

Postfazione

Dalla scienza alla conoscenza e all'azione

di Salvatore Giannella*

20-20-20 è la formula strategica, che ricorre spesso nelle pagine di questo libro, indicata come traguardo per il prossimo decennio dall'Unione Europea: per raggiungere cioè, entro il 2020, un **20%** di riduzione dei gas serra, unita a un **20%** di aumento dell'uso di energie rinnovabili e a un analogo incremento dell'efficienza energetica. Proprio il numero **20** fa riaffiorare alla mia mente alcune riflessioni per ricordare un compleanno, un modello e un invito.

Il compleanno

Proprio quest'anno, 2008, compie **20** anni l'Effetto Serra. Era il 23 giugno 1988 quando, davanti alla Commissione Energia del Senato americano, lo scienziato della Nasa James Hansen denunciava ufficialmente l'effetto serra parlando per la prima volta di una minaccia reale per il presente e per le future generazioni. "Quel giorno fummo fortunati", ricorda oggi Hansen. "La colonnina di mercurio era salita a 40 gradi e i senatori sudarono sette camicie nella sala dell'audizione". Lo scienziato spiegò che nei primi cinque mesi di quell'anno la temperatura della Terra era stata la più alta mai registrata nei 130 anni precedenti e questo fenomeno era "al 99% una conseguenza dell'effetto serra".

Da quel giorno il "global warming", di cui si parlava solo all'interno di una ristretta schiera di persone sensibili alla necessità di un nuovo equilibrio tra uomo e natura (all'epoca chi scrive dirigeva quello che allora era il primo e più diffuso mensile di natura e civiltà, *Airone*), è entrato a far parte dell'agenda dei politici di Washington e della vita di tutti noi.

Oggi Hansen, a chi gli chiede se c'è ancora tempo per evitare un cambiamento climatico disastroso, risponde di sì, ma precisa che va recuperato il tempo perso: "1) lo scenario alternativo, benché praticabile, attualmente non è perseguito; 2) è necessario agire immediatamente; mantenere le condizioni attuali per un altro decennio elimina la possibilità di realizzare lo scenario alternativo; 3) la speranza: la gente deve informarsi e arrabbiarsi¹".

¹Hansen J., in *Science*, 308, ripreso da "Cambiamenti climatici in Valle d'Aosta", a cura della Società Meteorologica Subalpina.

Il modello

L'Italia varava **20** anni fa il nuovo Piano energetico nazionale dopo l'incidente nucleare di Chernobyl e il conseguente referendum che aveva bandito l'energia nucleare. Dieci giorni dopo la sua presentazione a un Parlamento semivuoto, venivano tagliati i 1.200 miliardi dei fondi destinati al risparmio energetico e alle fonti rinnovabili. Nello stesso anno in Germania si cominciava invece a marciare verso un modello energetico al tempo stesso pulito ed efficiente.

Oggi i tedeschi sono al primo posto nella graduatoria mondiale dei produttori di energia solare. Il volume dell'energia prodotta è ancora limitato, ma il suo prezzo sta diventando competitivo e il traguardo indicato dall'Unione Europea è più alla portata di mano che in altri Paesi. A fine 2006 risultano installati anche 18.685 impianti eolici con una potenza di 20.621 Megawatt. Un dato che pone nuovamente la Germania in testa alla classifica mondiale (*l'intera storia è contenuta nel libro Voglia di cambiare, di Salvatore Giannella, ed. Chiarelettere, www.chiarelettere.it, Ndr*).

Ma dov'è il segreto dei tedeschi che pure hanno la metà dell'insolazione rispetto a noi italiani? Le risposte arrivano dall'esperienza di Friburgo. Nel 2006, con i suoi 21.223 metri quadrati di impianti solari termici, è arrivata prima nella classifica delle città tedesche. Il tutto era nato con una rivolta contro la costruzione di una nuova centrale nucleare a poca distanza dalla città. Ma la gente non si limitò a dire: "Siamo contro"; si chiese subito dopo: "Sono a favore di che cosa?".

Da quel momento Friburgo cominciò una politica energetica "dolce" (risparmio, energie rinnovabili, tecnologie efficienti), diventando gradualmente un grande laboratorio alla ricerca di soluzioni tese a sperimentare energie rinnovabili e cambiando la cultura della popolazione.

Nello stesso tempo i tedeschi hanno percorso anche la strada della competitività economica di queste fonti innovative e dei loro investimenti attraverso una politica di tariffe e incentivi adeguati. A mano a mano che una fonte si diffonde e diventa più redditizia, grazie ai miglioramenti tecnologici e alla produzione su vasta scala, l'incentivo si riduce. Così si mantengono costanti sia gli esborsi per i cittadini, sia i profitti per i produttori. Continuando questo percorso si stima che nel 2050 almeno il 50% dell'energia tedesca verrà direttamente o indirettamente dal sole.

Il "motore" virtuoso della sfida di Friburgo è il più grande centro di ricerca europeo dedicato totalmente all'energia solare, una sezione del noto Fraunhofer Institut, organizzazione che conta 12.500 dipendenti in 80 centri di ricerca diffusi in tutta la Germania. Quando iniziò il suo lavoro, negli anni Ottanta, il Fraunhofer Solar Institute aveva appena 20 ricercatori. Oggi lo staff conta 180 ricercatori fissi più 370 collaboratori e il suo budget nel 2006 è stato di 29,2 milioni di euro.

Fanno ricorso al Fraunhofer, in numero crescente, le istituzioni locali e centrali: grandi

edifici pubblici come il palazzo del Reichstag, sede del Parlamento federale, o quello del consiglio regionale a Berlino coprono il 6% del loro fabbisogno energetico e termico con fonti rinnovabili di energia. Lo stesso avviene per tutti gli edifici pubblici di Friburgo. A completare il mosaico virtuoso ci sono anche le banche che forniscono ai cittadini e ai comuni della regione favorevoli servizi finanziari, promuovendo le innovazioni e la nascita delle aziende; e le scuole (un quarto delle scuole cittadine ha presentato progetti a energia solare che sono stati realizzati da insegnanti, gruppi di studenti e genitori). Anche in Italia ci sono comunque segni di risveglio: nel 2006 i collettori termici per l'acqua calda sono aumentati del 46% e nel 2007 il mercato fotovoltaico ha registrato un boom. Basti pensare che nei 20 anni precedenti erano stati installati sul territorio nazionale impianti per 40 Megawatt (40 mila kilowatt), mentre solo l'anno scorso abbiamo raggiunto la ragguardevole cifra di 60 Megawatt (l'equivalente di 20 mila utenze familiari da tre kilowatt). Un progresso reso possibile dal "conto energia", il sistema approvato nel 2007 e che incentiva le installazioni fotovoltaiche a costi vantaggiosissimi per gli utenti finali, sia civili sia industriali. Nel 2007 l'Italia si è così collocata al terzo posto in Europa, dopo Germania e Spagna.

