progetto.

6. Monitoraggio del leakage

Ambedue le fonti d'emissioni previste nel progetto (risultanti dalle attività di trasporto e dalla fermentazione enterica dei ruminanti) verranno monitorate durante il periodo di impegno. La metodologia di calcolo utilizzata è la stessa della stima ex ante (equazione 29).

a) Emissioni risultanti dalle attività di trasporto

In Tabella 39 è riportata la lista delle informazioni che dovranno essere raccolte durante la fase di monitoraggio con la relativa frequenza e origine dei dati. Questi valori dovranno poi essere inseriti nelle equazioni (32) e (33) per ottenere la quantità di tCO_2eq derivate da questa fonte.

Tabella 39 – Albania: informazioni da raccogliere per il monitoraggio del *leakage* derivante dal trasporto

Variabile	Origine dei dati	Unità	Misurata (m), calcolata (c) o stimata (e)	Frequenza di registrazione del dato	Proporzione dei dati da monitorare
<i>Numero di veicoli utilizzati per ogni tipo</i>	<i>Monitoraggio delle attività del progetto.</i>	<i>Numero</i>	<i>M</i>	<i>Annuale, mensile, giornaliero (scegliere la frequenza appropriata)</i>	<i>100%</i>
<i>Chilometri percorsi per tipo di veicolo</i>	<i>Monitoraggio delle attività di progetto</i>	<i>Km</i>	<i>M</i>	<i>Annuale, mensile, giornaliero (scegliere la frequenza appropriata)</i>	<i>100%</i>
<i>Consumo di combustibile per km per tipo di veicolo</i>	<i>Dati locali, nazionali o dall'IPCC</i>	<i>Litri km⁻¹</i>	<i>E</i>	<i>5 anni</i>	<i>100%</i>

I chilometri percorsi per ogni tipo di veicolo e il numero dei veicoli saranno monitorati dai partecipanti al progetto o da personale addetto. Il consumo di combustibile per km e per tipo di veicolo saranno monitorati attraverso i dati forniti dalle case produttrici dei veicoli, corretti secondo la tipologia di percorso effettuata (montagnoso o di pianura).

b) Emissioni risultanti dagli animali rimossi dal sito

Il monitoraggio delle emissioni dovute al trasferimento delle attività di pascolo al di fuori del sito, sarà limitato ai primi sette anni dall'impianto. Questo è infatti il periodo in cui il bestiame sarà tenuto fuori dai confini di progetto per permettere la rigenerazione naturale della vegetazione. Le formule applicate per questo tipo di emissione sono le stesse descritte nella stima ex ante (equazioni 30 e 31). Le

informazioni da raccogliere per il monitoraggio di questo tipo di *leakage* sono riassunte in Tabella 40.

I dati sulla fermentazione enterica forniti nella Tabella 29 sono ricavati dalla letteratura. I partecipanti possono periodicamente controllare la disponibilità di fattori di emissione sviluppati localmente per sostituirli con quelli generali.

I dati sul numero dei capi di bestiame e i mesi della loro presenza su ogni sito saranno monitorati attraverso dei questionari compilati annualmente dall'amministrazione locale. I dati saranno utilizzati per correggere le stime effettuate nella preparazione dei documenti di progetto e per monitorare i cambiamenti in numero di capi di bestiame al di fuori dei confini di progetto.

Tabella 40 – Albania: informazioni da raccogliere per il monitoraggio del *leakage* derivante dalla fermentazione enterica dei ruminanti

Variabile	Origine dei dati	Unità	Misurata (m), calcolata (c) o stimata (e)	Frequenza di registrazione del dato	Proporzione dei dati da monitorare	Commenti
<i>Numero di capi per tipo di bestiame e sito</i>	<i>Dati locali</i>	<i>capo</i>		<i>Una volta prima dell'inizio del progetto e poi annualmente fino alla fine del periodo d'esclusione del pascolo</i>	<i>100%</i>	<i>Basato su interviste</i>
<i>Numero di mesi durante i quali ogni tipo di bestiame pascola nel sito annualmente</i>	<i>Dati locali</i>	<i>mese</i>		<i>Una volta prima dell'inizio del progetto e poi annualmente fino alla fine del periodo d'esclusione del pascolo</i>	<i>100%</i>	<i>Basato su interviste</i>
<i>Fattori di Fermentazione enterica per tipo di bestiame</i>	<i>Dati locali, nazionali, IPCC o bibliografia</i>	<i>kg capo⁻¹ anno⁻¹</i>		<i>5 anni</i>	<i>Per tutti i tipi di bestiame</i>	<i>Dati forniti nella Tabella 29</i>
<i>Numero di anni di esclusione del pascolo per il sito</i>	<i>Dati locali</i>	<i>anno</i>		<i>Annualmente fino alla fine del periodo d'esclusione del pascolo</i>	<i>100%</i>	

7. Cambiamenti delle circostanze all'interno dei confini del progetto che possano variare il titolo legale della terra o I diritti di accesso ai pool di carbonio

Per ogni evento di monitoraggio, l'amministrazione locale dovrà compilare un questionario sul titolo legale della terra sottoposta alle attività di A/R CDM. I diritti d'accesso ai pool di carbonio sono garantiti dal governo per tutto il periodo di credito.

6.8.3. Progetto Cina

1. Monitoraggio della baseline

Come per l'Albania, la *baseline* non sarà monitorata durante la durata del primo periodo di credito (anche in questo caso valgono tutte le considerazioni fatte per il progetto Albanese).

2. Monitoraggio dell'andamento generale del progetto

a) Monitoraggio dei confini di progetto

I confini del progetto sono stati riportati su mappe durante la fase iniziale del progetto e la loro delineazione sarà effettuata tramite l'uso di GPS durante le attività d'impianto. Le coordinate dei siti verranno in seguito inserite in un database elettronico e su supporto cartaceo.

b) Monitoraggio dell'impianto e delle attività di progetto le quali devono conformi a quelle pianificate nel PDD

La qualità dell'impianto e la quantità delle fallanze verrà monitorata dai forestali locali durante i primi tre anni dall'inizio delle attività di progetto. I forestali monitoreranno inoltre le attività di piantagione e di ceduzione pianificate. I risultati del monitoraggio saranno inseriti in database digitale ed archiviati su supporto cartaceo.

c) Monitoraggio della gestione forestale

Il monitoraggio della gestione forestale comprenderà il controllo della conformità delle attività forestali con quelle pianificate nel PDD. Inoltre verrà verificato che non vi sia uso di fertilizzanti sia per gli alberi e arbusti, che per le colture annuali.

3. Monitoraggio degli assorbimenti effettivi da parte del rimboschimento

a) Stratificazione

Valgono le stesse considerazioni fatte nel caso Albanese

b) Schema di campionamento

Determinazione del numero delle aree di saggio

Il numero delle aree di saggio (n) è stato stimato tramite il criterio dei livelli fissi di accuratezza (ovvero criterio di Neyman) (Wenger 1984):

$$n = \left(\frac{t}{E} \right)^2 \left[\sum_{h=1}^L W_h \cdot s_h \cdot \sqrt{C_h} \right] \cdot \left[\sum_{h=1}^L W_h \cdot s_h / \sqrt{C_h} \right] \quad .(61)$$

$$n_h = n \cdot \frac{W_h \cdot s_h / \sqrt{C_h}}{\sum_{h=1}^L W_h \cdot s_h / \sqrt{C_h}} \quad (62)$$

Dove:

L = numero totale degli strati

t = valore statistico t o livello fiduciale (95%)

E = errore accettabile ($\pm 10\%$ della media)

s_h = deviazione standard per strato h

n_h = numero di aree di saggio per strato, definito in proporzione a $W_h \cdot s_h / \sqrt{C_h}$.

