



**Sostenibilità ambientale
e Protocollo di Kyoto.
Tre lezioni
per la Formazione a Distanza**

Enzo Di Giulio*

**Studi & Ricerche
4-2001**

* *Scuola Superiore Enrico Mattei, Eni*

Studi, Ricerche & Documenti

settembre 2001

Le opinioni espresse nel presente lavoro non rappresentano necessariamente
la posizione della Scuola Superiore Enrico Mattei, Eni.

Indice

	pag.
Premessa	4
Lezione 1. Sviluppo sostenibile	5
➤ Glossario	29
Lezione 2. Indicatori di sostenibilità ambientale	41
➤ Trend di particolare rilievo	45
➤ Indicatore di progresso genuino	53
➤ Indice di sviluppo umano	59
➤ Barometro della sostenibilità	67
➤ Impronta ecologica	75
➤ Glossario	81
Lezione 3. Protocollo di Kyoto	89
➤ Glossario	113

Premessa

Le pagine che seguono fanno parte di un progetto di lavoro sulla formazione a distanza (fad) rivolto sia a persone con qualche esperienza di questioni energetico-ambientali, sia a principianti. Mi sembra importante sottolineare questa origine perché certamente il lettore coglierà una diversità di tono rispetto alla dispensa tradizionale, all'articolo scientifico, oppure al libro. Per non annoiare l'utente, ho cercato di usare un linguaggio semplice, diretto, colloquiale, ma anche rigoroso e, spero, chiaro. Inoltre, per migliorare la leggibilità dal video del PC, ho spezzato ripetutamente il testo.

La fad è quel tipo di didattica che si avvale principalmente delle reti, intranet o internet. Poiché mediata dal computer e priva della ricchezza espressiva derivante dalla presenza fisica del docente, la fad obbliga sia il docente che l'allievo ad un cambio di prospettiva rispetto alla didattica tradizionale in aula. Per dirlo in poche parole, entrambi cercano di recuperare, attraverso il *più* offerto dal mezzo informatico (immagini, internet, multimedialità, video e audio, ipertesto, ecc.), il *meno* rispetto alla comunicazione in aula (voce, movimenti, sguardi, interventi, dialogo, emozioni e sentimenti, ecc.). Sarà il tempo a decretare se il bilancio è positivo o negativo. In ogni caso, gli esperti sottolineano che le due vie – aula, fad – non sono sostituiti, piuttosto costituiscono un unico sentiero. In altri termini, è bene che la didattica in aula affianchi sempre la fad. Tale suggerimento è più che mai valido nel caso di queste pagine, che costituiscono lo scheletro di ciò che sarà in rete. Per usare un'immagine, la fad somiglia a quelle bellissime guide turistiche in cui la pagina non ha una struttura lineare ma, piuttosto, è spezzata ripetutamente in numerosi trafiletti e colonne ed è corredata da parecchie immagini e didascalie. Nella fad le immagini e le didascalie sono l'ipertesto, le figure, i grafici, i filmati video, la possibilità di connettersi a siti Internet, ecc. (... e chi si imbatte nella fad presto si accorge che il problema non è scrivere il testo, ma costruire le immagini e le didascalie!). Nel caso delle presenti pagine – per continuare nell'analogia – è come se le figure fossero in gran parte eliminate e restasse il testo. Infatti, laddove il lettore incontra una parola sottolineata, ci sarà, nella versione in linea, un ipertesto (es. articolo da scaricare, collegamento ad Internet). Inoltre, mancano gli esercizi e le verifiche. Dunque, il prodotto è notevolmente impoverito rispetto a ciò che dovrebbe essere in rete. La speranza è che, comunque, esso possa rivelarsi utile al lettore... nonostante la deviazione dalla modernità!

Enzo Di Giulio

Lezione 1

Sviluppo Sostenibile

Obiettivi Didattici

In questo modulo imparerete a:

- orientarvi all'interno della problematica della sostenibilità e dei fenomeni ambientali globali;
- analizzare la questione dell'inquinamento in modo sistemico, ovvero cogliendone le relazioni con i fenomeni economici ed energetici.
- valutare criticamente l'intero argomento della sostenibilità, con riferimento sia alle cause fondamentali che alle politiche, ovvero a ciò che occorrerebbe fare per rendere lo sviluppo sostenibile.

Queste conoscenze costituiranno la base sulla quale, successivamente, verranno costruiti gli strumenti operativi. Infatti, molti degli argomenti che sono introdotti in questa lezione verranno approfonditi in quelle successive, in particolare nella seconda.

Temi della lezione

In questo modulo parleremo dello sviluppo sostenibile e dell'interdipendenza economia-energia-ambiente. Cominceremo con il vedere in che modo il tema dell'ambiente ha acquisito importanza negli ultimi tre decenni, ovvero quali sono state le principali tappe storiche di tale crescita d'importanza. Poi esamineremo il perché, ovvero le ragioni che ne sono all'origine. Ci soffermeremo, quindi, sulla risposta che l'uomo ha dato al problema ambientale, ovvero sul concetto di sviluppo sostenibile: ne esamineremo le diverse definizioni e i vari approcci.

Cercheremo, quindi, di capire perché si manifestino i problemi ambientali globali e, a tal proposito, studieremo un'interpretazione tipica dell'inquinamento. E' in tale contesto che vedremo la rilevanza di un approccio sistemico che studi l'ambiente non isolatamente ma in relazione ai fenomeni economici ed energetici.

Una volta individuate le variabili fondamentali che sono all'origine del degrado ambientale ci soffermeremo su alcune possibili politiche, ovvero interventi, per contenerlo.

Come l'ambiente acquisisce importanza

Tra i numerosi momenti che segnano un crescere dell'attenzione rivolta all'ambiente, ne ricordiamo alcuni particolarmente significativi.

- 1972, pubblicazione del rapporto del Club di Roma "I limiti dello sviluppo" (Meadows D.H et al. 1972). Questa pubblicazione pone all'attenzione della collettività il problema dell'inquinamento e dell'esaurimento delle risorse naturali. La storia non confermerà le previsioni drammatiche del rapporto, tuttavia esso è fondamentale come primo momento di consapevolezza.
- 1972, Stoccolma: Conferenza Onu sull'Ambiente. La Conferenza è importante perché, con essa, per la prima volta si discute di ambiente in modo sistematico a livello internazionale. La Conferenza istituisce l'UNEP (UN Environment Programme) e pone il tema dell'ambiente in relazione con il tema dello sviluppo, come sarà in tutto il dibattito sullo sviluppo sostenibile.
- 1983 e 1987: Istituzione della WCED (World Commission on Environment and Development), denominata anche Commissione Brundtland (1983), e pubblicazione del Rapporto Brundtland (1987) che definisce lo sviluppo sostenibile.
- 1992, United Nations Conference on Environment and Development (UNCED), Rio de Janeiro. Questa Conferenza è alla base della Convenzione sul cambiamento climatico, di quella sulla Biodiversità, di Agenda 21 e della Dichiarazione di Rio.
- 1997, Protocollo di Kyoto. Accordo internazionale per la riduzione delle emissioni dei gas serra.

Perché l'ambiente acquisisce importanza

Tra le ragioni che sono all'origine della crescente rilevanza dei temi ambientali, vi sono i fenomeni globali. Per la prima volta l'uomo si confronta con problemi che investono macro regioni, o addirittura l'intero pianeta. In altri termini, rispetto al passato, cambia l'unità di misura. I fenomeni globali, oltre al problema della biodiversità, sono:

- [Effetto Serra](#), ovvero l'aumento della temperatura terrestre a seguito della diminuzione della trasparenza dell'atmosfera causata dai gas serra. La conseguenza principale è lo sciogliersi delle calotte polari, l'aumento del livello degli oceani e dei mari e, quindi, la possibile inondazione di isole e zone costiere.

- Buco nell'ozono, ovvero il [deterioramento](#) dello strato d'ozono dovuto all'immissione in atmosfera di clorofluorocarburi (CFC). Poiché l'ozono è l'unico gas nell'atmosfera capace di evitare che le radiazioni solari ultraviolette più dannose raggiungano la terra, l'impovertimento dell'ozono in entrambi gli emisferi causa malattie alla pelle (melanomi) e morte della fauna e della flora.
- [Piogge acide](#), ovvero la diminuzione del Ph della pioggia dovuta all'immissione nell'atmosfera di sostanze quali l'anidride solforosa (SO₂) e solforica (SO₃), il monossido e il biossido di azoto (NO, NO₂) legate alle attività industriali e di trasporto. Le piogge acide hanno [effetti](#) negativi sulle acque (mari, fiumi, laghi, falde), sulla vegetazione, sulla salute umana (es. bronchi) e animale, e sui monumenti.