L'invito

Alla questione energetica gli elettori, i Parlamenti e i governi dovranno prestare sempre maggiore attenzione. L'inarrestabile crescita dei prezzi dei combustibili pesa sull'economia. A causa dell'effetto serra e del cambiamento climatico diminuire i gas climalteranti è anche una necessità ecologica. C'è poi la dimensione politica: la dipendenza dalla Russia e dai Paesi arabi può avere effetti indebiti e anche rischiosi sulle nostre scelte di politica estera, comprese quelle sul piano della tutela della democrazia e dei diritti umani. Esiste infine la dimensione sociale del problema: l'aumento dei prezzi del riscaldamento domestico e del trasporto pubblico e privato dell'energia ha le peggiori conseguenze sui cittadini più poveri.

Il Parlamento europeo ha approvato di recente una risoluzione sulle fonti energetiche convenzionali e le nuove tecnologie. Si tratta di un cambiamento culturale, fatto di ricerca scientifica (ma nessun governo italiano nell'ultimo decennio ha aumentato la quota percentuale di PIL dedicata a questo capitolo, sicché con lo striminzito 1%, cioè la metà della media europea, siamo in coda alle classifiche) e di attenzione alle energie dolci e a un intelligente risparmio.

Non perdiamo altro tempo, ammoniscono Hansen e gli altri colleghi scienziati. Il tempo perduto in Italia è recuperabile. Basta intensificare le ricerche, usare fantasia e coraggio e andare avanti insieme con energia, cementando l'alleanza tra ricerca scientifica e buona politica, tra scienziati e amministratori nell'interesse comune.

Alle istituzioni che sono chiamate a prendere decisioni su un tema impegnativo come

PROGETTO KYOTO LOMBARDIA

quello del cambiamento climatico, la Fondazione Lombardia per l'Ambiente fornisce con questo Progetto Kyoto Lombardia e con altre sue attività di ricerca idee, proposte, progetti per operare al meglio ogni giorno, ciascuno nel proprio campo e secondo le proprie responsabilità.

GLOSSARIO ESSENZIALE
Le parole chiave della ricerca

Antropocene. “Oggi la quantità di gas serra ha superato i livelli dell'intero Quaternario e nessuno sa quali potranno essere le conseguenze. Sono convinto che il cambiamento di questi parametri essenziali del clima segni l'inizio di una nuova era geologica, e ho proposto di chiamarla Antropocene, dal greco *anthropos*, uomo” (Paul J. Crutzen, premio Nobel per la chimica, 2005).

Assicurazione. “Stipuliamo assicurazioni contro gli incendi della nostra casa, e sulla nostra salute. Abbiamo bisogno di un'assicurazione anche sulla sostenibilità planetaria” (Stephen H. Schneider, climatologo dell'Università di Stanford, 2005).

Assorbimento del biossido di carbonio. Il biossido di carbonio (o anidride carbonica) viene rimosso dall'atmosfera in maniera naturale in due modi: dalla superficie degli oceani, dove questo gas si scioglie con facilità, e dalle piante attraverso la fotosintesi. Negli ultimi due secoli gli oceani hanno rimosso il 48 per cento dell'anidride carbonica emessa dall'uomo, pari a circa un terzo della loro capacità di ripulire l'aria dalla CO_2 .

Azoto. Gas inodore e incolore. È il componente principale dell'atmosfera terrestre dove è presente prevalentemente come azoto molecolare (N_2).

Biodegradabile. Sono biodegradabili i materiali, come i rifiuti organici e la carta, che vengono scomposti in sostanze più semplici sotto l'azione di microrganismi, generalmente batteri.

Biomassa. Per biomassa si intende la materia organica prodotta dai processi vitali. Costituiscono la biomassa tutti i vegetali e gli animali.

Biossido di carbonio (anidride carbonica - CO_2). Gas inodore, responsabile dell'effetto serra antropico. La molecola di biossido di carbonio è costituita da un atomo di carbonio e due di ossigeno (formula chimica: CO_2). Prima dell'era industriale la sua concentrazione in atmosfera era dello 0,028% mentre oggi è dello 0,038%. Questo incremento è stato provocato dalla combustione delle fonti fossili negli ultimi due secoli e mezzo. Il carbone è la fonte fossile dalla cui combustione si produce la quantità maggiore di biossido di carbonio a parità di potere energetico: 1 kg circa di CO_2 per ogni chilowattora prodotto. La metà circa della CO_2 viene emessa in atmosfera dai Paesi occidentali (America del Nord, Europa, Giappone, Australia) ma nel 2006 la Cina ha superato gli Stati Uniti dell'8% nella classifica dei maggiori Paesi responsabili delle emissioni di CO_2 e si trova così al primo posto. L'Europa nel suo insieme si trova al terzo posto con la metà delle emissioni cinesi. Nel 1990 Cina e India erano insieme responsabili del 13% delle emissioni, ma nel 2004 la loro percentuale era salita al 22% soprattutto a causa dell'uso massiccio di carbone per la produzione di elettricità. Si

calcola che nel 2030 questi due Paesi produrranno circa un terzo delle emissioni globali di anidride carbonica.

Caloria. È una delle unità di misura dell'energia e corrisponde alla quantità di energia richiesta per innalzare da 14,5° a 15,5° C la temperatura di 1 grammo di acqua distillata a pressione atmosferica.

Carbone. Combustibile solido costituito in prevalenza da carbonio prodotto dalla trasformazione di residui vegetali rimasti coperti da strati di materiale sedimentario. Questi processi geologici avvengono nel corso di decine di milioni di anni. A seconda del grado di trasformazione, il carbone viene chiamato torba, lignite, litantrace e antracite.

Carbonio. Elemento base dei composti che costituiscono gli organismi animali e vegetali.

CFC (CloroFluoroCarburi). Gas composti da cloro (Cl), fluoro (F) e carbonio (C). La loro presenza è dovuta quasi esclusivamente ad attività umane: erano utilizzati fino a pochi anni fa in tutte le bombolette spray e nei sistemi refrigeranti di frigoriferi e condizionatori. Sono chimicamente inerti ma permangono molto a lungo nella troposfera, la parte bassa dell'atmosfera, e possono essere trasportati dai venti ad alta quota. Qui l'intensa radiazione ultravioletta causa la rottura delle molecole di CFC e dei composti alogeni con il conseguente rilascio di atomi di cloro e di fluoro che reagiscono con le molecole di ozono distruggendole: un atomo di cloro può interagire e spezzare fino a 10.000 molecole di ozono, creando ossigeno e ossido di cloro. Il Protocollo di Montreal del 1987 ha bandito l'uso dei CFC nei Paesi industrializzati, ma ancora oggi questi gas sono presenti nei vecchi frigoriferi e climatizzatori. Rispetto all'anidride carbonica, sono da 3.000 a 13.000 volte più potenti nel trattenere il calore ma, fortunatamente, raggiungono concentrazioni minime in atmosfera.