$W_h = N_h / N$

N = numero totale di aree di saggio (per tutti gli strati), $N = \sum N_h$

N_h = numero di aree di saggio per strato h, calcolato dividendo l'area dello strato h per la superficie di ogni area di saggio

C_h = costo di un'area di saggio dello strato h presa in considerazione

La deviazione standard di ogni strato (s_h) è determinata attraverso il campionamento

del suolo condotto durante il processo di stratificazione basato sulla classificazione del suolo dei siti. Il valore di t pari al 95% di accuratezza è di circa 2 quando il numero di aree di saggio è sopra le 30. L'errore accettabile è di $\pm 10\%$ per la biomassa epigea media attesa per ogni sito alla fine della rotazione. Questo valore medio è stato ricavato tramite la stima *ex ante* degli assorbimenti netti effettivi descritta sopra.

Per rendere la stima statisticamente valida, il numero di aree di saggio per ogni sottostrato deve essere pari a tre. E' possibile modificare questo numero in base alla variazione reale misurata a seguito del primo monitoraggio.

Distribuzione e tipologia delle aree di saggio

Le aree di saggio pianificate sono rettangolari (50m x 20 m) con una superficie di 1000 m². Anche in questo caso si utilizzeranno aree permanenti collocate in maniera casuale e localizzabili attraverso un GPS.

Frequenza del monitoraggio

La piantagione si è conclusa nel 2005. Il pioppo è stato impiantato a densità definitiva e non verrà né diradato né raccolto per tutta la durata del primo periodo di credito. L'*H. mongolicum* sarà ceduo ogni cinque anni, ad ogni modo i tagli influenzeranno solo limitatamente la biomassa totale grazie alla forte capacità rigenerativa di questo arbusto. Pertanto il primo monitoraggio sarà effettuato nel 2009 e successivamente con intervalli di monitoraggio di 4 anni: 2012, 2016, 2020 e 2024.

4. Misurazioni e stima dei cambiamenti di stock di carbonio nel tempo

Il monitoraggio seguirà il metodo 2 (*Stock Change Method*) descritto con l'equazione (18) per il quale le variazioni di stock sono date dalla differenza di stock verificata in due momenti diversi (t_2 e t_1), diviso gli anni che intercorrono tra le due misurazioni (T). Pertanto l'accrescimento della biomassa epigea ed ipogea degli alberi ed arbusti presenti sui siti di progetto, insieme al carbonio organico del suolo, verranno misurati ad ogni evento di monitoraggio. Lo stock di carbonio della biomassa viva sarà stimato tramite le equazioni allometriche descritte nel paragrafo 6.7.2, con la sola differenza che, grazie al campionamento del suolo, verrà incluso nel calcolo anche questo pool. La biomassa delle colture annuali intercalari e delle piante erbacee è omessa nel calcolo. Di conseguenza l'equazione (35) è modificata come segue:

$$\Delta C_{ijk,t} = (\Delta C_{AB,ijk} + \Delta C_{BB,ijk} + \Delta C_{SOM,ijk}) \cdot 44/12 \quad (63)$$

Seguendo il metodo 2, i cambiamenti di stock di carbonio nei pool selezionati saranno definiti dalle seguenti equazioni:

$$\Delta C_{AB,ijk,t} = (C_{AB,m_2,ijk} - C_{AB,m_1,ijk}) / T_1 \quad (64)$$

$$\Delta C_{BB,ijk,t} = (C_{BB,m_2,ijk} - C_{BB,m_1,ijk}) / T_1 \quad (65)$$

$$\Delta C_{SOM,ijk,t} = (C_{SOM,m_2,ijk} - C_{SOM,m_1,ijk}) / T_2 \quad (66)$$

Dove:

$\Delta C_{ijk,t}$ = cambiamenti verificabili di stock di carbonio nella biomassa viva per lo strato i, sottostrato j, specie k ($\text{CO}_2 \text{ eq anno}^{-1}$) nell'anno t

$\Delta C_{AB,ijk,t}$ = cambiamenti verificabili di stock di carbonio nella biomassa epigea per lo strato i, sottostrato j, specie k ($\text{CO}_2 \text{ eq anno}^{-1}$) nell'anno t

$\Delta C_{BB,ijk,t}$ = cambiamenti verificabili di stock di carbonio nella biomassa ipogea per lo strato i, sottostrato j, specie k ($\text{CO}_2 \text{ eq anno}^{-1}$) nell'anno t

$\Delta C_{SOM,ijk,t}$ = cambiamenti verificabili di contenuto di carbonio organico nel suolo lo strato i, sottostrato j, specie k ($\text{CO}_2 \text{ eq anno}^{-1}$) nell'anno t

$C_{AB,m_2,ijk}$ = stock di carbonio nella biomassa epigea per strato i, sottostrato j e specie k calcolato durante il monitoraggio al tempo m_2 (tC)

$C_{AB,m_1,ijk}$ = stock di carbonio nella biomassa epogea per strato i, sottostrato j e specie k calcolato durante il monitoraggio al tempo m_1 (tC)

$C_{BB,m_2,ijk}$ = stock di carbonio nella biomassa ipogea per strato i, sottostrato j e specie k calcolato durante il monitoraggio al tempo m_2 (tC)

$C_{BB,m_1,ijk}$ = stock di carbonio nella biomassa ipogea per strato i, sottostrato j e specie k calcolato durante il monitoraggio al tempo m_1 (tC)

$C_{SOM,m_2,ijk}$ = stock di carbonio organico nel suolo per strato i, sottostrato j e specie k calcolato durante il monitoraggio al tempo m_2 (tC)

$C_{SOM,m_1,ijk}$ = stock di carbonio organico nel suolo per strato i, sottostrato j e specie k calcolato durante il monitoraggio al tempo m_1 (tC)

44/12 = rapporto di peso molecolare della CO_2 e carbonio (adimensionale)

T_1 = numero di anni che intercorrono tra il momento di monitoraggio m_2 e m_1 per la biomassa: $T_1 = m_2 - m_1$, anni.

T_2 = numero di anni che intercorrono tra il momento di monitoraggio m_2 e m_1 per la carbonio organico nel suolo: $T_2 = m_2 - m_1$, anni.

La biomassa viva degli alberi sarà determinata tramite i seguenti passi:

1. Misura dei diametri a petto d'uomo di tutti gli alberi presenti nell'area di saggio permanente (diametro minimo 2 cm).
2. Stima della biomassa epigea per ogni strato applicando l'equazioni allometrica (40) per lo strato caratterizzato da *Chestnut soil*, e (41) per lo strato con *Aeolian soil*
3. Stima della biomassa epigea totale tramite l'equazione (42)
4. Stima della biomassa ipogea tramite l'equazione (43)

La stima della biomassa viva degli arbusti di *H. mongolicum*, seguirà la seguente procedura:

1. Misura della superficie della chioma (tramite il diametro medio), l'altezza e il diametro alla base di tutti gli arbusti presenti nell'area di saggio permanente.
2. Applicazione, per ogni strato, delle equazioni allometriche relative (Equazioni 44 e 45)
3. Stima della biomassa totale degli arbusti tramite l'equazione (46)
4. Stima della biomassa ipogea tramite l'equazione (47)

Il carbonio organico del suolo sarà calcolato tramite la seguente procedura:

1. Verranno prelevati campioni indisturbati di suolo tramite un cilindro alle seguenti profondità: 0-10 cm, 10-30 cm e 30-50 cm. Saranno presi cinque campioni per ogni filare di alberi, arbusti e colture intercalari annuali. I campioni presi, saranno uniti a formare un campione rappresentativo di ogni tipo di vegetazione (filare di alberi, arbusti, colture intercalari) e un sottocampione di essi proveniente da ogni profondità e filare verrà portato in laboratorio per la determinazione del carbonio organico
2. La densità del suolo sarà determinata prelevando dei campioni vicino ai punti di campionamento usati per la determinazione del carbonio organico.