Caratteristiche dei fenomeni globali

I fenomeni globali sono caratterizzati da alcune specificità che rendono più complessi gli interventi volti a contrastarli. In particolare, le caratteristiche principali sono:

- interdipendenza, ovvero si tratta di problemi che non possono essere risolti autonomamente da un solo paese (in particolare l'effetto serra ed il deterioramento dello scudo d'ozono) ma richiedono interventi congiunti di più paesi. Sul piano delle politiche ciò implica la necessità di realizzare accordi estesi e, conseguentemente, essendo coinvolti molti paesi, la difficoltà degli stessi accordi.
- Incertezza, ovvero molti meccanismi dei fenomeni in questione non sono noti. In particolare, per [l'effetto serra](#) (vedi Fig. 1.1), a lungo vi è stata [incertezza](#) sull'esistenza stessa del [fenomeno](#) (ed ancora oggi un ridotto numero di studiosi la nega) e sul suo legame con le emissioni antropogeniche. Nel caso delle piogge acide, invece, incertezza significa che spesso non è possibile definire con esattezza dove sia localizzata la fonte delle emissioni inquinanti che le hanno originate, perché i venti giocano un ruolo fondamentale. Sul piano delle politiche ciò si traduce in ritardi, frizioni o, addirittura, inazione.
- Ritardi temporali, ovvero molte sostanze immesse nell'atmosfera oggi vi permarranno per decine o centinaia di anni. Ciò riguarda soprattutto l'effetto serra ed il deterioramento dell'ozono. In termini di politiche, ciò implica la necessità di interventi tempestivi perché le riduzioni di emissioni, oggi, avranno effetto solo tra molti anni.

Fig 1.1 - Incertezza, interdipendenza e ritardi temporali nell'effetto serra

Incertezza (stime per i prossimi 50 anni)			
Indicatore	Variazione annuale media		Variazione regionale
temperatura	da + 2° a + 5°		da -3% a +10%
livello dei mari	da +10 m. a + 100 m.		-
precipitazioni	da + 7% a + 15%		da -20% a +20%
umidità suolo	?		da -50% a +50%
tempeste gravi	?		?

Interdipendenza (emissioni)			
Contributo dell'Europa (quota sul totale mondiale)			
CO ₂	30%	NO _x	21%
CH ₄	16%	COV	25%
CFC	36%	SO ₂	25%

Ritardi temporali	
Permanenza di alcuni gas in atmosfera (anni)	
CO ₂	50-200
CH ₄	10.5
CFC-11	55
CFC-12	116

I fenomeni ambientali locali

Gli ultimi decenni sono stati caratterizzati, oltreché dall'emergere dei fenomeni ambientali globali, dall'intensificarsi dei problemi ambientali a carattere locale. Con riferimento all'Unione Europea, alcuni dati significativi, che danno un'idea della rilevanza del problema ambientale, sono i seguenti:

- la concentrazione di pesticidi nelle acque sotterranee supera lo standard europeo nel 75% dei terreni.
- I siti dismessi sono in numero di 200.000 e si calcola un costo di bonifica complessivo pari a circa 100 miliardi di Euro.
- Il traffico causa circa 350 morti al giorno ed i feriti sono 6.000.
- Ogni persona genera all'anno circa 350 Kg. di rifiuti solidi urbani.

Con riferimento all'intera Europa, è minacciato il 21% delle specie floreali, il 45% dei rettili ed il 42% dei mammiferi. Inoltre, per quanto riguarda la vita nelle città, il rumore disturba il sonno nel 65% dei casi.

Questi dati, scelti tra i numerosi che potrebbero essere mostrati, danno una prima idea della gravità del problema ambientale. Secondo alcune stime, nel complesso i danni ambientali annui sarebbero compresi tra l'1% ed il 5% del PIL per i paesi

industrializzati, mentre per quelli in via di sviluppo sarebbero intorno al 5%. Ciò significa che, in molti casi, la ricchezza creata dalla crescita economica viene distrutta dal degrado dell'ambiente.

Lo sviluppo sostenibile

L'idea di sviluppo sostenibile può essere considerata la risposta dell'uomo alla crescente drammaticità dei problemi ambientali. E' bene tenere a mente, però, che si tratta di una formula sintetica che può essere disaggregata in numerosi contenuti. In altri termini, lo sviluppo sostenibile è un contenitore di approcci, strumenti di analisi, politiche ed interpretazioni nel contesto del problema ambientale. La definizione più nota, e sulla quale esiste maggiore consenso, è quella proposta dal Rapporto Brundtland nel 1987: "Sustainable development is development that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs" (vedi abstract 1 e abstract 2). In parole semplici, sostenibilità significa soddisfare le esigenze delle generazioni presenti senza danneggiare quelle delle generazioni future. La definizione del Rapporto Brundtland esplicita che lo sviluppo sostenibile incorpora due concetti chiave: quello di bisogni ("needs") e quello di limiti ("limitations"). Questi due concetti hanno rilevanza fondamentale perché costituiscono i due cardini della sostenibilità. Con il primo, ci si sofferma sull'equità intra-generazionale, ovvero sulla necessità di soddisfare le esigenze del mondo povero, migliorandone le condizioni. Con il secondo, invece, ci si riferisce all'equità inter-generazionale, ovvero all'opportunità di limitarsi, oggi, nello sfruttamento dell'ambiente, per evitare di danneggiare le generazioni future. Spesso trascurata, la coesistenza di due tipi di equità (sull'equità, vedi Daly G.C. and Erlich A.H. 1995), all'interno dell'idea di sostenibilità, è di grande rilevanza perché pone il problema del conseguimento congiunto di due obiettivi non necessariamente coerenti. Più in generale, l'approccio scelto dal Rapporto Brundtland denota continuità con quello della Conferenza di Stoccolma che trattava contestualmente il problema ambientale e quello dello sviluppo.

Idee di sostenibilità

E' opportuno ricordare che oltre alla definizione del Rapporto Brundtland ne esistono altre. Tra le più significative ricordiamo:

- quella di Repetto (1985), che richiama l'attenzione sull'opportunità di non intaccare la base di capitale, anche se si ammettono variazioni della sua composizione: "... our economic systems should be managed so that we live off the dividend of our resources, maintaining and improving the asset base (...) as development proceeds, the composition of the underlying asset base changes".
- L'approccio di Herman Daly (1986), che chiama in causa i valori: "Sustainability, like justice, is a value not achievable by purely individualistic market process" (per una sintesi del pensiero di Daly, vedi Daly H.).
- La definizione di David Pearce (1988) che si sofferma, più che sui contenuti, sulle condizioni: "In simple terms, sustainable development argues for: a) ... resources harvest rates at levels no higher than managed or natural regeneration rates; b) ...wastes disposal rates should not exceed rates of (natural or managed) assimilation in the counterpart ecosystems".

Sostenibilità debole e sostenibilità forte

Una distinzione diffusa è quella tra sostenibilità forte e sostenibilità debole. Per comprenderla, ci soffermeremo su una delle condizioni della sostenibilità proposte: la costanza del capitale. Sappiamo che, in ambito micro, il conto corrente di una persona non viene eroso negli anni se la stessa, di anno in anno, assumendo inflazione zero, non spende più degli interessi maturati. Allo stesso modo, in ambito macro, si può affermare che vi è sostenibilità se il capitale rimane costante nel tempo e non viene eroso. Il problema che tuttavia si pone è quello di definire cosa deve rimanere costante, ovvero quale capitale: quello naturale o l'insieme di quello naturale e *man made*? Nel primo caso si parla di sostenibilità forte, mentre nel secondo di sostenibilità debole. Il primo caso, infatti, impone una condizione più stringente poiché non si ammettono sostituzioni tra i due tipi di capitale: una crescita del capitale *man made* non può compensare un decremento di quello naturale, ovvero non vi è possibilità di sostituzione. La condizione della costanza del capitale naturale nel tempo, senza possibilità di sostituzione, è stata proposta da Pearce, Barbier e Markandya, studiosi che hanno dato un forte impulso alla letteratura sulla sostenibilità. Tuttavia, una volta accettata una prospettiva di sostenibilità forte, per essere rigorosi occorrerebbe tenere conto anche della crescita della popolazione, e pertanto la condizione diverrebbe costanza del capitale naturale

pro-capite. In ogni caso, tale condizione pone numerosi problemi di implementazione perché, a seguito del consumo, le risorse naturali non rinnovabili (es. petrolio e gas) necessariamente diminuiscono ed, inoltre, occorrerebbe decidere come misurare il capitale naturale (in valore o in quantità?) e come aggregare *asset* che hanno caratteristiche diverse.