Clima. “Tutti gli aspetti del clima terrestre (il vento, la pioggia, le nubi, le temperature) sono il risultato dei trasferimenti e delle trasformazioni di energia all'interno dell'atmosfera, sulla superficie terrestre e negli oceani” (William Borrough, 2003). Il termine “clima” deriva dal greco antico “klima”, ovvero “inclinazione”, appropriato riferimento al ruolo primario che l'altezza del Sole sull'orizzonte (nelle diverse stagioni e latitudini) ha nel determinare l'intensità della radiazione solare, dunque le temperature e di conseguenza tutti gli altri aspetti dei fenomeni atmosferici.

Conto energia. Incentivo per l'installazione degli impianti a energie rinnovabili connessi alla rete elettrica. Prevede che tutta l'energia prodotta, per esempio, da un impianto fotovoltaico venga pagata a una tariffa alquanto remunerativa, che tiene conto dell'elevato valore ambientale di questa tecnologia.

Downscaling. Molti fenomeni atmosferici possono venire studiati solo procedendo ad una modellizzazione dell'intera atmosfera o dell'intero Sistema-Terra. I modelli globali che si usano a questo proposito "lavorano" purtroppo ad una risoluzione geografica del tutto insufficiente per un territorio orograficamente complesso come quello lombardo. È quindi necessario adattare i risultati alla complessità geografica del territorio. Questa operazione viene indicata con il termine di *downscaling*.

Effetto serra. Perché si dice così? Si parla di effetto serra perché si accomuna l'effetto riscaldante di alcuni gas atmosferici con quello che si osserva sotto i vetri di una serra da giardino.

Efficienza. Capacità di fornire un determinato servizio attraverso l'impiego di una certa quantità di energia. Un sistema è tanto più efficiente quanto meno energia utilizza per fornire il servizio.

Energia. Capacità di un qualunque sistema fisico di compiere un lavoro. Si misura in Joule (J), Calorie (cal) o Wattora (Wh): queste unità di misura sono in relazione tra loro in questo modo:

- 1 Wh = 3.600 J
- 1 cal = 4,186 J
- 1 Wh = 860 cal

Energia elettrica. Forma di energia che gode della proprietà di poter essere trasportata in maniera relativamente semplice anche su distanze di parecchie centinaia di chilometri tramite la rete elettrica. È prodotta in questi tipi di centrali:

Termoelettriche. Utilizzano il calore prodotto dalla combustione delle fonti fossili (olio combustibile, che è un prodotto del petrolio, metano e carbone);

- *Idroelettriche.* Sfruttano l'energia di caduta o di scorrimento dell'acqua.
- *Geotermoelettriche.* Usano il vapore sotterraneo prodotto dall'energia della terra.
- *Eoliche.* Utilizzano l'energia del vento.
- *Solari fotovoltaiche.* Sfruttano l'energia del sole.
- *Termoelettronucleari.* Sfruttano il calore prodotto nelle reazioni nucleari.

Fonti energetiche. Le fonti energetiche si distinguono in fonti rinnovabili, non rinnovabili e inesauribili.

Fonti inesauribili: sono il sole, il vento o il calore della Terra. Esse sono sempre disponibili e non finiranno mai finché esisterà una civiltà umana in grado di utilizzarle (si ritiene che il sole smetterà di brillare tra 5 miliardi di anni). Nel gergo comune vengono chiamate anche fonti rinnovabili.

Fonti rinnovabili: sono in grado di rigenerarsi in tempi confrontabili con quelli della vita

di un uomo. Esse danno luogo a energia solare (la radiazione emessa dal sole rende disponibile sulla superficie della Terra energia in quantità tale da poter generare 150 milioni di TWh, cioè 150 milioni di miliardi di chilowattora l'anno, 10 mila volte il consumo attuale di energia dell'intera umanità); energia eolica, energia geotermica, energia da biomassa, energia idroelettrica con potenza grande (maggiore di 1 MW) o mini (con potenza minore di 1 MW).

Fonti esauribili, o non rinnovabili: si sono formate nel corso di milioni di anni attraverso complessi processi fisico-chimici e geologici. Sono fonti esauribili i combustibili fossili (petrolio, carbone, gas naturale) e l'uranio, elemento creato durante le fasi iniziali di vita del nostro Pianeta. La disponibilità di queste fonti, per quanto grande, è limitata ed esse costituiscono una sorta di magazzino energetico in esaurimento.

Gas serra. Gas presenti in atmosfera e responsabili dell'effetto serra, naturale o antropico. Il Protocollo di Kyoto considera gas serra: anidride carbonica, metano, protossido di azoto, esafluoruro di zolfo, HFC e PFC.

Metano. Il metano è uno dei gas che dà luogo all'effetto serra. È il più semplice degli idrocarburi (composti formati da una successione di atomi di carbonio e idrogeno legati insieme in varie forme) essendo costituito da un atomo di carbonio e quattro di idrogeno (formula chimica: CH_4). Può essere usato per la produzione di energia elettrica nelle centrali termoelettriche a ciclo combinato, come combustibile per i trasporti, per la produzione di calore nelle caldaie e per la cottura dei cibi. L'uso del metano al posto degli altri combustibili fossili consente di diminuire anche del 25% la produzione di anidride carbonica. È prodotto dalla decomposizione dei rifiuti nelle discariche, durante la fase di digestione dei ruminanti e in quella di decomposizione dei resti animali, nelle coltivazioni di riso sommerse dall'acqua e nel trasporto e nella produzione di carbone e gas naturale. Risulta 21 volte più potente dell'anidride carbonica nell'incrementare l'effetto serra, ma la sua concentrazione in atmosfera è 100 volte inferiore e vi permane in meno tempo (circa 12 anni).

La sua concentrazione è raddoppiata a partire dall'era industriale e aumenta a un ritmo dello 0,6% circa l'anno.

Migrazioni. "I cambiamenti ambientali e i loro impatti sulle risorse che sostengono l'umanità hanno avuto in passato un ruolo dominante nel provocare le migrazioni dei popoli" (Martin Beniston, climatologo dell'Università di Ginevra, 2004).

Ozono troposferico. Ozono presente a livello del suolo, dove può essere dannoso per la salute dell'uomo e per la vegetazione. Non va confuso con l'ozono stratosferico, che ci protegge dalle radiazioni solari ultraviolette, ben più noto per il famoso "buco".

Pollice verde. “Bisogna aggiungere un pollice verde alla mano invisibile del mercato dell’economista Adam Smith” (Eric Lambin, geografo belga, 2004).

Potenza. Energia prodotta nell’unità di tempo. Si misura in Watt=Joule/secondo. I multipli del Watt sono:

- Chilowatt: KW = 10^3 W
- Megawatt: MW = 10^6 W
- Gigawatt: GW = 10^9 W
- Terawatt: TW = 10^{12} W

Protossido di azoto. Gas con un alto potenziale di riscaldamento globale. Viene creato artificialmente dall’uso di fertilizzanti organici in agricoltura, nell’utilizzo dei combustibili fossili e nella produzione dell’acido nitrico.

Radiazione infrarossa. Costituisce la banda dello spettro elettromagnetico compresa tra il visibile e le onde radio ed è emessa da tutti i corpi. Alcuni dei gas presenti in atmosfera assorbono fortemente la radiazione infrarossa emessa dalla superficie terrestre e, in parte, la irradiano di nuovo verso la Terra, alimentando così l’effetto serra.