3. Calcolo dello stock di carbonio organico del suolo⁴⁴.

$$C_{SOM,m,ijk} = \sum_{l=1}^3 (SOCC_{m,ijkl} \cdot BD_{m,ijkl} \cdot F_{m,ijkl} \cdot Depth_l) \quad (67)$$

In cui:

$C_{SOM,m,ijk}$ = carbonio presente nella sostanza organica del suolo per ogni strato i, substrato j tipo di filare k nel punto di monitoraggio m. tonnes C.ha⁻¹

$SOCC_{m,ijkl}$ = contenuto di carbonio organico del suolo per strato i, substrato j, tipo di filare k e profondità del suolo l nel punto di monitoraggio m. g C (100g suolo)⁻¹

$BD_{m,ijkl}$ = densità del suolo per strato i, substrato j, tipo di filare k e profondità del suolo l nel punto di monitoraggio m. g.cm⁻³

$Depth_l$ = profondità di campionamento per strato i, substrato j tipo di filare k e profondità del suolo l nel punto di campionamento m. cm

$F_{m,ijkl} = 1 - (\% \text{ volume dello scheletro e delle radici grosse})$ per strato i, substrato j tipo di filare k e profondità del suolo m, per determinare la densità reale del campione al netto dello scheletro e delle radici grosse. Adimensionale.

4. Stimare il carbonio organico del suolo utilizzando l'equazione (22) e l'approccio del *Reliable Minimum Estimate* (RME)⁴⁵, secondo il quale:

$$C_{SOC,m_2,ijk} = (MC_{SOC,m_2,ijk} - 95\%confidenceLevel) \cdot A_{ijk} \quad (68)$$

$$C_{SOC,m_1,ijk} = (MC_{SOC,m_1,ijk} + 95\%confidenceLevel) \cdot A_{ijk} \quad (69)$$

Dove:

$C_{SOC,m_2,ijk}$ = contenuto di carbonio organico del suolo per strato i, substrato j, tipo di filare k, calcolato al tempo m₂, tonnellate di C

$C_{SOC,m_1,ijk}$ = contenuto di carbonio organico del suolo per strato i, substrato j, tipo di filare k, calcolato al tempo m₁, tonnellate di C

⁴⁴ Equazione 4.3.3 della GPG-LULUCF 2003

⁴⁵ Tramite l'approccio RME, i campioni raccolti in ogni evento di monitoraggio sono analizzati al fine di ottenere un valore medio al tempo t1 e un valore medio al tempo t2. Il cambiamento nello stock di carbonio è stimato sottraendo il valore medio al tempo t1 al valore medio al tempo t2, considerando un'intervallo fiduciale del 95%. (Pagine 4.98-4.99 delle GPG-LULUCF 2003)

$MC_{SOC,m2,ijk}$ = contenuto di carbonio organico del suolo ad ettaro per strato i, substrato j tipo di filare k, calcolato al tempo m_2 , tonnellate C.ha⁻¹

$C_{SOC,m1,ijk}$ = contenuto di carbonio organico del suolo ad ettaro per strato i, substrato j tipo di filare k, calcolato al tempo m_1 , tonnellate C.ha⁻¹

5. Monitoraggio delle emissioni di gas serra derivate dall'attività di progetto

Durante il periodo di credito i partecipanti al progetto dovranno monitorare, a scadenze annuali o quinquennali, le emissioni generate dalle attività di progetto, quali:

- a) Emissioni dovute all'uso di macchinari per la preparazione del sito;
- b) Diminuzione dello stock di carbonio nella biomassa viva a causa della rimozione totale delle specie erbacee preesistenti sul sito
- c) Emissioni di ossido d'azoto derivate dall'uso di specie azotofissatrici come le colture annuali intercalari e gli arbusti di *H. mongolicum*;

Le metodologie di calcolo utilizzate sono le stesse descritte per la stima ex ante (vedi paragrafo 6.7.2). In Tabella 41 sono riportati i dati da raccogliere durante la durata del progetto per monitorare le emissioni generate. Tutte le informazioni saranno archiviate in formato digitale e cartaceo.

Tabella 41 Lista dei dati che sono raccolti durante le attività di monitoraggio

Dati disponibili	Origine dei dati	Unità di misura	Misurati (m), calcolati (c) o stimati (e)	Frequenza di monitoraggio	Proporzione di dati da monitorare	Commenti
<i>Quantità di diesel consumata dalle macchine nella preparazione dei siti</i>	<i>Monitoraggio sul sito</i>	<i>litri</i>	<i>M</i>	<i>annuale</i>	<i>100%</i>	<i>Misurare il consumo di diesel per unità di area per la preparazione dei siti</i>
<i>Fattore di emissione per il diesel</i>	<i>Inventario nazionale</i>	<i>kg/ litro</i>	<i>E</i>	<i>All'inizio del progetto</i>	<i>100%</i>	<i>Valore dall'inventario nazionale=2,635</i>
<i>Emissioni dall'uso di combustibili fossili all'interno dei confini di progetto</i>	<i>Calcolato tramite l'equazione(49)</i>	<i>t CO₂eq anno⁻¹</i>	<i>E</i>	<i>annuale</i>	<i>100%</i>	<i>Calcolato utilizzando l'equazione (49)</i>
<i>Fattori di emissione in relazione alle immissioni di N</i>	<i>GPG 2000, GPG LULUCF</i>	<i>N₂O N-input¹</i>	<i>E</i>	<i>Prima dell'inizio del monitoraggio</i>	<i>100%</i>	<i>Valore di default dell'IPCC=1,25%</i>
<i>Produzione di semi per tipo di coltura azotofissatrice per ha</i>	<i>Monitoraggio</i>	<i>t sostanza secca.ha⁻¹ anno⁻¹</i>	<i>M</i>	<i>annuale</i>	<i>100%</i>	<i>Registrare la produzione delle colture per unità d'area</i>
<i>Rapporto tra biomassa epigea (incluso I residui) e la produzione di semi per tipo di coltura</i>	<i>GPG-2000, IPCC 2006 GPG</i>	<i>adimensionale</i>	<i>E</i>	<i>Prima dell'inizio del monitoraggio</i>	<i>100%</i>	<i>Valore di default dell'IPCC = 2</i>
<i>Contenuto di azoto della biomassa di ogni coltura</i>	<i>Misurazioni effettuate localmente</i>	<i>adimensionale</i>	<i>M</i>	<i>Prima dell'inizio del monitoraggio</i>	<i>100%</i>	<i>0,025 kg N (kg sostanza secca)⁻¹</i>
<i>Area occupata da colture azotofissatrici o di arbusti</i>	<i>Monitoraggio di campo</i>	<i>ha</i>	<i>M</i>	<i>4-5 anni</i>	<i>100%</i>	

<i>per ogni strato/sottostrato</i>						
<i>Contenuto di azoto nella biomassa degli arbusti azotofissatori</i>	<i>Misure locali</i>	<i>Adimensionale</i>	<i>M</i>	<i>Prima del primo monitoraggio</i>	<i>100%</i>	<i>0,017 kg N (kg sostanza secca)⁻¹ (n=6, deviazione standard 0,007)</i>
<i>Quantità di azoto fissato dalle colture intercalari annuali azotofissatrici</i>	<i>Calcolo</i>	<i>t N. anno⁻¹</i>	<i>C</i>	<i>4-5 anni</i>	<i>100%</i>	<i>Calcolato utilizzando l'equazione (51)</i>
<i>Quantità di azoto fissato dagli arbusti azotofissatori</i>	<i>Calcolo</i>	<i>t N. anno⁻¹</i>	<i>C</i>	<i>4-5 anni</i>	<i>100%</i>	<i>Calcolato utilizzando l'equazione (52)</i>
<i>Aumento nelle emissioni di N₂O dovuto all'uso di specie azotofissatrici (culture annuali intercalary e arbusti)</i>	<i>Calcolo</i>	<i>t CO₂eq.anno⁻¹</i>	<i>C</i>	<i>4-5 anni</i>	<i>100%</i>	<i>Calcolato tramite l'equazione (50)</i>
<i>Aumento totale delle emissioni di gas serra</i>	<i>Calcolato utilizzando l'equazione (48)</i>	<i>t CO₂eq anno⁻¹</i>	<i>C</i>	<i>annuale</i>	<i>100%</i>	

6. Monitoraggio del leakage

Il monitoraggio del *leakage* consisterà nel rendicontare i trasporti da e per i siti di progetto a causa delle attività del progetto stesso. Le formule per il calcolo e la frequenza di monitoraggio sono le stesse del progetto in Albania (equazioni 32 e 33 e Tabella 39). L'inventario nazionale cinese dei gas serra fornisce i fattori d'emissione locali per i vari tipi di combustibile fossile utilizzato

I chilometri percorsi per ogni tipo di veicolo e il numero dei veicoli saranno monitorati dai partecipanti al progetto o da personale addetto. Il consumo di combustibile per chilometro e per tipo di veicolo sarà monitorato attraverso i dati forniti dalle case produttrici dei veicoli.