Contenuti della sostenibilità

Come abbiamo visto fin qui, l'idea di sostenibilità incorpora elementi diversi. In linee generali, si può affermare che essa prenda in considerazione aspetti quantitativi e qualitativi. Il miglioramento delle condizioni di vita del mondo povero, ad esempio, ha un contenuto quantitativo (aumento del reddito) ed uno qualitativo (equità all'interno della generazione). La definizione di sostenibilità che, presumibilmente, esplicita meglio tale coesistenza di aspetti, nonché i diversi contenuti, è quella data da Pearce, Barbier e Markandya (1990):

“We take development to be a vector of desirable social objectives, and elements may include:

- increase in real income per capita
- improvements in health and nutritional status
- educational achievement
- access to resources
- a 'fairer' distribution of income
- increases in basic freedoms

... sustainable development is then a situation in which the development vector increases monotonically over time”.

Questa definizione, così estesa da incorporare elementi politici (es. libertà di base, accesso alle risorse), è importante perché, a differenza di altre, esplicita la componente di valore presente nel concetto di sostenibilità. Esso, pertanto è qualcosa di più di una semplice risposta al problema ambientale (sulla sostenibilità vedi: Holdren J.P., Daly G.C., and Erlich P.R. 1995, Korten D., Di Giulio E. 1991, Di Giulio E., Pizzoli P. 1995).

Cause dei problemi ambientali globali

A questo punto, visto che l'idea di sostenibilità è stata una risposta dell'uomo all'esplosione dei problemi ambientali, è spontaneo interrogarsi sulle loro cause (sull'emergere dei problemi ambientali, in generale, vedi il classico Hardin G. 1968; sui recenti sviluppi, Erlich P.R. 1998). All'inizio del dibattito sull'argomento, sono state proposte due spiegazioni. La prima chiama in causa la crescita della popolazione, poiché essa implica – a parità di condizioni - un maggior consumo di risorse naturali e l'immissione di maggiori volumi di rifiuti nell'ambiente (vedi Angelsen A. 1997). Semplificando, si vede nella crescita della popolazione una conseguenza della povertà ed una causa dell'inquinamento: “poverty makes people and people make pollution”. Pertanto, secondo tale interpretazione, la causa prima dei fenomeni ambientali globali risiede nei paesi poveri che hanno elevati tassi di crescita demografica. La seconda interpretazione, al contrario, individua la causa nella crescita economica e, pertanto, attribuisce la responsabilità ai paesi ricchi che hanno stili di vita consumistici e distorti. Passando dalle interpretazioni ai dati, oggi vi è consenso sul fatto che, pur essendo la popolazione un fattore importante nel contesto del problema ambientale, l'immissione di sostanze inquinanti nell'ambiente dipende più dai consumi dei paesi industrializzati che da quelli dei paesi in via di sviluppo. Per citare un dato aggregato, i paesi OCSE, ovvero il 16% della popolazione mondiale, consumano circa il 60% dell'energia e generano circa il 70% dei rifiuti industriali mondiali. Occorre comunque tenere a mente che la popolazione mondiale continua a crescere, che alcuni dei paesi in via di sviluppo sono in forte crescita economica e che, pertanto, il quadro è più articolato e dinamico.

Un'interpretazione dell'inquinamento

Poiché le due interpretazioni dell'inquinamento citate nel paragrafo precedenti hanno entrambe un contenuto di verità, è bene cercare una sintesi che le incorpori entrambe. Sul piano verbale, il problema dell'inquinamento può essere sintetizzato con queste parole: gli esseri umani (la popolazione), attraverso l'energia, generano reddito. L'energia, la popolazione e il reddito generano l'inquinamento. Analiticamente, questa interpretazione che chiama in causa tre variabili chiave (energia, popolazione e reddito), è sintetizzata dalla *Kaya identity*, formula che prende nome dallo studioso che l'ha proposta:

$$\text{Inquinamento} = \frac{\text{Inquinamento}}{\text{Energia}} * \frac{\text{Energia}}{\text{Reddito}} * \frac{\text{Reddito}}{\text{Popolazione}} * \text{Popolazione}$$

Prima di commentarla, è bene fare una precisazione: si tratta di un'identità e, come tale, è sempre vera. In altri termini, avremmo potuto scrivere altre, diverse variabili, anche del tutto arbitrarie, ed ugualmente spiegare l'inquinamento. Tuttavia, al di là di ciò, occorre riconoscere che le variabili indicate sono quelle determinanti nella generazione dell'inquinamento ed è questa la ragione per cui, anche se si tratta di una semplice identità, la *Kaya identity* è molto utilizzata.

Le quattro variabili chiave

A questo punto, soffermiamoci sui contenuti della *Kaya identity*. Le quattro variabili che in essa compaiono sono:

- Inquinamento/Energia, ovvero la quantità di inquinamento prodotta da un'unità di energia. Questo rapporto potrebbe essere definito intensità inquinante e, a parità di condizioni, una sua diminuzione è un fatto positivo.
- Energia/Reddito, ovvero la quantità di energia consumata per unità di reddito prodotto. A parità di condizioni, più basso è questo rapporto – denominato intensità energetica – tanto meglio è.

Le ultime due variabili sono il reddito pro-capite e la popolazione. Con qualche manipolazione la *Kaya identity* dà luogo alle seguente formula:

$$\frac{\Delta \text{Inquinamento}}{\text{Inquinamento}} = \frac{\Delta \text{Int. Inq.}}{\text{Int. Inq.}} + \frac{\Delta \text{Int. Ene}}{\text{Int. Ene.}} + \frac{\Delta \text{Reddito pc.}}{\text{Reddito pc.}} + \frac{\Delta \text{Popolazione}}{\text{Popolazione}}$$

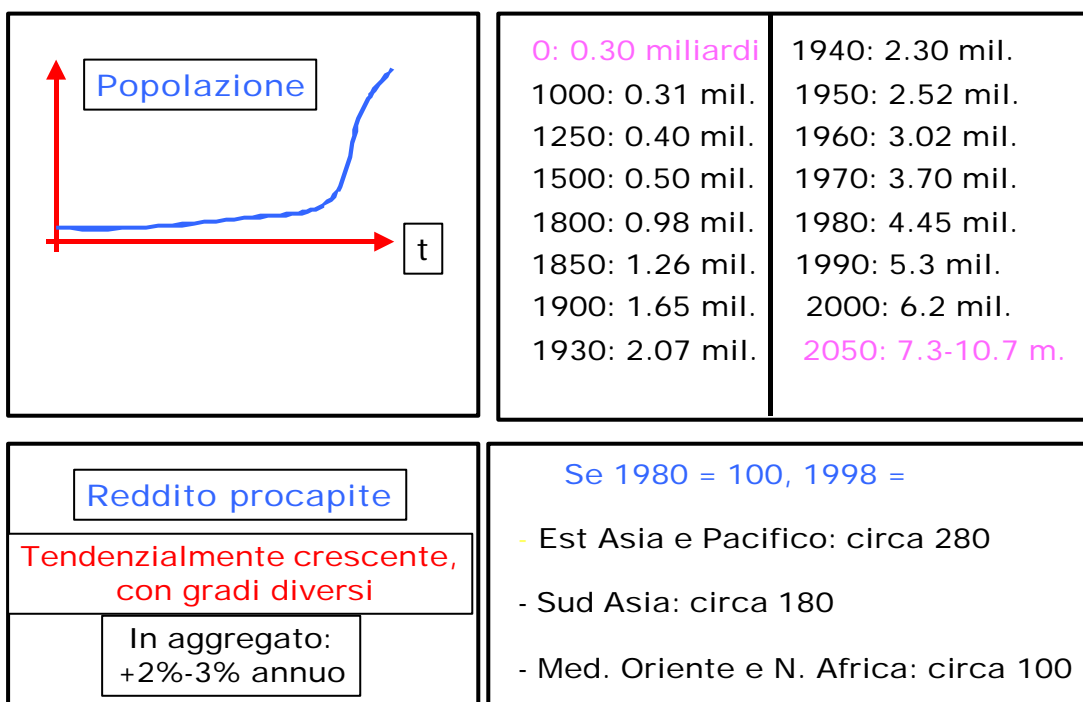
Dalla formula vediamo che la variazione dell'inquinamento dipende dalla somma delle variazioni delle quattro variabili chiave. In altre parole, per sapere cosa succede all'inquinamento nel tempo dobbiamo sapere come variano le quattro forze chiave.