Radiazione solare. Energia elettromagnetica che viene emessa dalla superficie del sole (la cui energia proviene dai processi di fusione nucleare che avvengono nel suo interno).

Salute. “Il problema della salute umana è una delle ragioni più importanti per studiare gli effetti del cambiamento climatico planetario. Le incidenze combinate sull’ambiente fisico, gli ecosistemi, l’economia e la società si riflettono sulla salute” (Organizzazione Mondiale per la Sanità, 2000)

Tep (Tonnellate equivalenti di petrolio). Un tep equivale all’energia ottenuta dalla combustione di una tonnellata di petrolio. Questa energia equivale a circa 10 milioni di chilocalorie. Il tep viene spesso utilizzato per confrontare tra loro il contenuto energetico di diverse fonti energetiche.

Tonnellata di CO₂ equivalente. Unità di misura che permette di confrontare le emissioni di diversi gas che contribuiscono all’effetto serra di origine antropica. Tanto per fare un esempio numerico, poiché il metano ha un potenziale serra 21 volte superiore rispetto all’anidride carbonica, una tonnellata di metano viene contabilizzata come 21 tonnellate di CO₂ equivalente. Il protossido di azoto (N₂O) ha un potenziale serra 310 volte maggiore, pertanto una tonnellata di N₂O conta come 310 tonnellate di CO₂ equivalenti.

Wattora. È una delle unità di misura dell'energia. Un Wattora di energia è prodotto in un'ora di funzionamento di qualunque dispositivo della potenza di 1 Watt. I multipli del Wh sono:

- Chilowattora (kWh) = 10^3 Wh
- Megawattora (MWh) = 10^6 Wh
- Gigawattora (GWh) = 10^9 Wh
- Terawattora (TWh) = 10^{12} Wh

TUTTI I PROTAGONISTI DELLA RICERCA
Nomi e cognomi
dei ricercatori coinvolti

A integrazione dei nomi riportati alle pagine 14 e 15, di seguito completiamo l'elenco con i ricercatori coinvolti nel Progetto Kyoto Lombardia, indicandone l'Ente di appartenenza. In qualche caso il nome è riportato più volte in quanto lo stesso ricercatore è stato coinvolto in più unità operative di linee diverse.

Gruppo di ricerca FLA

Ballarin Denti Antonio *Project Leader*

Lapi Mita *Project Coordinator*

Bosco Claudio Fondazione Lombardia per l'Ambiente

Ferrario Massimo Fondazione Lombardia per l'Ambiente

Fontanarosa Eleonora Fondazione Lombardia per l'Ambiente

Marazzi Luca Fondazione Lombardia per l'Ambiente

Vigorelli Xavier Fondazione Lombardia per l'Ambiente

LINEA CLIMATOLOGIA

Unità operativa 1

Barbella Paolo Ist. di Fisica Generale Applicata – Università degli Studi di Milano

Brunetti Michele Ist. di Fisica Generale Applicata – Università degli Studi di Milano

Cortesi Nicola Ist. di Fisica Generale Applicata – Università degli Studi di Milano

Fassina Adriana Ist. di Fisica Generale Applicata – Università degli Studi di Milano

Iafrate Luigi Ist. di Fisica Generale Applicata – Università degli Studi di Milano

Lentini Gianluca Ist. di Fisica Generale Applicata – Università degli Studi di Milano

Masiello Carla Ist. di Fisica Generale Applicata – Università degli Studi di Milano

Maugeri Maurizio Ist. di Fisica Generale Applicata – Università degli Studi di Milano

Mazzola Claudia Ist. di Fisica Generale Applicata – Università degli Studi di Milano

Mazzucchelli Elisabetta Ist. di Fisica Generale Applicata – Università degli Studi di Milano

Monti Fabio Ist. di Fisica Generale Applicata – Università degli Studi di Milano

Spinoni Jonathan Ist. di Fisica Generale Applicata – Università degli Studi di Milano

Unità operativa 2

Andreoli Giada Dip. di Matematica e Fisica – Università Cattolica del Sacro Cuore

Pastorelli Rossella Dip. di Matematica e Fisica – Università Cattolica del Sacro Cuore

Sancrotti Massimo † Dip. di Matematica e Fisica – Università Cattolica del Sacro Cuore

Unità operativa 3

Carnielli Teresa	Dip. di Scienze della Terra – Università degli Studi di Milano
Diolaiuti Guglielmina	Dip. di Scienze della Terra – Università degli Studi di Milano
D'Agata Carlo	Dip. di Scienze della Terra – Università degli Studi di Milano
Mihalcea Claudia	Dip. di Scienze della Terra – Università degli Studi di Milano
Nucci Riccardo	Dip. di Scienze della Terra – Università degli Studi di Milano
Smiraglia Claudio	Dip. di Scienze della Terra – Università degli Studi di Milano

Unità operativa 4

Bocchiola Daniele	Dip. di Ingegneria Idraulica, Ambientale, Infrastrutture Viarie, Rilevamento – Politecnico di Milano
De Michele Carlo	Dip. di Ingegneria Idraulica, Ambientale, Infrastrutture Viarie, Rilevamento – Politecnico di Milano
Ghezzi Antonio	Dip. di Ingegneria Idraulica, Ambientale, Infrastrutture Viarie, Rilevamento – Politecnico di Milano
Groppelli Bibiana	Dip. di Ingegneria Idraulica, Ambientale, Infrastrutture Viarie, Rilevamento – Politecnico di Milano
Rosso Renzo	Dip. di Ingegneria Idraulica, Ambientale, Infrastrutture Viarie, Rilevamento – Politecnico di Milano
Rulli Maria Cristina	Dip. di Ingegneria Idraulica, Ambientale, Infrastrutture Viarie, Rilevamento – Politecnico di Milano

Unità operativa 5

Bosco Claudio	Fondazione Lombardia per l'Ambiente
Frigorio Simone	Dip. di Scienze dell'Ambiente e del Territorio – Università di Milano Bicocca
Notarpietro Adalberto	Ist. per la Dinamica dei Processi Ambientali – CNR
Poli Simone	Dip. di Scienze dell'Ambiente e del Territorio – Università degli Studi di Milano-Bicocca
Sterlacchini Simone	Ist. per la Dinamica dei Processi Ambientali – CNR

Unità operativa 6

Craveri Lorenzo	Ente Regionale per i Servizi all'Agricoltura e alle Foreste
Tagliaferri Antonio	Ente Regionale per i Servizi all'Agricoltura e alle Foreste
Verdelli Lorena	Ente Regionale per i Servizi all'Agricoltura e alle Foreste

LINEA EMISSIONI

Unità operativa 1

Caserini Stefano	Dip. di Ingegneria Idraulica, Ambientale, Infrastrutture viarie, Rilevamento – Politecnico di Milano
Fossati Giuseppe	Settore Aria e Agenti fisici – ARPA Lombardia
Fraccaroli Anna	Settore Aria e Agenti fisici – ARPA Lombardia
Monguzzi Anna Maria	Direzione Generale Qualità dell’Ambiente – Regione Lombardia
Moretti Marco	Settore Aria e Agenti fisici – ARPA Lombardia