7. Cambiamenti delle circostanze all'interno dei confini del progetto che possano variare il titolo legale della terra o i diritti d'accesso ai pool di carbonio

Per ogni evento di monitoraggio, l'amministrazione locale dovrà compilare un questionario sul titolo legale della terra sottoposta alle attività di A/R CDM. I diritti d'accesso ai pool di carbonio sono garantiti dal governo per tutto il periodo di credito.

6.8.4. Progetto Argentina

1. Monitoraggio della baseline

Al contrario dei due progetti precedenti, nel caso argentino la *baseline* sarà monitorata, poiché si prevede che il tasso d'abbandono delle terre possa aumentare durante lo svolgimento del progetto. Questo sarà fatto tramite l'individuazione, prima dell'inizio del processo di monitoraggio, di aree limitrofe simili ai siti di progetto, che presentino le seguenti caratteristiche:

- Siano eleggibili per le attività di A/R CDM ma non incluse nel progetto
- Sia noto la loro destinazione d'uso agricolo
- Non siano influenzate dal progetto stesso
- Non siano affette da processi di salinizzazione del suolo

- Presentino un simile contesto socio-economico

Il processo di monitoraggio si basa sull'interpretazione e classificazione d'immagini satellitari della zona su cui sono stati individuati i siti rispondenti a tali caratteristiche, e consisterà nei seguenti passi:

1. Individuazione delle aree al di fuori dei confini di progetto che corrispondono ai requisiti sopra elencati.
2. Valutazione della proporzione d'ogni categoria d'uso (agricolo o abbandonato con arbusti) ad ogni evento di monitoraggio.
3. Confronto della proporzione misurata con quella calcolata nella *baseline*.

Parallelamente verranno monitorati i cambiamenti di stock di biomassa verificatesi all'interno della classe appartenente agli arbusteti (campi agricoli abbandonati) tramite aree di saggio permanenti. La categoria agricola non verrà monitorata poiché si assume sia pari a zero, assunzione conservativa se si considera che le attività agricole determinano delle emissioni di gas serra.⁴⁶

Le misurazioni effettuate all'interno della classe degli arbusteti riguarderanno tutti i pool selezionati: biomassa viva (epigea ed ipogea) carbonio organico nel suolo, necromassa e lettiera. Se la differenza tra lo stock di carbonio tra due eventi di monitoraggio è minore del 10%, si assume che le variazioni siano pari a zero.

2. Monitoraggio dell'andamento generale del progetto

Il monitoraggio del progetto includerà i seguenti elementi:

- a) Monitoraggio dei confini di progetto
- b) Monitoraggio dell'impianto e delle attività di progetto le quali devono essere conformi a quelle pianificate nel PDD
- c) Monitoraggio della gestione forestale

La metodologia applicata non cambia rispetto a quella descritta per i casi studio precedenti.

3. Monitoraggio degli assorbimenti effettivi da parte del rimboschimento

⁴⁶GPG-LULUCF Chapter 3.3.1.1.1

a) *Stratificazione*

Anche qui valgono le stesse considerazioni fatte nel caso albanese

b) *Schema di campionamento*

Determinazione del numero delle aree di saggio

Il numero delle aree di saggio (n) è stato stimato tramite il criterio dei livelli fissi di accuratezza (ovvero criterio Neyman) (Wenger 1984) come già descritto per il caso cinese (equazioni 61 e 62)

Distribuzione e tipologia delle aree di saggio

Anche in questo caso si utilizzeranno aree permanenti collocate in maniera casuale e localizzabili attraverso un GPS.

Frequenza del monitoraggio

La frequenza di monitoraggio non è stata ancora stabilita. In generale l'intervallo di monitoraggio dipende dalla variabilità dei cambiamenti degli stock di carbonio e dal tasso di accumulo del C nei pool selezionati. Anche se il processo di verifica e certificazione sarà effettuato ogni cinque anni dalla prima verifica fino alla fine del periodo di credito (paragrafo 32 della decisione 19/CP.9), gli intervalli di monitoraggio possono essere minori di cinque anni. Ad ogni modo, al fine di ridurre i costi di monitoraggio, è bene che questo coincida con la verifica. Logica vorrebbe che gli eventi di monitoraggio e verifica coincidano con la fine del periodo d'impegno, ad esempio, a partire dal 2012.

Inoltre, i partecipanti al progetto dovranno determinare il primo evento di monitoraggio tenendo conto anche dei seguenti fattori: il tasso di accrescimento degli alberi utilizzati nel rimboschimento, la gestione forestale pianificata ed il relativo turno.: E' necessario garantire che gli eventi di monitoraggio e verifica non coincidano sistematicamente con i picchi di stock di carbonio.

4. Misurazioni e stima dei cambiamenti di stock di carbonio nel tempo

I cambiamenti di carbonio verificabili sono uguali ai cambiamenti in stock di carbonio della biomassa viva, della lettiera e del carbonio organico nel suolo e verranno calcolati secondo la seguente equazione⁴⁷:

$$\Delta C_{ik,t} = (\Delta C_{AB,ik,t} + \Delta C_{BB,ik,t} + \Delta C_{SOM,ik,t} + \Delta C_{L,ik,t}) \cdot 44/12 \quad (70)$$

Dove:

$\Delta C_{ik,t}$ = cambiamenti verificabili di stock di carbonio nella biomassa viva per lo strato i, specie k ($\text{CO}_2\text{eq anno}^{-1}$) nell'anno t

$\Delta C_{AB,ik,t}$ = cambiamenti verificabili di stock di carbonio nella biomassa epigea per lo strato i, sottostrato j, specie k ($\text{CO}_2\text{eq anno}^{-1}$) nell'anno t

$\Delta C_{BB,ik,t}$ = cambiamenti verificabili di stock di carbonio nella biomassa ipogea per lo strato i, specie k ($\text{CO}_2\text{eq anno}^{-1}$) nell'anno t

$\Delta C_{SOM,ik,t}$ = cambiamenti verificabili di contenuto di carbonio organico nel suolo per lo strato i, specie k ($\text{CO}_2 \text{ anno}^{-1}$) nell'anno t

$\Delta C_{L,ik,t}$ = cambiamenti verificabili di contenuto di carbonio nella lettiera per lo strato i, specie k ($\text{CO}_2 \text{ anno}^{-1}$) nell'anno t

Per la stima dei cambiamenti relativi alla biomassa viva si farà uso del metodo di Livello 2⁴⁸, in cui gli assorbimenti annuali netti di anidride carbonica nella biomassa (ΔC_{LB}) sono calcolati come la somma degli assorbimenti derivanti dagli incrementi di biomassa del rimboschimento (ΔC_{GROWTH}), dei cambiamenti di biomassa dovuti alla conversione delle aree dall'uso precedente a quello forestale ($\Delta C_{CONVERSION}$) e delle perdite di biomassa nel rimboschimento dovute alle utilizzazioni (ΔC_{LOSS}):⁴⁹

$$\Delta C_{LB} = [\Delta C_{GROWTH} + \Delta C_{CONVERSION} - \Delta C_{LOSS}] \quad (71)$$

⁴⁷GPG-LULUCF Equazione 3.2.21

⁴⁸Capitolo 3.2.2 GPG-LULUCF 2003

⁴⁹ Equazione 3.2.25 GPG-LULUCF 2003

Gli incrementi di biomassa del rimboschimento saranno stimati utilizzando uno dei due metodi descritti in precedenza: metodo per equazioni allometriche o tramite i fattori di espansione di biomassa. La decisione sarà presa in base alla tipologia delle informazioni locali disponibili sulla specie utilizzata per il rimboschimento.