Popolazione, reddito pro-capite, intensità inquinante

Per capire come variano queste quattro forze chiave, dobbiamo vedere da cosa dipendono e dare uno sguardo al loro andamento. Cominciamo con la popolazione (vedi Fig. 1.2). Dopo un periodo di lentissima crescita durato parecchi secoli, intorno al 19° secolo i tassi di crescita della popolazione mondiale sono aumentati, e conseguentemente essa è esplosa. Ancora oggi, essa è in crescita.

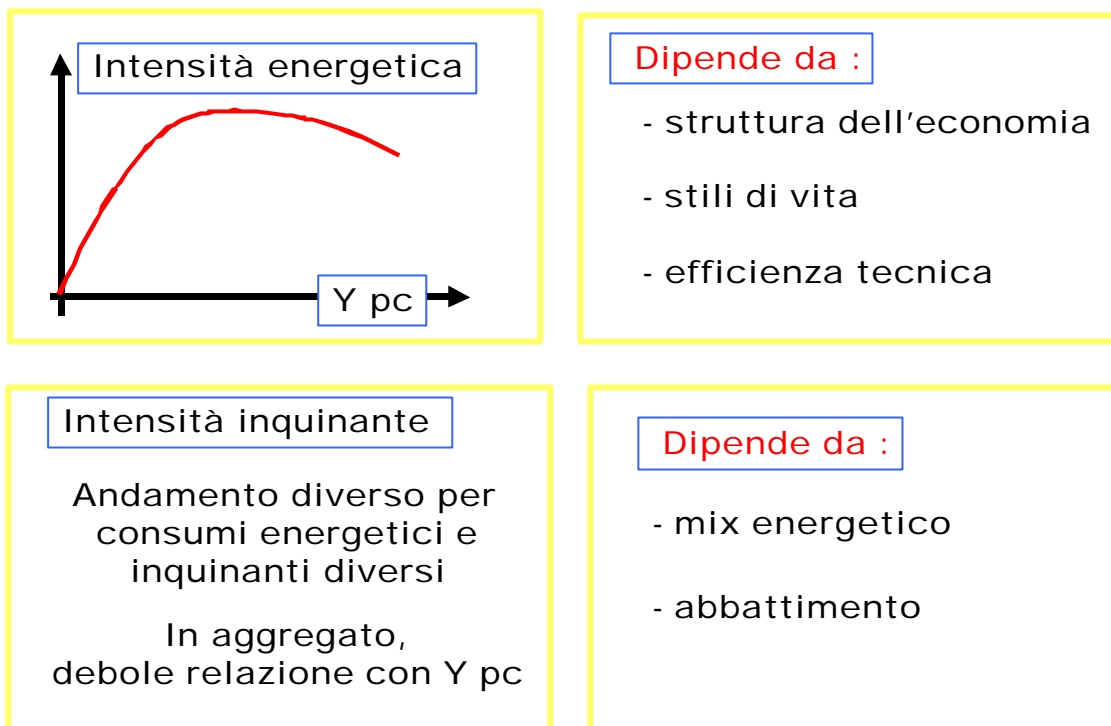
Il reddito pro-capite (vedi Fig. 1.2), d'altra parte, è tendenzialmente crescente, seppur con gradi diversi nei diversi paesi. Queste due variabili sono legate a fattori economici, sociali e culturali.

Fig. 1.2 - Popolazione e reddito pro-capite



Il discorso sull'intensità inquinante (vedi Fig. 1.3), invece, è diverso. Per definire da cosa essa dipende occorre definire a che tipo di inquinante ci riferiamo: ad esempio, l'anidride carbonica, oppure gli ossidi di zolfo o quelli di azoto hanno cause diverse. In generale, per gli inquinanti che sono legati ai consumi energetici e che si riversano nell'atmosfera, si può dire che dipendono dal mix energetico e dalle tecnologie di abbattimento.

Fig 1.3 - Intensità energetica e intensità inquinante



Intensità energetica

Infine, la quarta variabile – l'intensità energetica (vedi Fig. 1.3) – pur essendo spesso, ed erroneamente, considerata un indicatore di efficienza energetica dipende da più fattori. Certamente, vi è una relazione con l'efficienza energetica intesa in senso tecnico. Ad esempio, un miglioramento dell'efficienza nella generazione di energia elettrica, a parità di condizioni, la fa diminuire. Tuttavia, vi sono altri due fattori che la influenzano in modo rilevante: la struttura dell'economia e gli stili di vita. Con il primo termine ci riferiamo al peso che i diversi settori economici (industria, residenziale, servizi, trasporti, energia) hanno. Ad esempio, l'espansione dei servizi ai danni dell'industria pesante implica riduzioni del consumo energetico per unità di reddito prodotta, ovvero una diminuzione dell'intensità energetica. Analogamente, la diffusione di stili di vita che privilegiano il risparmio energetico fanno diminuire l'intensità energetica. Nel complesso, la struttura dell'economia ha una forte influenza sull'intensità energetica tanto da spiegarne in gran parte l'andamento. Infatti, se la rappresentiamo in ordinata sugli assi cartesiani, ponendo il reddito pro-capite in ascissa, vediamo che l'intensità energetica ha un andamento a forma di parabola. Ciò significa che quando il reddito pro-capite è basso, ovvero l'economia è ancora in una fase primordiale basata sull'agricoltura, l'intensità energetica è bassa. Al crescere del reddito

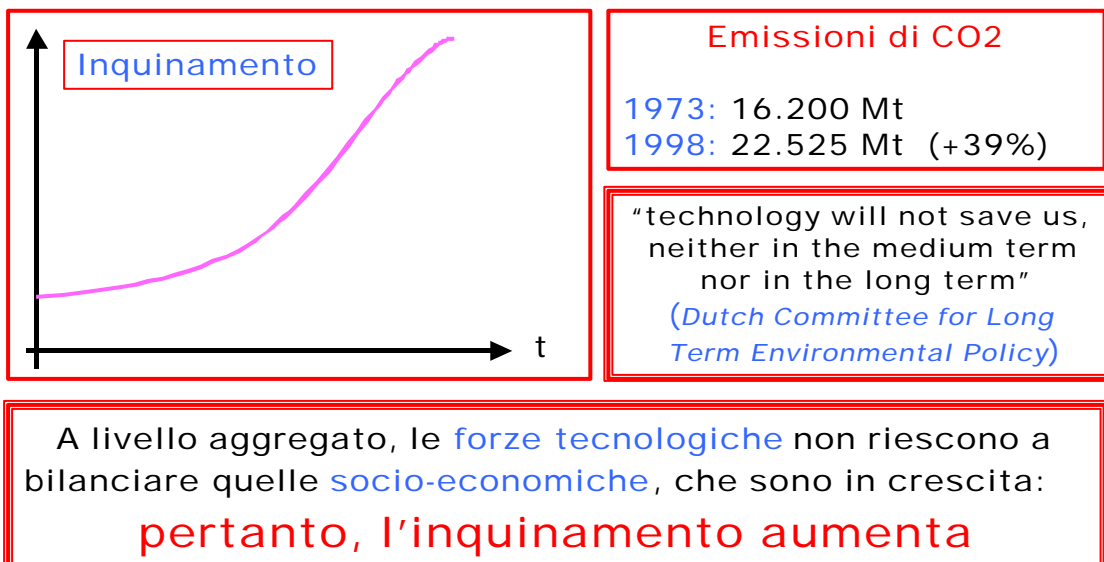
pro-capite aumenta, in conseguenza dell'espandersi dell'industria. Infine, quando il reddito pro-capite è molto alto, diminuisce, a seguito dell'espansione dei servizi. Ciò, però, non deve indurci a pensare che gli altri due fattori siano irrilevanti: al contrario, orientando gli stili di vita verso minori consumi energetici, diminuendo gli sprechi e migliorando l'efficienza tecnica, si può incidere in modo rilevante sull'intensità energetica, facendola diminuire.