Unità operativa 2

Caserini Stefano	Dip. di Ingegneria Idraulica, Ambientale, Infrastrutture viarie, Rilevamento – Politecnico di Milano
Fraccaroli Anna	Settore Aria e Agenti fisici – ARPA Lombardia

Unità operativa 3 e 4

Boccardi Anna	Associazione Rete di Punti Energia (oggi CESTEC)
Brolis Mauro	Associazione Rete di Punti Energia (oggi CESTEC)
De Simone Dino	Associazione Rete di Punti Energia (oggi CESTEC)
Ghidorzi Stefania	Associazione Rete di Punti Energia (oggi CESTEC)
Maffeis Giuseppe	Associazione Rete di Punti Energia (oggi CESTEC)

Unità operativa 5

Carrara Dario	Dip. di Statistica – Università degli Studi di Milano Bicocca
Caserini Stefano	Dip. di Ingegneria Idraulica, Ambientale, Infrastrutture viarie, Rilevamento – Politecnico di Milano
Crovetto Gian Matteo	Fondazione Lombardia per l’Ambiente
Guariso Giorgio	Dip. di Elettronica e Informazione – Politecnico di Milano
Marazzi Luca	Fondazione Lombardia per l’Ambiente
Monti Gianna	Dip. di Statistica – Università degli Studi di Milano Bicocca
Terranova Diego	Dip. di Statistica – Università degli Studi di Milano Bicocca

LINEA STIMA E MAPPATURA DEI CARBON -SINKS E STOCKS

Unità operativa 1

Cappellini Massimiliano	Centro Comune di Ricerca – Commissione Europea
Federici Sandro	Centro Comune di Ricerca – Commissione Europea
Ferrè Chiara	Centro Comune di Ricerca – Commissione Europea

PROGETTO KYOTO LOMBARDIA

Grassi Giacomo	Centro Comune di Ricerca – Commissione Europea
Leip Adrian	Centro Comune di Ricerca – Commissione Europea
Matteucci Giorgio	Centro Comune di Ricerca – Commissione Europea
Montagnani Leonardo	Centro Comune di Ricerca – Commissione Europea
Seufert Günther	Centro Comune di Ricerca – Commissione Europea
Zenone Terenzio	Centro Comune di Ricerca – Commissione Europea

Unità operativa 2

Busetto Lorenzo	Dip. di Scienze dell’Ambiente e del Territorio – Università degli Studi di Milano Bicocca
Colombo Roberto	Dip. di Scienze dell’Ambiente e del Territorio – Università degli Studi di Milano Bicocca
Meroni Michele	Dip. di Scienze dell’Ambiente e del Territorio – Università degli Studi di Milano Bicocca
Migliavacca Mirco	Dip. di Scienze dell’Ambiente e del Territorio – Università degli Studi di Milano Bicocca

Unità operativa 3

Balzarolo Manuela	Dip. di Scienze dell’Ambiente Forestale e delle sue Risorse – Università degli Studi della Tuscia
De Angelis Paolo	Dip. di Scienze dell’Ambiente Forestale e delle sue Risorse – Università degli Studi della Tuscia
Papale Dario	Dip. di Scienze dell’Ambiente Forestale e delle sue Risorse – Università degli Studi della Tuscia

Unità operativa 4

Brenna Stefano	Ente Regionale per i Servizi all’Agricoltura e alle Foreste
Rocca Alberto	Ente Regionale per i Servizi all’Agricoltura e alle Foreste
Sciaccaluga Marco	Ente Regionale per i Servizi all’Agricoltura e alle Foreste
Solaro Silvia	Ente Regionale per i Servizi all’Agricoltura e alle Foreste

Unità operativa 5

Finco Angelo	Dip. di Matematica e Fisica – Università Cattolica del Sacro Cuore
Gerosa Giacomo	Dip. di Matematica e Fisica – Università Cattolica del Sacro Cuore
Sangaletti Luigi	Dip. di Matematica e Fisica – Università Cattolica del Sacro Cuore

Unità operativa 6

Guerci Lorenzo

Dip. del Territorio e Sistemi Agroforestali – Università degli Studi di Padova

Pareglio Stefano

Fondazione Lombardia per l'Ambiente

Pettenella Davide

Dip. del Territorio e Sistemi Agroforestali – Università degli Studi di Padova

LINEA ESTERNALITÀ

Unità operativa 1

Beffa Federico

Dip. di Scienze Ambientali – Università degli Studi di Parma

Bevacqua Daniele

Dip. di Scienze Ambientali – Università degli Studi di Parma

Bolzoni Luca

Dip. di Scienze Ambientali – Università degli Studi di Parma

De Leo Giulio

Dip. di Scienze Ambientali – Università degli Studi di Parma

Fiorese Giulia

Dip. di Elettronica e Informazione – Politecnico di Milano

Fornari Massimo

Dip. di Scienze Ambientali – Università degli Studi di Parma

Gaburro Francesca

Dip. di Scienze Ambientali – Università degli Studi di Parma

Gatto Marino

Dip. di Elettronica e Informazione – Politecnico di Milano

Parelli Matteo

Dip. di Scienze Ambientali – Università degli Studi di Parma

Paris Gianmarco

Dip. di Elettronica e Informazione – Politecnico di Milano

Unità operativa 2

Barbieri Galileo

Dip. di Elettronica e Informazione – Politecnico di Milano

Caroli Andrea

Dip. di Elettronica e Informazione – Politecnico di Milano

Cherubini Andrea

Dip. di Elettronica e Informazione – Politecnico di Milano

Fiorese Giulia

Dip. di Elettronica e Informazione – Politecnico di Milano

Gatto Marino

Dip. di Elettronica e Informazione – Politecnico di Milano

Limosani Davide

Dip. di Elettronica e Informazione – Politecnico di Milano

Lucchini Simone

Dip. di Elettronica e Informazione – Politecnico di Milano

Pianosi Francesca

Dip. di Elettronica e Informazione – Politecnico di Milano

Righetto Lorenzo

Dip. di Elettronica e Informazione – Politecnico di Milano

Unità operativa 3

Canali Gabriele

Ist. di Economia Agro-alimentare – Università Cattolica del Sacro Cuore

Canova Luciano

Fondazione ENI E. Mattei

Goria Alessandra	Fondazione ENI E. Mattei
Grasso Marco	Fondazione ENI E. Mattei
Pauli Francesco	Fondazione ENI E. Mattei
Rizzi Laura	Fondazione ENI E. Mattei

LINEA SCENARI E POLITICHE

Unità operativa 1

De Miglio Rocco	Dip. di Energetica – Politecnico di Torino
Galeotti Marzio	Dip. di Discipline Economiche, Aziendali e Statistiche – Università degli Studi di Milano
Gargiulo Maurizio	Dip. di Energetica – Politecnico di Torino
Lavagno Evasio	Dip. di Energetica – Politecnico di Torino
Marazzi Luca	Fondazione ENI E. Mattei
Sferra Fabio	Fondazione ENI E. Mattei
Valsecchi Carolina	Fondazione ENI E. Mattei
Zanoni Davide	Fondazione ENI E. Mattei