I cambiamenti di stock di carbonio dovuti alla conversione sono calcolati tramite la differenza tra lo stock di biomassa prima della conversione e quello dopo la conversione, come descritto nell'equazione seguente:⁵⁰

$$\Delta C_{CONVERSION} = \sum_i [B_{AFTERi} - B_{BEFOREi}] \cdot \Delta A_{TO_FORESTi} \cdot CF \quad (72)$$

$\Delta C_{CONVERSION}$ = cambiamenti in stock di carbonio nella biomassa viva nell'area convertita in foresta (tC anno⁻¹)

$\Delta A_{TO_FORESTi}$ = area della categoria d'uso i che annualmente viene convertita in foresta, ha anno⁻¹

$B_{BEFOREi}$ = stock di biomassa presente nella categoria d'uso i immediatamente prima della conversione (tonnellate di sostanza secca ha⁻¹)

B_{AFTERi} = stock di biomassa che sono presenti sul sito immediatamente dopo la conversione in foresta della categoria d'uso del suolo i, (tonnellate di sostanza secca ha⁻¹) (in altre parole la biomassa dei semenzali piantati)

CF = fattore di conversione della biomassa secca in carbonio (default = 0,5), tC (t sostanza secca)⁻¹

i = rappresenta le differenti categorie d'uso del suolo

Questo metodo si basa sulla stratificazione dell'area in categorie d'uso del suolo (agricolo e arbusteti) e si applica per i primi anni tre anni del progetto quando hanno luogo le attività d'impianto. Date le condizioni locali dei siti di progetto, i cambiamenti di carbonio dovuti alla conversione sono prevalentemente correlati alla categoria d'uso del suolo delle terre agricole abbandonate e ricolonizzate dagli arbusti. Non si avrà nessuna perdita di carbonio nelle aree convertite che erano

⁵⁰ Equazione 3.2.26 GPG-LULUCF 2003

sottoposte ad attività agricole al momento dell'impianto.⁵¹ La quantità di biomassa presente nella categoria degli arbusteti sarà stimata tramite campionamenti distruttivi.

Le perdite di biomassa nel rimboschimento relative alle utilizzazioni, raccolta di legna da ardere, potature o ad altre cause (ΔC_{loss}) devono essere monitorate e registrate. Queste perdite vengono calcolate utilizzando le equazioni (14), (15), (16) e (17), come descritto nel paragrafo 6.6

Il carbonio nella lettiera è misurato tramite l'asportazione totale della lettiera in un'area di 0,25 m². Tutto il materiale raccolto viene poi analizzato in laboratorio per determinare la quantità di carbonio presente per unità di superficie (ha). I cambiamenti nello stock di questo pool (ΔC_L) è dato dalla differenza tra lo stock di carbonio medio misurato in due eventi di monitoraggio successivi, utilizzando la *Reliable Minimum Estimate* (RME). L'equazione utilizzata è la seguente:

$$\Delta C_L = \sum_j (C_{Lj,m2} - C_{Lj,m1}) / T \cdot 44/12 \quad (73)$$

Dove:

$C_{Lj,m2}$ = stock di carbonio nella lettiera dello strato j al tempo di monitoraggio m_2 (tC)

$C_{Lj,m1}$ = stock di carbonio nella lettiera dello strato j al tempo di monitoraggio m_1 (tC)

$T = m_2 - m_1$ = numero di anni tra m_2 e m_1 (anni)

44/12 = rapporto di peso molecolare della CO₂ e carbonio (adimensionale)

Il carbonio organico nel suolo sarà determinato utilizzando la stessa metodologia di calcolo descritta per il caso cinese, tramite l'uso delle equazioni (66), (67), (68) e (69).

d) Monitoraggio delle emissioni di gas serra derivate dall'attività di progetto

Durante il periodo di credito i partecipanti al progetto dovranno monitorare, a scadenze annuali o quinquennali, le emissioni generate dalle attività di progetto, quali:

- Emissioni dovute all'uso di macchinari per la preparazione del sito;

⁵¹Capitolo 3.2.2.1.1.1 GPG-LULUCF 2003

- Diminuzione dello stock di carbonio della biomassa viva a causa della rimozione totale delle specie erbacee preesistenti sul sito

Pur utilizzando specie azotofissatrici, la metodologia del progetto argentino non include questa tipologia di emissioni poiché non si ha a disposizione alcun dato sulle emissioni di ossido d'azoto per l'algarrobo e la GPG LULUCF 2003 non fornisce fattori di default per le emissioni indirette di specie arboree.

Le emissioni dovute all'utilizzo dei macchinari per la preparazione del sito e per le utilizzazioni forestali saranno monitorate e calcolate tramite le equazioni (32) e (33). I fattori da monitorare sono gli stessi elencati per il caso albanese (Tabella 39)

6. Monitoraggio del leakage

Il monitoraggio del *leakage* consisterà nel rendicontare i trasporti da e per i siti di progetto a causa delle attività del progetto stesso. Le formule per il calcolo e la frequenza di monitoraggio sono le stesse del progetto in Albania (equazioni 32 e 33 e Tabella 39).

I chilometri percorsi per ogni tipo di veicolo e il numero dei veicoli saranno monitorati dai partecipanti al progetto stessi o da personale addetto. Il consumo di combustibile per km e per tipo di veicolo saranno monitorati attraverso i dati forniti dalle case produttrici dei veicoli stessi.

7. Cambiamenti delle circostanze all'interno dei confini del progetto che possano variare il titolo legale della terra o i diritti di accesso ai pool di carbonio

Valgono le stesse considerazioni fatte per il caso albanese e cinese.

7. Conclusioni

I CDM forestali hanno creato notevoli aspettative, in quanto, sul piano teorico, possono rappresentare un'alternativa a costi più bassi rispetto ai progetti CDM energetici per i Paesi *Annex I*, ed un canale addizionale di fondi per la cooperazione allo sviluppo sostenibile per i Paesi *non-Annex I*. Sul piano pratico, però, non sempre queste aspettative sono soddisfatte.

In questo studio l'analisi comparata di tre progetti CDM forestali in diverse realtà territoriali ha mostrato effettivamente sia i lati positivi che negativi dell'argomento.

Da una prima analisi generale appare evidente che le regole che governano i progetti AR CDM rendono questo meccanismo di flessibilità di difficile gestione. La **complessità dell'argomento** esige, nella fase di pianificazione e di successiva gestione del progetto, competenze d'alto livello per la comprensione delle regole specifiche del CDM e delle metodologie per la stima del carbonio, nonché capacità professionali in ambito economico, legale ed istituzionale. Questo implica dei tempi di preparazione progettuale molto lunghi (un anno per il progetto Albania e due per Cina e Argentina), con conseguenti **costi di transazione elevati**, i quali possono variare dai 50.000 ai 265.000 dollari USA (World Bank 2003; Krey 2004; DEA 2002). Questi costi addizionali sono difficilmente compensati dagli introiti generati dai CER, soprattutto nei casi come quelli analizzati, caratterizzati da alta partecipazione delle comunità locali (che determinano tempi di progettazione più lunghi) e siti degradati con basse produttività (carbonio annuale ad ettaro pari a 3,19 tCO₂ eq nel caso albanese, e 4,89 tCO₂eq nel caso cinese).