Sintesi

E' possibile vedere come le prime due variabili (popolazione e reddito pro-capite) abbiano una matrice economico-sociale, mentre le altre due (intensità inquinante ed intensità energetica) abbiano anche un contenuto tecnologico. In altre parole, esse sono influenzate anche da miglioramenti tecnologici che implicino un aumento dell'abbattimento dell'inquinamento e dell'efficienza energetica. La tecnologia, pertanto, è un fattore determinante nella lotta contro l'inquinamento.

Poiché, come si è visto, l'inquinamento dipende dalla somma algebrica delle variazioni delle quattro variabili chiave e poiché negli anni, a livello mondiale, esso è aumentato, possiamo dire che ciò è accaduto perché la crescita delle prime due variabili (popolazione e reddito pro-capite) non è stata compensata da diminuzioni nelle altre due (intensità inquinante ed intensità energetica). Semplificando, ciò significa che la crescita socio-economica non è stata compensata da quella tecnologica e, pertanto, l'inquinamento è aumentato (vedi Fig. 1.4).

Fig. 1.4 - Sintesi sull'inquinamento



Riflessioni numeriche

Per dare concretezza all'analisi fin qui svolta, la riferiremo alle emissioni di CO₂ (anidride carbonica) generate dai combustibili fossili. Certo, si tratta di un'analisi parziale, tuttavia si può dire che, entro certi limiti, la CO₂ può essere considerata una *proxy* dell'azione dell'uomo sull'atmosfera. Infatti, oltreché svolgere un ruolo fondamentale nel fenomeno dell'effetto serra, essa viene emessa in gran parte delle attività produttive che implicano il consumo di energia. Ora, a livello mondiale, essa è passata dalle 16.222 milioni di tonnellate del 1973 a 22.525 Mt. nel 1998, ovvero è cresciuta di circa il 40% in 15 anni.

E' interessante vedere quale sia la situazione nelle diverse aree geografiche. Riscriviamo la *Kaya identity* così:

$$\frac{\text{CO}_2}{\text{Popolazione}} = \frac{\text{CO}_2}{\text{Energia}} * \frac{\text{Energia}}{\text{Re ddito}} * \frac{\text{Re ddito}}{\text{Popolazione}}$$

ovvero concentriamoci sulle emissioni pro-capite di anidride carbonica. Per le diverse aree del mondo (vedi Tab. 1.1), avremo le seguenti identità (elaborazione su dati tratti da IEA 2000):

Mondo:	$3.8 = 2.3 * 0.28 * 5.8$
OCSE:	$10.9 = 2.4 * 0.26 * 17.9$
America Latina:	$2.1 = 1.9 * 0.20 * 5.5$
Asia:	$1.1 = 1.9 * 0.24 * 2.3$
Africa:	$1.0 = 1.5 * 0.39 * 1.6$

Tab. 1.1 - CO₂, Total Primary Energy Supply (TPES), GDP, Popolazione e variabili Kaya per le principali aree del mondo
(nota: l'Asia non include la Cina, la Corea del Nord e il Vietnam)

Dati del 1998 (fonte: IEA 2000)				
	CO2	TPES	GDP	POP
	(Mt)	(Mtoe)	(10 ⁹ US\$90)	(Milioni)
Mondo	22524,8	9559,2	33653,5	5838,8
OECD	12016,6	5097,0	19753,4	1100,6
Asia	1876,7	998,9	4219,3	1820,8
America Latina	866,4	444,2	2216,4	403,1
Africa	728,7	481,5	1235,4	757,1

	CO2/POP	CO2/TPES	TPES/GDP	GDP/POP
Mondo	3,81	2,33	0,28	5,76
OECD	10,92	2,36	0,26	17,95
Asia	1,03	1,88	0,24	2,32
America Latina	2,15	1,95	0,20	5,50
Africa	0,96	1,51	0,39	1,63

Considerazioni sul disequilibrio

Come si può vedere, l'analisi quantitativa realizzata per mezzo della *Kaya identity* evidenzia notevoli differenze tra le diverse aree (vedi Fig. 1.5 e 1.6). In sintesi, i paesi industrializzati (DCs) hanno rispetto a quello in via di sviluppo (LDCs):

- un livello di CO₂ pro-capite superiore fino a 11 volte;
- un'intensità carbonica (CO₂/Energia) superiore fino al 56% circa;
- un'intensità energetica inferiore del 30% circa (rispetto all'Africa) oppure in linea (rispetto all'Asia e all'America Latina);
- un reddito pro-capite fino a 11 volte superiore.

Vediamo, insomma, che rispetto alle emissioni di CO₂, centrali in tutte le attività umane che coinvolgono il consumo di energia, la situazione sul pianeta è notevolmente differenziata. La differenza più marcata tra le aree concerne i livelli di reddito pro-capite, poi c'è la differenza rispetto alle emissioni di CO₂ pro-capite. D'altra parte, per quanto concerne l'intensità carbonica e l'intensità energetica, è possibile vedere come la distanza tra le aree sia tutt'altro che ampia. In altre parole, la causa prima della distanza tra le diverse aree risiede nella forte disparità economica. E' essa che, attraverso i consumi energetici, dà luogo a cospicue emissioni di anidride carbonica.

Fig. 1.5 - Variabili della Kaya identity nelle aree geografiche

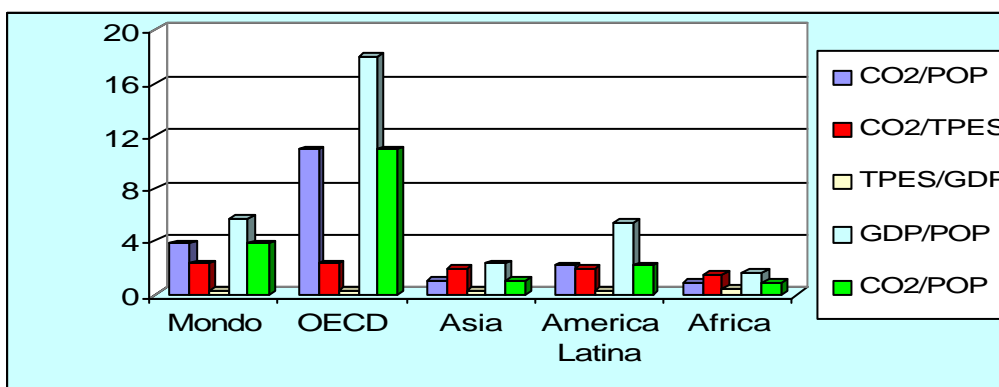
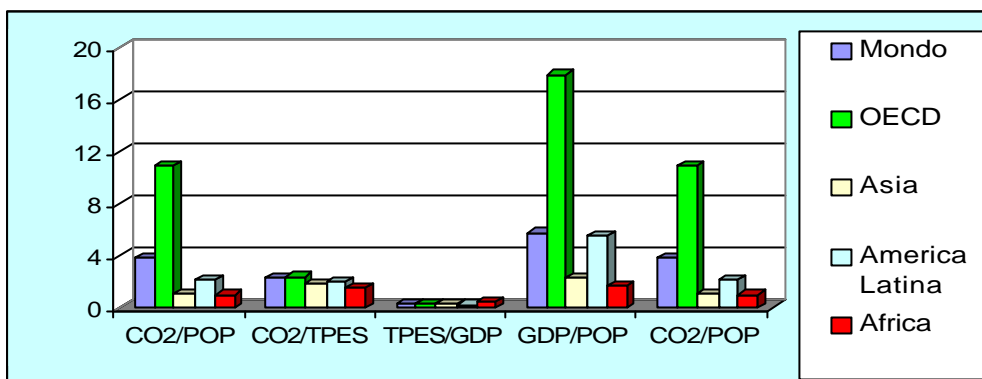