Unità operativa 2a

Dino Montalbetti	Settore Aria e Agenti fisici – ARPA Lombardia
-------------------------	---

Unità operativa 2b

Cappiello Alessandra	Consorzio Poliedra – Politecnico di Milano
Laniado Eliot	Consorzio Poliedra – Politecnico di Milano
Luè Alessandro	Consorzio Poliedra – Politecnico di Milano
Morrocchi Valentina	Consorzio Poliedra – Politecnico di Milano

Unità operativa 2c

Caserini Stefano	Dip. di Ingegneria Idraulica, Ambientale, Infrastrutture viarie, Rilevamento – Politecnico di Milano
Ghezzi Roberto	Dip. di Ingegneria Idraulica, Ambientale, Infrastrutture viarie, Rilevamento – Politecnico di Milano
Giugliano Michele	Dip. di Ingegneria Idraulica, Ambientale, Infrastrutture viarie, Rilevamento – Politecnico di Milano
Livio Sara	Dip. di Ingegneria Idraulica, Ambientale, Infrastrutture viarie, Rilevamento – Politecnico di Milano
Malpei Francesca	Dip. di Ingegneria Idraulica, Ambientale, Infrastrutture viarie, Rilevamento – Politecnico di Milano
Rigamonti Lucia	Dip. di Ingegneria Idraulica, Ambientale, Infrastrutture viarie, Rilevamento – Politecnico di Milano

Unità operativa 2d

Caserini Stefano

Dip. di Ingegneria Idraulica, Ambientale, Infrastrutture viarie,
Rilevamento – Politecnico di Milano

Giugliano Michele

Dip. di Ingegneria Idraulica, Ambientale, Infrastrutture viarie,
Rilevamento – Politecnico di Milano

Scacchi Costanza

Dip. di Ingegneria Idraulica, Ambientale, Infrastrutture viarie, Rile-
vamento – Politecnico di Milano

Unità operativa 2e

Fiorese Giulia

Dip. di Elettronica e Informazione – Politecnico di Milano

Guariso Giorgio

Dip. di Elettronica e Informazione – Politecnico di Milano

Polimeni Angela

Dip. di Elettronica e Informazione – Politecnico di Milano

**La Fondazione Lombardia per l'Ambiente
è grata ai collaboratori citati nelle pagine precedenti
e a tutti coloro che con i loro apporti di
intelligenza e disponibilità
hanno contribuito a elevare il livello di rigore
scientifico e divulgativo dei lavori
condotti nell'ambito del Progetto Kyoto Lombardia.**

AVVISO AI N@VIGANTI
Link, libri, indirizzi utili
per saperne di più

Ecco, per approfondire, gli argomenti affrontati nei cinque capitoli, una serie di indicazioni utili relativi a siti internet, libri e articoli suggeriti dagli autori.

La fonte più importante d'informazioni sui **cambiamenti climatici** in atto è sicuramente l'*Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC), ovvero il noto organismo scientifico internazionale che provvede con cadenza circa quinquennale a documentare lo stato dell'arte delle conoscenze relative ai cambiamenti climatici in atto sul nostro Pianeta. Gli *assessment report* predisposti da questo ente (soprattutto quelli prodotti dal Working Group I) sono una vera e propria miniera di informazioni su questo argomento. Ecco il riferimento relativo all'ultimo rapporto:

IPCC, 2007: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 996 pp.

IPCC, 2007: *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 976 pp.

IPCC, 2007: *Climate Change 2007: Mitigation of Climate Change*. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 852 pp.

I rapporti dell'IPCC sono peraltro disponibili anche in rete (www.ipcc.ch) e, oltre ai rapporti in forma integrale, sono disponibili sintesi con vari livelli di approfondimento. Un'altra fonte molto interessante per chi voglia documentarsi sui cambiamenti climatici in atto sul nostro Pianeta è quella della *Climatic Research Unit* della *East Anglia University* (www.cru.uea.ac.uk). Questo sito contiene anche una serie di "Information sheets" che spiegano in modo molto chiaro i principali problemi relativi ai cambiamenti climatici.

Per quanto riguarda l'Italia segnaliamo il sito dell'Istituto per le Scienze dell'Atmosfera e del Clima del Consiglio Nazionale delle Ricerche che include una sezione curata dal gruppo di climatologia storica della Sezione di Bologna (www.isac.cnr.it/~climstor). Questo sito consente anche di "seguire" in tempo reale l'evoluzione della temperatura e delle precipitazioni sul nostro Paese, aggiornando le serie pubblicate nel seguente riferimento:

Brunetti M., Maugeri M., Monti F., Nanni T., 2006: *Temperature and precipitation variability in Italy in the last two centuries from homogenised instrumental time series*. Int. J. Climatol., 26, 345-381.

Questo lavoro è disponibile solo in inglese. A breve verrà comunque pubblicato il seguente lavoro in italiano che ne riassume i risultati principali:

Nanni T., Maugeri M., Brunetti M., 2008: *La variabilità e le tendenze del clima in Italia nel corso degli ultimi due secoli*. In: Castellari S., Artale V. (eds): *I cambiamenti climatici in Italia: evidenze, vulnerabilità, impatti*, Il Mulino, in stampa.

In Italia opera altresì il Centro Euro-Mediterraneo per i Cambiamenti Climatici (www.cmcc.it), una struttura di ricerca scientifica che si prefigge di approfondire le conoscenze nel campo della variabilità climatica, le sue cause e le sue conseguenze, attraverso lo sviluppo di simulazioni numeriche con modelli globali del Sistema Terra e con modelli regionali.

Segnaliamo, inoltre, il sito della Società Meteorologica Italiana (www.nimbus.it) e l'interessante rivista bimestrale (*Nimbus*) prodotta da questa associazione.

Un interessante approfondimento sullo stato dell'arte delle conoscenze sui cambiamenti climatici è affrontato nella pubblicazione scritta dal responsabile della linea di ricerca Emissioni del nostro Progetto Kyoto Lombardia:

Caserini S. (2008) *A qualcuno piace caldo. Errori e leggende sul clima che cambia*. Edizioni Ambiente, Milano.