Inoltre i CDM (come anche i JI) devono affrontare alti **rischi d'investimento**, quali:

- *rischio di progetto*, legato al suo andamento generale e alla generazione di una quantità di CER pari alle aspettative iniziali
- *rischio legato al Paese ospitante*, connesso principalmente alla sua stabilità socio-economica e politica
- *rischio di registrazione*, riguardante la possibilità che il progetto non sia registrato nell'ambito del Protocollo di Kyoto, in quanto non conforme alle

regole che ne determinano l'eleggibilità, e che quindi non possa generare crediti certificati.

Il Comitato Esecutivo ha dimostrato, fino ad oggi, di richiedere degli **standard tecnici molto elevati** nella documentazione di progetto: attualmente, a due anni di distanza dall'approvazione delle regole per i progetti CDM forestali, solo una metodologia è stata approvata, su 18 presentate. La maggior parte delle metodologie sono state scartate proprio a causa di un'interpretazione non corretta delle regole base del CDM (Kägi W. et al. 2005).

Tutti questi rischi si ripercuotono sul **mercato dei CER**, il cui prezzo medio, registrato tra gennaio 2004 e aprile 2005, è variato tra 3,00\$ USA e 7,15\$ USA (media ponderata pari a 5,63 \$USA) (Lecocq F., et al. 2005), prezzo notevolmente basso se si tiene conto dell'aumento di domanda registrata dall'entrata in vigore del Protocollo di Kyoto. Inoltre, la "*Linking Directive*"⁵², che include nel sistema per lo scambio di quote di emissioni di gas a effetto serra nella Comunità Europea anche i crediti di carbonio generati dai progetti JI e CDM, esclude lo scambio dei CERs ed ERUs derivanti da attività LULUCF. Questo rende il mercato ancora più incerto, giacché i Paesi europei rivestono un ruolo di primo piano nel mercato dei crediti di carbonio.

Tuttavia, questa tipologia di progetti può costituire un **valido strumento per l'attuazione di obiettivi sinergici tra le tre Convenzioni di Rio**, qualora venga utilizzato un corretto approccio integrato, che miri non solo al sequestro dell'anidride carbonica dall'atmosfera, ma anche alla protezione del suolo, regimentazione delle acque e conservazione della biodiversità, il tutto nel rispetto dei principi di sviluppo sostenibile. Il rimboschimento in zone degradate, come quelle dei casi studio, rappresenta un valido esempio di progetti sinergici. La scarsa produttività in termini di carbonio viene compensata dai **notevoli vantaggi ambientali e sociali** che questi progetti generano. In questo contesto, **la produzione dei crediti** può essere vista non come il prodotto principale ma come **una compensazione delle spese addizionali** e delle produzioni minori che questa tipologia di progetti spesso implica. Il progetto Albanese fornisce un valido esempio di come la **rivegetazione naturale assistita**

⁵² La direttiva europea 2004/101/EC, detta "Linking Directive", governa le relazioni tra i piani nazionali d'allocazione dei diritti d'emissione (European Trading Scheme-ETS direttiva 2003/87/EC), e il Protocollo di Kyoto.

possa rappresentare un'alternativa vantaggiosa sul lato economico e ambientale, in quanto, con un minimo intervento, vede la massimizzazione dei risultati nel recupero in breve tempo di aree degradate a potenzialità forestale. Difatti il costo stimato ad ettaro per questo tipo d'intervento corrisponde alla metà di quello cinese e ad un terzo rispetto a quello argentino (250 \$USA ha⁻¹ dell'Albania contro i 600 \$USA ha⁻¹ nel caso cinese e 800 \$US ha⁻¹ nel caso argentino), compensando così gli alti costi di transazione.

Un altro aspetto importante è la **generazione di capacità e di una coscienza ambientale** delle popolazioni nelle aree rurali marginali. Dall'esperienza maturata durante lo sviluppo dei progetti, è stata riscontrata una risposta positiva da parte delle popolazioni locali, le quali hanno accolto favorevolmente la partecipazione attiva in meccanismi internazionali per la protezione dell'ambiente. Bisogna considerare che le zone aride e semiaride del pianeta sono quelle più sensibili ai cambiamenti climatici, i cui effetti hanno un riscontro tangibile per le popolazioni locali le quali risentono direttamente degli effetti dell'accelerazione dei processi di desertificazione.

Per rendere il CDM più efficiente sul piano operativo, si propongono le seguenti strategie:

Rafforzamento delle capacità delle DNA locali - Le DNA dei paesi in via di sviluppo ricoprono un ruolo importante nella futura operatività e sostenibilità del CDM. D'altro canto queste necessitano di un supporto più concreto per il rafforzamento delle loro capacità, e questo può essere fatto attraverso attività volte a:

1. Standardizzare e semplificare le procedure di approvazione dei progetti
2. Individuare dei potenziali settori e progetti per facilitare l'ingresso di capitali stranieri abbattendo i costi di transazione
3. Sviluppare dei criteri di sostenibilità che garantiscano collegamenti chiave tra gli obiettivi nazionali di sviluppo e i CDM, con lo scopo di selezionare le proposte di progetto in maniera tale da sfruttare al massimo le sinergie con lo sviluppo locale.

Questo può essere fatto attraverso il sostegno e la cooperazione dei Paesi *Annex I* o attraverso il coinvolgimento di agenzie internazionali per lo sviluppo.

Revisione dei criteri di addizionalità da parte del Comitato Esecutivo – Lo strumento per provare l’addizionalità proposto dal Comitato Esecutivo, pur non essendo obbligatorio, è l’unico al momento esistente ed è largamente usato dai progetti presentati fino ad ora. Questo strumento rappresenta un’interpretazione arbitraria da parte del Comitato Esecutivo del concetto di addizionalità poiché include criteri (come l’analisi finanziaria, delle barriere e gli impatti della registrazione del progetto) che non sono richiesti dalle regole stabilite dalle decisioni prese in sede negoziale, in cui l’addizionalità è strettamente legata al fatto che lo scenario di *baseline* deve essere inferiore a quello di progetto. Lo strumento così come impostato dal Comitato Esecutivo, rende le procedure per la dimostrazione dell’addizionalità più dispendiose in termini di tempi e di costi per i partecipanti al progetto, costituendo inoltre un elemento aggiuntivo che può determinare la mancata registrazione come CDM. Gli impatti della registrazione inclusi nello strumento complicano ulteriormente la dimostrazione dell’addizionalità. Bisogna difatti considerare che è poco probabile che i crediti di carbonio siano l’unico prodotto dei rimboschimenti CDM, poiché il mercato dei crediti è ancora alquanto incerto, e non è possibile al momento basare la sostenibilità del progetto solo (o in gran parte) sulla vendita dei crediti. Di conseguenza, seguendo pedissequamente le regole stabilite in sede negoziale, la prova dell’addizionalità dovrebbe consistere semplicemente nel fornire le prove che lo scenario di progetto differisce positivamente dallo scenario di *baseline* (IETA, 2005).

Promozione di progetti sinergici – Se da un lato si dovrebbe facilitare e snellire l’iter procedurale della registrazione dei progetti, dall’altro si dovrebbe prestare più attenzione al valore ambientale e sociale dei progetti e al reale contributo che questi apportano allo sviluppo sostenibile della nazione ospitante. Purtroppo questi aspetti non vengono presi in considerazione nella fase di analisi dal Comitato Esecutivo, poiché sta al Paese ospitante stabilire se un progetto segue o no i criteri di sostenibilità ambientale e sociale nazionali. Il rispetto della sovranità nazionale nella scelta dei criteri di sostenibilità e nelle procedure per la valutazione d’impatto ambientale, può creare ampio spazio a progetti meno rispettosi dei principi ambientali e sociali, soprattutto là dove i paesi ospitanti hanno politiche deboli in questi settori. Il Protocollo di Kyoto e le relative decisioni, pur riconoscendo i principi di conservazione della biodiversità, non definiscono delle regole precise per

perseguirla, lasciando comunque delle ambiguità sull'effettiva non eleggibilità delle attività che contravvengano i principi stabiliti dalla CBD o dall'UNCCD. Progetti come quelli presentati nei casi studio dimostrano delle potenzialità elevate nel raggiungimento di obiettivi sinergici. I maggiori costi che questi richiedono (prevalentemente legati ai lunghi processi di consultazione con le comunità locali) e le basse produzioni (legate alle caratteristiche dei siti), potrebbero essere compensati, ad esempio, da tasse di registrazione più basse dal Comitato Esecutivo. Questo potrebbe incentivare indirettamente i progetti che perseguono obiettivi sinergici e rispondano a criteri internazionalmente riconosciuti di sviluppo sostenibile.