Fig. 1.6 - Aree geografiche rispetto alle variabili della Kaya identity



Sguardi sul futuro

A questo punto, è interessante fare qualche considerazione sul futuro. Dall'analisi fin qui fatta, abbiamo visto come il problema dell'inquinamento debba essere collocato nel contesto più ampio dell'economia e dell'energia. E' solo cogliendo la relazione con queste due sfere che è possibile fare delle ipotesi sul futuro. I dati fin qui visti ci lasciano intuire che se il reddito pro-capite salirà nei paesi in via di sviluppo, a parità di condizioni, l'impatto sull'atmosfera sarà drammatico. Per capire meglio cosa accadrà, abbiamo bisogno di una teoria sull'andamento delle principali variabili nel tempo. Nella ricerca di una sintesi, concentriamoci sulla seguente identità:

$$\text{Inquinamento} = \frac{\text{Inquinamento}}{\text{Popolazione}} * \text{Popolazione}$$

In sostanza, ci concentriamo sulla popolazione e sull'inquinamento pro-capite. Se riusciamo a spiegare come variano nel tempo queste due variabili, riusciamo ad avere un'idea più chiara di come potrà essere il futuro. Due teorie spiegano il loro andamento nel tempo:

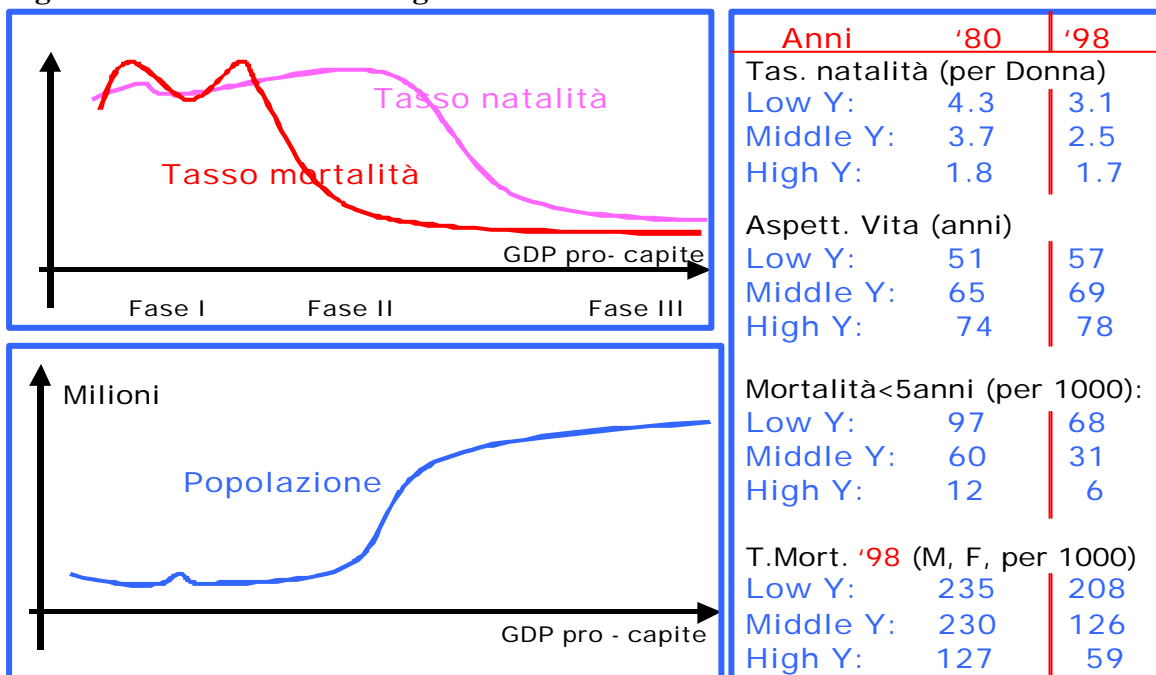
- la teoria della transizione demografica;
- la teoria della transizione ecologica

La transizione demografica

Secondo la teoria della transizione demografica, nell'andamento della popolazione vi sono tre fasi (vedi Fig. 1.7). Nella prima fase, quando il reddito pro-capite (Y) è basso e

l'economia è ancora in una fase preindustriale, spesso di sussistenza, sia il tasso di natalità che il tasso di mortalità sono alti, ovvero nascono e muoiono tante persone. La natalità è alta sia per ragioni culturali sia perché non vengono utilizzati metodi anticoncezionali. La mortalità, invece, è elevata perché le condizioni di vita sono precarie e perché la scienza medica non si è ancora evoluta. Inoltre, i due tassi subiscono oscillazioni a ragione delle carestie che periodicamente affliggono la società. Nella seconda fase della transizione, quando si entra nel periodo industriale, il tasso di mortalità diminuisce perché la scienza medica si evolve e la società diventa più ricca. Al contrario, il tasso di natalità continua, almeno all'inizio, a rimanere elevato. In altre parole, i costumi della società rispetto alla procreazione e al sesso non sono ancora mutati. E' tale discrepanza tra natalità e mortalità che dà luogo all'intensa crescita della popolazione. Infine, nella terza fase, quando la società diventa molto ricca, il tasso di natalità si abbassa notevolmente fino a raggiungere quello di mortalità e la crescita demografica si arresta. In alcuni casi, esso diventa addirittura inferiore e, quindi, la popolazione diminuisce. Passando dalla prima alla terza fase, la percentuale dei giovani di cui si compone la società diminuisce mentre aumenta quella degli anziani. Ora, le diverse realtà geografiche del pianeta sono classificabili, in relazione ai livelli di reddito pro-capite e ai tassi di natalità e di mortalità, come appartenenti a fasi diverse della transizione demografica (sul nesso popolazione-ambiente vedi: [Bartlett A.A. 1997](#), [Daly G.C and Erlich P.R 1992](#), [Daly G.C. et al. 1994](#), [Pimentel 1996](#))

Fig. 1.7 - La transizione demografica



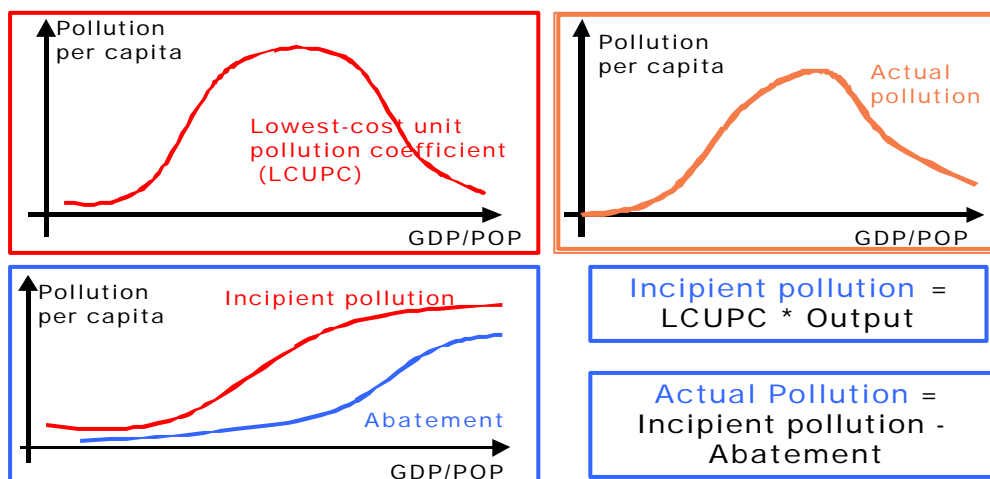
La transizione ecologica

Anche l'inquinamento pro-capite, in relazione al crescere del reddito pro-capite, attraversa diverse fasi. Per spiegare tale andamento introduciamo alcuni termini:

- Lowest-cost unit pollution coefficient (LCUPC): inquinamento pro-capite di un'unità di output quando il costo privato dell'inquinamento è zero, ovvero in assenza di abbattimento;
- Incipient pollution: $LCUPC * Output$, ovvero inquinamento pro-capite in assenza di abbattimento.
- Actual pollution, ovvero inquinamento reale pro-capite.

Ora, secondo la teoria della transizione ecologica (vedi Fig. 1.8), l'incipient pollution, che è un'entità astratta, parte da bassi valori quando il reddito pro-capite è basso e l'economia è ancora nella fase agricola, per poi crescere in quella industriale ed, infine, stabilizzarsi quando la società diventa molto ricca e l'economia si basa sui servizi. Inoltre, al crescere del reddito pro-capite l'abbattimento dell'inquinamento aumenta. Ciò accade perché l'importanza della politica ambientale aumenta e perché si diffondono nuove tecnologie anti-inquinamento. L'actual pollution, ovvero l'inquinamento pro-capite realmente osservato, non è altro che la differenza tra l'incipient pollution e l'abbattimento. Esso avrebbe, in termini stilizzati, e nel caso di alcuni inquinanti, un andamento parabolico. Ovvero sarebbe contenuto nella società agricola, elevato in quella industriale per diminuire nelle economie ricche, quando la struttura dell'economia si alleggerisce. Queste curve a forma di parabola vengono denominate "curve ambientali di Kuznets", dal nome del noto economista.