A livello di regione Lombardia indichiamo i seguenti riferimenti web ove, in particolare, sono disponibili **informazioni su emissioni atmosferiche, dati territoriali e del sistema energetico**:

- ▶ Regione Lombardia - INEMAR (INventario EMISSIONi Aria) www.ambiente.regione.lombardia.it/inemarhome.htm
- ▶ Regione Lombardia - Osservatorio Servizi di Pubblica Utilità www.ors.regione.lombardia.it. In particolare, SIRENA (Sistema Informativo Regionale ENergia Ambiente) e PAE (piano d'Azione per l'Energia)
- ▶ ARPA Lombardia www.arpalombardia.it
- ▶ Regione Lombardia - Portale dell'Informazione Territoriale www.cartografia.regione.lombardia.it
- ▶ SIARL (Sistema Informativo Agricolo della Regione Lombardia) www.siarl.regione.lombardia.it
- ▶ Regione Lombardia - Annuario Statistico Regionale, 2006 www.ring.lombardia.it
- ▶ ERSAF Lombardia - Carta Forestale della Lombardia (2005) www.agricoltura.regione.lombardia.it
- ▶ A2A www.a2a.eu. In particolare, sezione dedicata al teleriscaldamento www.a2a.eu/gruppo/cms/a2a/clienti/teleriscaldamento.html

Emissioni, dati di carattere territoriale ed energetico a livello nazionale, europeo e mondiale si trovano ai seguenti indirizzi internet:

- ▶ Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare www.minambiente.it
Ente per le Nuove tecnologie, l'Energia e l'Ambiente www.enea.it. In particolare,
- ▶ Dossier *Riduzione delle emissioni e sviluppo delle rinnovabili: quale ruolo per Stato e Regioni?* http://www.enea.it/produzione_scientifica/pdf_dossier/D17_Riduzione_emissioni.pdf
- ▶ APAT (oggi ISPRA) – SINANET- Inventaria www.sinanet.apat.it/it/inventaria
- ▶ Istituto Nazionale di Statistica www.istat.it/dati/catalogo. In particolare, Statistiche dei Trasporti (2004), Statistiche del trasporto ferroviario (2004-2005), Dati annuali sulle superfici e le utilizzazioni forestali (2002-2006) e Dati annuali sulle coltivazioni (1999-2007)
- ▶ Gestore Servizi Elettrici www.grtn.it
- ▶ Trasmissione Elettricità Rete Nazionale – Dati Regionali sul consumo di energia elettrica www.terna.it
- ▶ Inventario Nazionale delle Foreste e di serbatoi forestali del Carbonio www.infci.it
- ▶ Commissione Europea – Direzione Generale Ambiente http://ec.europa.eu/environment/climat/home_en.htm e Direzione Generale Energia e Trasporti http://ec.europa.eu/energy/energy_policy/index_en.htm
- ▶ European Environment Agency – Greenhouse gas data viewer <http://dataservice.eea.europa.eu/PivotApp/pivot.aspx?pivotid=455>
- ▶ IPCC National Greenhouse Gas Inventories Programme www.ipcc-nggip.iges.or.jp
In particolare, *IPCC Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories (2001)* www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gp/gpgaum.htm e *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories (2006)* www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl
- ▶ International Energy Agency www.iea.org/Textbase/stats/index.asp. In particolare, *Benefits of Bioenergy (2005)* www.ieabioenergy.com
- ▶ PHYLLIS (Database for biomass and waste) www.ecn.nl/phyllis
- ▶ World Resource Institute – Climate Analysis Indicator Tools <http://cait.wri.org>
- ▶ National Academy of Science – In particolare, Raupach M.R. et al. (2007) *Global and regional drivers of accelerating CO₂ emissions*. Proceedings of the National Academy of Science, USA, 104, 24, 10288-93 www.pnas.org/content/104/24/10288.full.pdf+html.

Oltre ai portali informatici sopra citati utilizzati soprattutto per la definizione del Piano Regionale di Mitigazione dei Cambiamenti Climatici della Lombardia, si indicano un paio di altri riferimenti di letteratura specifici del settore energia:

- ▶ Guariso G., Fiorese G., 2007. *Studio di fattibilità di una rete di impianti cogenerativi alimentati da biomasse legnose* – Analisi dettagliata della localizzazione delle biomasse disponibili

bili e dei siti degli impianti di cogenerazione. Politecnico di Milano – Dipartimento di Elettronica e Informazione

- ▶ Ruggieri G., Forfori F., Alari P., La banca N., Pagliano L., Pindar A., Zangheri P. (2007), *La rivoluzione dell'efficienza*, eERG – Gruppo di ricerca sull'efficienza negli usi finali dell'energia, Dipartimento di Energetica, Politecnico di Milano (realizzato per Greenpeace).

Per fornire il proprio contributo personale alla riduzione delle emissioni di gas serra, anche attraverso semplici gesti quotidiani verso il **cambiamento dello stile di vita**, si può trovare qualche prezioso suggerimento su <http://ec.europa.eu/environment/climat/campaign/> (*Come puoi essere tu a controllare i cambiamenti climatici?*) e su www.viviconstile.org. Consigliamo, altresì, la lettura dei testi del fisico Roberto Rizzo: *Salvare il mondo senza essere Superman. Gesti di ecologia quotidiana*, Einaudi, 2007 e *La casa intelligente. Risparmio, tecnologia e comfort*, Franco Muzzio editore, 2007.

Ognuno di noi, infatti, può ridurre le emissioni senza pregiudicare la qualità della propria vita. Anzi, risparmiando pure.

A questo proposito sono preziosi gli spunti che si trovano anche presso i due siti *web* e il volume che riportiamo di seguito:

- ▶ www.bundesregierung.de : è il portale nazionale della pubblica amministrazione tedesca. Il sito internet ufficiale del governo tedesco è ricco di informazioni particolareggiate sulla Germania, riguardanti tra l'altro la storia, la popolazione, la situazione economica e il programma politico del governo. Un'ampia rubrica è dedicata agli affari europei. La sezione stampa offre agli utenti una sintesi dell'agenda del governo e l'accesso alla banca dati dei comunicati stampa.
- ▶ www.ise.fraunhofer.de : è il sito del Fraunhofer Institut Solare Energiesysteme (Ise), che ha questo indirizzo: Heidenhofstr. 2 – 79110 Freiburg, Germania. Email: info@ise.fraunhofer.de.
- ▶ Salvatore Giannella, *Voglia di cambiare. Seguiamo l'esempio degli altri Paesi europei*, Milano 2008, ed. Chiarelettere, www.chiarelettere.it.

Le fonti dei dati alla base dello studio sugli **impatti dei cambiamenti climatici** si possono ritrovare nei seguenti siti web e riferimenti bibliografici:

- ▶ United Nations Environment Programme www.unep.org/Themes/climatechange
- ▶ *Millennium Ecosystem Assessment Ecosystems and Human Well-Being: A Framework for Assessment* (Island, Washington DC, 2003) www.millenniumassessment.org/en/index.aspx
- ▶ European Environment Agency – Dossier e rapporti <http://reports.eea.europa.eu/>
In particolare, *Impacts of Europe's changing climate. An indicator-based assessment*. N 2/

2004, Copenhagen e *Impacts of Europe's changing climate - 2008 indicator-based assessment* N 4/2008