8. Bibliografia

- Allen D.G., Harrison J.A., Navarro R.A., van Wilgen B.W., Thompson M.W., 1997. *The impact of commercial afforestation on bird population in Mpumalanga Province, South Africa – Insights from bird atlas data*. Biological Conservation 79: 143-185
- Amundson R., 2001. *The carbon budget in soil*. Annu. Rev. Earth Planet. Sci. 29: 535–62
- ANFI (Albanian National Forestry Inventory) 2004a. *Final Report*. Government of Albania. Ministry of Agriculture & Food. Tirana
- ANFI (Albanian National Forestry Inventory), 2004b. *Special study – Carbon sequestration and Kyoto Protocol*. Government of Albania. Ministry of Agriculture & Food. Tirana
- Aukland L., Moura Costa P., Bass S., Huq S., Landell-Mills N., Tipper R., and Carr R., 2002. *Laying the Foundations for Clean Development: Preparing the Land Use Sector. A quick guide to the Clean Development Mechanism*. IIED, London
- Bai Y., 1998. *Studies on phonological patterns of the main shrubs in Yanchi sandy land*. Journal of Arid and Resources and Environment, 12(2): 82-86 (in chinese)
- Brown K., Adger W.N., Boyd E., Corbera-Elizalde E., Shackley S., 2004. *How do CDM projects contribute to sustainable development?* Tyndall Centre Technical Report No. 16
- Bull E.L., Meslow E.C., 1977. *Habitat requirement of the pileated woodpecker in northeastern Oregon*. Journal of Forestry 75: 335-340
- CAN (Climate Action Network), 2002. *Submission by CAN on Issues Related to Modalities for Including Afforestation and Reforestation under Article 13*.
Sito Internet:

<http://www.climatenetwork.org/docs/CAN%20article%206%20submission.pdf>

- CBD – Convention on Biological Diversity, 2003. *Handbook of the Convention on Biological Diversity (seconda edizione)*, Segretariato della Convenzione sulla Biodiversità, Montreal 2003
- Chiti T, Puglisi A, Certini G, Sanesi G, Buresti E, 2003. *Sequestro del carbonio in suoli su discariche minerarie riforestate con specie azotofissatrici e non*. Atti del IV congresso S.I.S.E.F. Potenza, Italia, pp53-57
- CCBA – Climate, Community & Biodiversity Alliance, 2004. *Climate, Community & Biodiversity Project Design Standards (Draft 01)*. CCBA, Washington DC. Sito Internet: www.climate-standards.org
- Choudury K., Dziedzioch C., Häusler A., Ploetz C., 2004. *Integration of Biodiversity Concerns in Climate Change Mitigation Activities. A Toolkit*. Federal Environmental Agency (Umweltbundesamt), Berlin
- Colchester M., 2001. *Forest industries, indigenous peoples and human rights*. Articolo preparato per il “Workshop on Indigenous Peoples, Private Sector Natural Resource, Energy and Mining Companies and Human Rights”. Sub Commission on the Promotion and Protection of Human Rights, UNCTAD, ILO e WTO Room 1X, Palais des Nations, Geneva
- Crutzen P.J., Aselmann I., Seiler W., 1986. *Methane Production by Domestic Animals, Wild Ruminants, Other Herbivorous Fauna, and Humans*. Tellus 38B: 271-284
- Davidson E.A, Ackerman I.L., 1993. *Changes in soil carbon inventories following cultivation of previously untilled soils*. Biogeochemistry 20: 161–93
- DEA (Danish Energy Authority), 2002. *Joint Implementation and Clean Development Mechanism Projects – Manual for Project Developers*. Version 1. Copenhagen
- Grubb M., Vrolijk C., Brack D., 1998. *The Kyoto Protocol*. Earthscan, London
- EB (Executive Board for CDM), 2005a. *Clean Development Mechanism Guidelines for Completing the Project Design Document for A/R (CDM-AR-PDD), the Proposed New Methodology for A/R: Baseline And Monitoring (CDM-AR-*

NM). Version 03. Sito Internet: www.unfccc.int oppure:
http://cdm.unfccc.int/Reference/Documents/Guidel_Pdd_AR/English/Guidelines_CDM-AR-PDD_AR-NM.pdf

EB (Executive Board for CDM), 2005b. Annex 16. *TOOL FOR THE DEMONSTRATION AND ASSESSMENT OF ADDITIONALITY IN A/R CDM PROJECT ACTIVITIES*. EB 21. 28 - 30 September 2005

EEA, 1995. *Europe's Environment: The Dobris Assessment*. Copenhagen Denmark

Federici S., Giordano E., Valentini R., 2001. *Il ruolo delle attività forestali nel Protocollo di Kyoto in riferimento al Clean Development Mechanism (CDM)*. Legno, Cellulosa e Carta – n° 3/4 anno VII

Figueres C., 2005. *Sectoral CDM: Opening the CDM to the yet Unrealized Goal of Sustainable Development*. (In stampa) International Journal of Sustainable Development Law & Policy

Herold A., Eberle U., Ploetz C., Scholz S., 2001. *Requirements of Climate Protection with regard to the Quality of Ecosystems: use of synergies between the Framework Convention of Climate Change and the Convention on Biological Diversity*. Federal Environmental Agency, Berlin. pp. 46-54

Hill M.O., Wallace H.L., 1989. *Vegetation and environment in afforested sand dunes at Newborough, Anglesey*. Forestry 62: 249-267

IETA (International Emissions Trading Association), 2005. *IETA Position on Additionality*. International Emissions Trading Association.

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change, 1995. Second assessment report "Climate Change 1995, the Science of Climate Change" Cambridge Univ. Press, Cambridge, UK

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change, 2000a. *Land Use, Land Use Change and Forestry. Special report*. Cambridge University Press, UK

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change, 2000b. *Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories*. Cambridge Univ. Press, Cambridge, UK

- IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change, 2001. *Climate Change: The Scientific Basis*. Cambridge Univ. Press, Cambridge, UK
- IUCN, 1989. *World conservation strategy: living resource conservation for sustainable development*. IUCN-WCS-004
- Karlin U., 1989. *Trabajos y resultados del Curso Latinoamericano*. Conferenza “Detección y control de la desertificación” CONICET, CRICYT, IADIZA. Mendoza, Argentina
- Kägi W., Schöne D., 2005. *Forestry Projects under the CDM procedures, experiences and lessons learned*. Forests and Climate Change Working Paper 3. FAO, Rome
- Krey M., 2004. *Transaction Costs of CDM Projects in India – An Empirical Survey*. Hamburgisches Welt-Wirtschafts-Archiv (HWWA). HWWA-Report 238 ISSN 0179-2253
- Kueppers L.M., Baer P., Harte J., Haya B., 2004. *A Decision Matrix Approach To Evaluating The Impacts Of Land-Use Activities Undertaken To Mitigate Climate Change*. Climatic Change 63: 247–257
- Lecocq F., Capoor K., 2005. *State and Trends of the Carbon Market*. International Emissions Trading Association (IETA). Washington DC
- MacDicken K.G., 1997. *A Guide to Monitoring Carbon Storage in Forestry and Agroforestry Projects*. Winrock International Institute for Agricultural Development Forest. Carbon Monitoring Program, October 1997
- Marini R., Mummolo G., Lo Porto A., 1987. *Le metodologie di valutazione d'impatto ambientale*. Istituto di ricerca sulle acque. Quaderni n.76. CNR, Roma
- Masera O.R., Garza-Caligaris J.F., Kanninen M., Karjalainen T., Nabuurs G.J., Pussinen A., de Jong B.J., e Mohren F., 2003. *Modeling Carbon Sequestration in Afforestation and Forest Management Projects: The CO2fix V.2 Approach*. Ecological Modelling 3237: 1-23
- McCracken J.A., Pretty J.N., Conway G.R., 1988. *An Introduction to Rapid Rural Appraisal for Agricultural Development*. London: International Institute for Environment and Development