Fig. 1.8 - La transizione ecologica

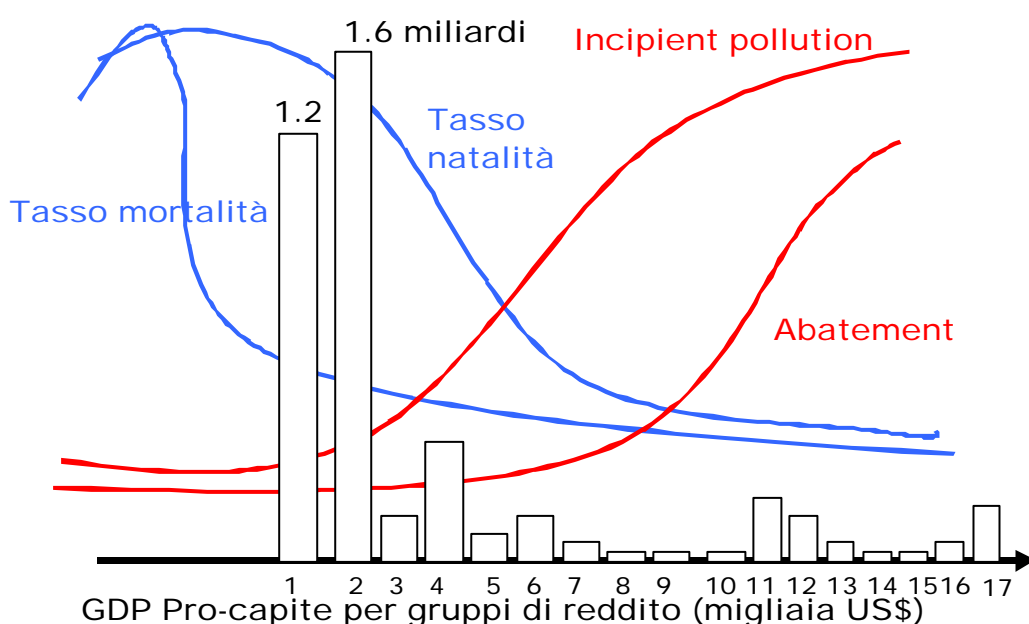


Le due transizioni congiuntamente

A questo punto possiamo esaminare congiuntamente le due transizioni, prendendo anche in considerazione, attraverso alcuni istogrammi, il posizionamento (vedi Fig. 1.9) della popolazione mondiale. Ciò che subito emerge è che solo piccole percentuali di essa si collocano nella zona ad elevato reddito pro-capite, quando sia la crescita della popolazione che l'inquinamento pro-capite sono bassi. Al contrario, gran parte della popolazione mondiale è posizionata in corrispondenza della seconda fase della transizione demografica, quando il divario tra tasso di natalità e tasso di mortalità è molto ampio.

Ora, se la sostenibilità deve implicare – come del resto è auspicabile – l'equità intragenerazionale, si pone il problema di come “traghetare” gran parte della popolazione mondiale verso livelli di reddito più alti senza che ciò implichi un'esplosione dell'inquinamento. Vediamo, infatti, che come ci si sposta verso livelli di reddito pro-capite più elevati, da una parte si riduce il gap tra tasso di natalità e tasso di mortalità, d'altra aumenta il divario tra incipient pollution e abbattimento, ovvero aumenta l'inquinamento. L'ideale sarebbe pervenire nell'ultimo tratto della transizione ecologica evitando la fase in cui l'inquinamento cresce intensamente.

Fig. 1.9 - Le due transizioni congiuntamente



Sintesi sulle due transizioni

Possiamo sintetizzare le principali conclusioni dell'analisi sulle due transizioni, con le seguenti parole:

- oltre il 50% della popolazione mondiale è nella seconda fase della transizione demografica, ed in una fase della transizione ecologica nella quale l'inquinamento pro-capite è ancora basso.
- Il passaggio dalla seconda alla terza fase della transizione demografica implica:
 - la diminuzione della crescita della popolazione e, conseguentemente, il contenimento della crescita dell'inquinamento causata dalla popolazione;
 - l'ingresso nella fase della transizione ecologica a forte impatto ambientale.

In altri termini, la povertà genera popolazione e la popolazione genera inquinamento. La ricchezza contiene la crescita della popolazione ma, eccetto a livelli molto elevati e per alcuni particolari inquinanti, accresce considerevolmente l'inquinamento pro-capite.

Ciò significa che il conseguimento dell'equità intra-generazionale avrebbe come effetto, qualora i paesi in via di sviluppo seguissero il modello di crescita economica di quelli industrializzati, un'esplosione dell'inquinamento, ovvero la negazione dell'equità inter-generazionale. Cosa fare?

Cosa accadrebbe se...

E' importante sottolineare che la difficoltà di far coesistere equità intra-generazionale ed equità inter-generazionale non è solo legata al problema di raggiungere l'ultima fase della transizione ecologica senza passare per la fase a forte impatto ambientale. Certamente, la politica ambientale dei paesi ad alto reddito contiene l'inquinamento ma occorre comunque ricordare che le curve di Kuznets ambientali sono ancora in fase di studio e che, per molti inquinanti, la curva a forma di parabola non esiste. Abbiamo visto, ad esempio, che il livello di CO₂ pro-capite dei paesi industrializzati è molto più elevato di quello dei paesi in via di sviluppo. Così, se si fa l'ipotesi che i paesi in via di sviluppo, oggi, diano luogo alle stesse emissioni pro-capite di CO₂ dei paesi industrializzati, si verificherebbe un'esplosione delle stesse che vanificherebbe qualsiasi lotta al cambiamento climatico. In altri termini, non solo vi è un problema di "traghetare" il mondo povero verso tenori di vita equiparabili con quelli del mondo

ricco, senza passare per la fase della transizione ecologica a forte impatto ambientale. E' anche necessario abbassare i livelli di inquinamento del mondo ricco, in particolare per quanto concerne le emissioni di gas serra.

Possibili politiche

Possibili linee d'azione che possono essere d'aiuto nell'avvicinare il pianeta alla sostenibilità dovrebbero, in ogni caso, agire sulle due transizioni. In particolare, occorrerebbe:

- spezzare la relazione basso reddito procapite-elevata popolazione. In tal modo si colpirebbe una delle cause dell'inquinamento: la pressione demografica. Ciò può essere fatto attraverso politiche demografiche e di pianificazione delle nascite. Alcuni paesi, es. Cina, sono già su questo sentiero.
- Modificare la relazione reddito procapite-inquinamento, attraverso:
 - la crescita dell'abbattimento realizzata con la politica ambientale e la tecnologia;
 - modifiche della struttura dell'economia orientate alla dematerializzazione e all'espansione dei settori leggeri a basso consumo energetico.

Più in generale, sarebbe di grande utilità favorire nei paesi in via di sviluppo sentieri di "crescita verde" che non imitino quelli dei paesi industrializzati. D'altra parte, negli stessi paesi industrializzati, sarebbe opportuno modificare gli stili di vita mitigando i consumi e riorientandoli verso una maggiore semplicità (sulle politiche vedi: Costanza R.).

Tendenze e principi

In generale, nel corso di questi ultimi anni sono emerse alcune tendenze e principi che hanno come obiettivo una migliore protezione dell'ambiente:

- PPP (Polluter Pays Principle), ovvero il principio dell'inquinatore pagatore che fa ricadere sull'inquinatore, attraverso alcuni strumenti di politica ambientale (es. tasse ambientali oppure multe), il danno causato.