- ▶ European Environment Agency, 2008. *Maps and figures on Climate Change* <http://dataservice.eea.europa.eu/atlas/available2.asp?type=findtheme&theme=climate>
- ▶ Parmesan C, 2006. *Ecological and Evolutionary Responses to Recent Climate Change*, Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics 37:637–669 <http://cat.inist.fr/?aModele=afficheN&cpsidt=18364882>
- ▶ Shugart H, R Sedjo, B Sohngen, 2003. *Forests & Global Climate Change: Potential Impacts on U.S. Forest Resources*, Prepared for the Pew Center on Global Climate Change www.pewclimate.org/global-warming-in-depth/all_reports/forests_and_climate_change
- ▶ Adams RM, BH Hurd, J Reilly, 1999. *Agriculture & Global Climate Change: A Review of Impacts to U.S. Agricultural Resources*, Prepared for the Pew Center on Global Climate Change www.pewclimate.org/global-warming-in-depth/all_reports/agriculture
- ▶ Metzger MJ, Leemans R, Schröter D, Cramer W and the ATEAM consortium, 2004. *The ATEAM vulnerability mapping tool. Quantitative Approaches in Systems Analysis* No. 27, CD ROM publication, Office C.T. de Wit Graduate School for Production Ecology e Resource Conservation (PE&RC), Wageningen, The Netherlands www.pik-potsdam.de/ateam
- ▶ Conti S., Meli P., Minelli G., Solimini R., Toccaceli V., Vichi M., Beltrano C., Perini L., 2005. *Epidemiologic study of mortality during the Summer 2003 heat wave in Italy*, Environmental Research 98:390–399 <http://cat.inist.fr/?aModele=afficheN&cpsidt=16850416>
- ▶ *Nature Reports: Climate Change* – Rivista mensile www.nature.com/climate/index.html
- ▶ CLIMAGRI - Cambiamenti Climatici e Agricoltura, Progetto finalizzato di ricerca sulle conseguenze delle variazioni climatiche sull'agricoltura in Italia www.climagri.it
- ▶ GLORIA - Global Observation Research Initiative in Alpine Environments www.gloria.ac.at
- ▶ CIPRA - Commissione Internazionale per la Protezione delle Alpi <http://www.cipra.org/it>

I principali riferimenti bibliografici dello studio che ha affrontato il **bilancio del carbonio**, attraverso valutazioni di assorbimento e immagazzinamento a opera degli ecosistemi agro-forestali, sono riportati di seguito.

Brenna S., D'Alessio M. and Solaro S. (2004): *Soil map of Lombardy – scale 1:250.000*. Regione Lombardia, ERSAF.

- Brenna S., Solaro S., (2006). *The organic carbon stock in the soils and forests of Lombardy*. Atti 18th World Congress of Soil Science, Philadelphia (USA), 9-15 luglio 2006;
- Busetto L., Meroni M., Colombo R. (2007a). *Combining medium and coarse spatial resolution satellite data to improve the estimation of sub-pixel NDVI time series*, Remote Sensing of Environment 112 (1), 118-131.
- Colombo R., Meroni M., Marchesi A., Busetto L., Rossini M., Giardino C., Panigada C. (2008): *Estimation of leaf and canopy water content in poplar plantations by means of hyperspectral indices and inverse modeling*, Remote Sensing of Environment. 112, 1820-1834.
- Del Favero R. (a cura di) (2002): *I tipi forestali della Lombardia - Inquadramento ecologico per la gestione dei boschi lombardi*. Cierre Edizioni
- Heinsch F.A., Zhao M.S., Running S.W. et al. (2006): *Evaluation of remote sensing based terrestrial productivity from MODIS using regional tower eddy flux network observations*, IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 44(7): 1908-1925
- Matteucci G., Colombo R., Leip A., Meroni M., Tarrason D., Previtali F., Seufert G. (2003): *Il "Kyoto Experiment" del Joint Research Center di Ispra (VA) nel Parco Ticino: bilanci di gas-serra in un pioppeto, confronto con un bosco planiziale originario e analisi a scala territoriale*. Conferenza Internazionale "Alberi e Foreste nella Pianura", Milano,
- Migliavacca M., Meroni M, Manca M., Matteucci G., Montagnani L., Grassi G., Zenone T., Teobaldelli M., Goded I, Colombo R., Seufert G. (submitted): *Seasonal and interannual patterns of carbon and water fluxes of a poplar plantation in Northern Italy*. Agricultural Forest and Meteorology.
- Stolbovoy V., Montanarella L., N. Filippi, A. Jones, J. Gallego and G. Grassi (2007): *Soil Sampling Protocol to Certify the Changes of Organic Carbon Stock in Mineral Soils of European Union*. EUR 21576 EN/2, 48 pp. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg
- Zenone T., Facciotto G., Sperandio G., (2004): *Short rotation poplar coppices: an evaluation of the culture in Lombardy Region*. Proceedings of the 2nd World Conference and Technology Exhibition on Biomass for Energy, Industry and Climate Protection. Rome, Italy

Infine, citiamo i riferimenti per approfondire gli **aspetti giuridici** della Convenzione Quadro sui Cambiamenti Climatici delle Nazioni Unite e del Protocollo di Kyoto in ambito ONU www.unfccc.int.

Per monitorare invece il contesto normativo europeo si vedano: http://europa.eu/index_en.htm e <http://eur-lex.europa.eu>.

I singoli capitoli sono stati redatti e revisionati dagli autori ai quali è possibile rivolgersi per ottenere informazioni e chiarimenti.

CAP 1 – CLIMATOLOGIA

Maurizio Maugeri e-mail: *maurizio.maugeri@unimi.it*

CAP 2 – EMISSIONI DI GAS SERRA

Stefano Caserini e-mail: *stefano.caserini@polimi.it*

CAP 3 – L'ASSORBIMENTO DEI GAS SERRA

Günther Seufert e-mail: *guenther.seufert@jrc.it*

CAP 4 – IMPATTI

Giulio De Leo e-mail: *giulio.deleo@unipr.it*

CAP 5 – SCENARI E POLITICHE

Marzio Galeotti e-mail: *marzio.galeotti@unimi.it*

Fondazione Lombardia per l'Ambiente

Piazza Diaz 7 – 20123 Milano

tel +3902806161.1

fax +3902806161.80

flanet@flanet.org

www.flanet.org

Consiglio di Amministrazione

Presidente: Giovanni Bottari

Vicepresidente: Paolo Colombani

Presidente Comitato scientifico: Achille Cutrera

Consiglieri: Giulio Ballio, Andrea Beltrani, Marcello Fontanesi, Massimo Donati, Paolo Mantegazza, Lorenzo Ornaghi, Daniele Massimo Petrucci, Roberto Schmid, Cesare Spreafico

Direttore: Fabrizio Piccarolo

Coordinatore scientifico: Antonio Ballarin Denti

Coordinamento editoriale: Salvatore Giannella, Antonio Ballarin Denti, Mita Lapi

Copertina: l'immagine del pianeta Terra è stata gentilmente concessa in uso dalla Commissione Europea

Progettazione e impaginazione: Tania Feltrin

Stampa: Isabel Litografia, Gessate (MI)

ISBN 978-88-8134-067-5

COPIA NON COMMERCIABILE
E IN DISTRIBUZIONE GRATUITA

L'immagine di copertina è stata gentilmente
fornita dalla Commissione Europea