- Ministry of the Environment (MOE) Japan, 2005. *CDM Manual. For Project Developers and Policy Makers*. Global Environmental Centre Fundation (GEC), Pacific Consultants Co.Ltd. Tokyo
- Muys B., Garcia Quijano J., Deckmyn G., Ceulemans R., Moons E., Proost S., 2003. *An integrated decision support tool for the prediction and evaluation of efficiency, environmental impact and total social cost of forestry projects in the framework of the Kyoto Protocol*. Katholieke Universiteit Leuven. Working Paper N. 2003-6
- Ochoa L.H., 2002. *El Desarrollo del Secano. Investigaciones y tecnologías aplicadas al semiarido salino*. Ediciones Universidad de Santiago del Estero. Republica Argentina
- Olhoff A., Markandya A., Halsnaes K., Taylor T., 2003. *CDM Sustainable Development Impacts*. Unep Risø Centre on Energy, Climate and Sustainable Development. Risø National Laboratori. Roskilde, Denemark. Pag. 11
- Papanastasis V., 2003. *Special Study on Grazing Impact on Wooded Lands, Including Fuel wood Consumption Assessment*. Albanian National Forest Inventory ANFI. Agrotec S.p.A. Roma
- Parton W.J., Schimel D.S., Cole C.V., and Ojima D.S., 1987. *Analysis of factors controlling soil organic matter levels in Great Plains grasslands*. Soil Science Society of America Journal 51: 1173-1179
- Pan J., 2002. *Transaction costs for undertaking CDM projects*. Background paper prepared for UNF project on Capacity Building for CDM Projects in China
- Pembina Institute for Appropriate Development, 2003. *A User's Guide To Clean Development Mechanism (CDM)*. Sito internet: http://www.pembina.org/publications_item.asp?id=148
- Potter L., Lee J., 1998. *Tree planting in Indonesia: trends, impacts and directions*. CIFOR Occasional Paper No. 18, CIFOR, USAID.
- Paul K.I., Polglase P.J, Nyakuengama J.G., Khanna P.K., 2002. *Change in soil C following afforestation*. *Forest ecology and management* 168: 241-257
- Reinhard M., Carmenza R., Muys B., Hector B., Domac J., 2003. *A sustainability Framework for enhancing the long-term success of LULUCF projects*. Center

for Energy Policy and Economics, Swiss Federal Institutes of Technology.
CEPE Working Paper No. 29

Sawyer S., Hare B., Sideridou M., 2003. *Sinks in the CDM: after the climate, biodiversity goes down the drain. An analysis of the CDM sinks agreement at COP9*. Greenpeace. http://elonmerkki.net/GP_CDMSinks_analysi.pdf

SCBD – Secretariat of the Convention on Biological Diversity, 2003. *Interlinkages between biological diversity and climate change. Advice on the integration of biodiversity considerations into the implementation of United Nation Framework Convention on Climate Change and its Kyoto protocol*. Montreal, SCBD (CBD Technical Series no. 10)

Smith, J., 2002. *Afforestation and reforestation in the clean development mechanism of the Kyoto Protocol: implication for forests and forest people*. Int. J. Global Environmental Issues, Vol.2, Nos.3/4.

Smith P., 2004. *How long before a change in soil organic carbon can be detected?* Global Change Biology 10: 1878-1883

Theis J. and Grady. H., 1991. *Participatory Rapid Appraisal for Community Development*. London: Save the Children Fund

Thorne S., Raunbenheimer S., 2001. *Sustainable Development (SD) appraisal of Clean Development Mechanism (CDM) projects –experiences from the SouthSouthNorth (SSN project)*. Sitp internet: <http://www.southsouthnorth.org>

Tiessen H., Cuevas E., Chacon P., 1994. *The role of soil organic matter in sustaining soil fertility*. Nature 371: 783–85

UNFCCC 1992. *United Nation Framework Convention on Climate Change*. Climate Change Secretariat, Bonn. Site Internet: <http://www.unfccc.int/>

UNFCCC 1997. *The Kyoto Protocol*, COP3, Climate Change Secretariat, Bonn. Site Internet: <http://www.unfccc.int/>

UNFCCC 2001. *The Marrakech accords*, COP7, Climate Change Secretariat, Bonn. Site Internet: <http://www.unfccc.int/>

- UNFCCC 2002. *A Guide to the Climate Change Convention and its Kyoto Protocol*, Climate Change Secretariat, Bonn. Sito Internet: <http://www.unfccc.int/>
- UNFCCC 2002. *Methodological issues – Option paper on modalities for addressing socio-economic and environmental impacts, including impacts on biodiversity and natural ecosystems* – Note by the secretariat. FCC/SBSTA/2003/7. 24 Dicembre 2002, Bonn
- Valentini R., Matteucci G., Schulze ED et al., 2000. *Respiration as the main determinant of carbon balance in European forests*. Nature 404, 861-865
- Vine E., Sathayen J., Makundi W., 1999. *Guidelines for the Monitoring, Evaluation, Reporting, Verification, and Certification of Forestry Projects for Climate Change Mitigation*. Energy Analysis Department-Environmental Energy Technologies Division- Lawrence Berkeley National Laboratory-Berkeley, CA 94720 USA - LBNL-41877
- WCED (World Commission on Environmental and Development), 1987. *Our Common Future*. Oxford University Press, London
- Wenger, K.F. 1984. *Forestry handbook (2nd edition)*. (ed. John Wiley and Sons), New York
- World Bank 2003. *Small-scale CDM Projects: An Overview*. Carbon Finance Unit
- Zomer R., Trabucco A., Van Straaten O., Verchot L., Muy B. (2005). *Methodology for a global analysis of the implications of the definition of forests on land area eligible for afforestation and reforestation activities in the CDM*. Progetto EuropeAid: ENCOFOR. Sito Internet: <http://www.csi.cgiar.org/encofor/forest/Methodology.asp>

Ringraziamenti

Vorrei ringraziare tutti coloro che mi hanno sopportato e supportato durante i tre anni di dottorato e nella stesura di questa tesi. In particolare ringrazio tutte le persone con cui ho collaborato e che hanno dato un fondamentale contributo allo sviluppo dei progetti: Wojtek Galinski, Xiaoxia Jia, Kastriot Koshaj, Thimaq Lako, Harold Lemel, Patrick McAuslan, Juan Luis Merega, Marcelo Navall, Vasilios Papanastasis, Octavio Perez Pardo, Arsen Proko, Sonia Ramirez e Xiaoquan Zhang. Da loro ho imparato tanto sia dal lato professionale che umano. Un grazie di cuore va anche a tutti i miei amici-colleghi del Laboratorio di Ecologia Forestale e in particolare a Roberta, Luca, Gerardo e Massimo, per la loro pazienza e aiuto. Ringrazio il Prof. Riccardo Valentini, per avermi dato l'opportunità di fare delle esperienze umane e professionali importanti e ringrazio Antonio Lumicisi, per il suo prezioso aiuto ed infinita pazienza. E poi, ovviamente, ringrazio mia madre, perché la mamma è sempre la mamma.

Ma il ringraziamento più grande va a Tommaso, che non mi ha mai negato il suo appoggio morale e il suo aiuto pratico in ogni momento, con instancabile pazienza anche nei periodi più difficili. Questa tesi la dedico a te.