- Principio precauzionale, secondo il quale in presenza di incertezza scientifica circa un fenomeno nocivo all'ambiente è bene adottare un approccio tendente all'intervento più che rimandare in attesa di informazioni certe, rischiando un danno irreversibile (vedi O'Riordan T. and Cameron J.).
- Prevenire: sempre più si comprende l'importanza di una politica ambientale orientata alla prevenzione del danno più che al ripristino dello stato ambientale originario attraverso interventi posteriori al danno. Diventa pertanto importante indurre negli agenti comportamenti "virtuosi" che limitino l'inquinamento evitabile e la possibilità di incidenti ambientali.
- Approccio partecipato, ovvero la partecipazione di tutti gli *stakeholders* alla soluzione di un problema ambientale. Laddove, in passato, la gestione dell'ambiente avveniva spesso attraverso la contrapposizione delle parti, oggi – sempre più, soprattutto nel caso della sostenibilità locale – si diffonde la cooperazione ed il dialogo. Tale approccio è anche l'esito di Agenda 21, uno dei prodotti della Conferenza di Rio, del 1992.

La Dichiarazione di Rio

E' interessante scorrere la Dichiarazione di Rio (vedi United Nations 1992) e vedere come essa incorpori nei suoi principi, sinteticamente, l'intero spettro di approcci e strumenti per la protezione dell'ambiente. In sintesi:

- Principio 1: approccio antropocentrico: gli esseri umani al centro dell'attenzione.
- Principi 3, 5 e 6: equità intra-generazionale ed inter-generazionale.
- Principio 7: gli stati hanno responsabilità comuni ma differenziate.
- Principio 8: revisione stili di vita e politiche demografiche.
- Principio 11: uso della legislazione ambientale e degli standard.
- Principio 13: responsabilità ambientale e compensazione delle vittime dei danni ambientali.
- Principio 15: approccio precauzionale.
- Principio 16: principio inquinatore pagatore.
- Principio 17: valutazione d'impatto ambientale.

Naturalmente, sul piano dell'implementazione, tali principi si sono tradotti in una serie di misure, azioni, interventi diversi da stato a stato. Esaminarli non rientra nelle finalità di questa lezione: uno dei suoi obiettivi, comunque, è quello di segnalare come il dibattito sulla sostenibilità abbia stimolato la politica ambientale. Dopo anni di scarsa considerazione del problema ambientale, gli stati hanno cominciato ad occuparsene in modo sistematico. E la Dichiarazione di Rio, pur con i limiti impliciti nel fatto che si tratta di una semplice dichiarazione, è un passo importante della marcia verso un ambiente più sano.

Glossario

Agenda 21: documento nel quale viene esposto il programma di attuazione della Dichiarazione di Rio (vedi UNCED). Esso affronta temi che vanno dalla demografia al commercio, dal trasferimento delle tecnologie alle istituzioni internazionali, dallo sviluppo rurale agli oceani, ecc., indicando per ciascuno linee d'azione che, sebbene non vincolanti sul piano legale, riflettono il consenso sostanziale dei partecipanti alla Conferenza di Rio.

Anidride carbonica: gas inerte, incolore, inodore, non tossico e non infiammabile, presente naturalmente nell'atmosfera. Viene originato anche dalla combustione dei combustibili fossili, della biomassa e dall'uso del territorio, a seguito del rilascio di carbonio (vedi). Rappresenta il principale gas serra (vedi) e costituisce circa l'81% delle emissioni di gas serra dei paesi soggetti ai vincoli del Protocollo di Kyoto (vedi). L'aumento della sua concentrazione nell'atmosfera è la causa principale del global warming (vedi). Il rapporto di massa tra carbonio ed anidride carbonica è pari a 12/44.

Buco dell'ozono: deterioramento dello strato d'ozono in prossimità delle calotte polari originato dall'immissione in atmosfera dei clorofluorocarburi (vedi), gas inerti usati nei circuiti di raffreddamento e nelle bombolette spray. Poiché l'ozono è l'unico gas presente nell'atmosfera capace di evitare che le radiazioni solari ultraviolette più dannose raggiungano la terra, l'impoverimento dell'ozono in entrambi gli emisferi causa malattie alla pelle (melanomi) e morte della fauna e della flora. Al fine di contenere tali effetti nocivi, i paesi hanno adottato il Protocollo di Montreal (vedi; vedi anche idrofluorocarburi).

Carbonio: Elemento chimico (C) diffuso in natura, costituente fondamentale di flora e fauna. Presente in atmosfera in forma di anidride carbonica (vedi).

Clorofluorocarburi: derivati del metano, dell'etano, o del propano. Si tratta di prodotti gassosi, inerti, impiegati per lungo tempo come propellenti di aerosol, spray, come fluidi nei circuiti frigoriferi, ecc. Sono composti biologicamente inerti, che vengono attaccati dall'ozono che si trova nelle fasce alte dell'atmosfera, contribuendo a ridurre lo spessore fino ad eliminarlo (vedi Buco dell'ozono e Protocollo di Montreal). Al posto

dei CFC sono stati proposti gli idroclorofluorocarburi (vedi) che sono più facilmente biodegradabili.

Curve di Kuznets ambientali: curve che descrivono l'andamento delle emissioni inquinanti (es. SO_2 , NO_x) in funzione del reddito pro-capite. In termini generali, tali curve hanno un andamento parabolico, ovvero l'inquinamento è basso quando la società è molto povera (es. economia basata sull'agricoltura) o molto ricca (economia basata sui servizi), mentre è elevato ai livelli intermedi di ricchezza, ovvero quando l'industria pesante è nella sua massima espansione. Tali curve descrivono la transizione ecologica.

Effetto serra: Aumento della temperatura terrestre originato dai gas serra (vedi), naturalmente presenti nell'atmosfera. Si tratta di un fenomeno naturale: la radiazione solare penetra nell'atmosfera e riscalda la superficie terrestre. La radiazione terrestre di ritorno è assorbita dai gas serra e ciò provoca l'aumento della temperatura atmosferica. Infine, parte dell'energia assorbita dai gas serra viene restituita alla superficie terrestre. L'effetto complessivo di questi flussi di energia è una temperatura del sistema terra-atmosfera più elevata di circa 30° rispetto a ciò che sarebbe senza effetto serra. L'aumento della concentrazione dei gas serra, a seguito della crescita delle attività industriali, di trasporto e di consumo di natura antropogenica – in particolare, di quelle che comportano il rilascio di carbonio (vedi) – accresce l'effetto serra naturale, causando il cosiddetto Global Warming (vedi).

Gas serra: gas che concorrono all'effetto serra naturale, accrescendone l'intensità. Il Protocollo di Kyoto (vedi) ne prende in considerazione sei: anidride carbonica (CO_2) (vedi), metano (CH_4), ossido di azoto (N_2O) (vedi), idrofluorocarburi (HFCs), perfluorocarburi (PFCs), esafluoruro di zolfo (SF_6).

Global warming: aumento della temperatura terrestre originato dalla crescita della concentrazione dei gas serra (vedi) nell'atmosfera. Causa di tale crescita sono le attività industriali, di trasporto e di consumo dell'uomo legate, principalmente, alla combustione dei combustibili fossili. Secondo l'IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), "the balance of evidence suggests a discernible human influence on the climate system" ed entro l'anno 2100 la temperatura terrestre potrebbe aumentare tra 1°C . e 6°C .

Idrofluorocarburi: gas industriali compresi nel basket oggetto del Protocollo di Kyoto (vedi). Costituiti da idrogeno, fluoro, cloro e carbonio, sono utilizzati come sostituti dei clorofluorocarburi (vedi) ed hanno, rispetto ad essi, un impatto distruttivo dell'ozono inferiore del 95% (vedi anche Buco dell'ozono e Protocollo di Montreal)

Inquinamento: danno al quale è sottoposto l'ambiente naturale a causa dell'immissione di sostanze organiche e inorganiche o per effetti fisici (calore, rumore, vibrazioni, ecc.) che provocano alterazioni delle sue caratteristiche fisico-chimiche o biologiche. L'impatto di tali immissioni si manifesta sull'atmosfera, nelle acque superficiali e profonde, sul suolo, sugli ecosistemi in genere.

Kaya identity: identità che lega le emissioni inquinanti a quattro forze fondamentali: le emissioni prodotte per unità di energia utilizzata, l'energia utilizzata per unità di reddito prodotto (intensità energetica), il reddito procapite, la popolazione. Pur essendo una semplice identità, questa formula costituisce un utile strumento per lo studio del nesso inquinamento-energia-reddito-popolazione.

Piogge acide: diminuzione del Ph della pioggia originato dall'aumento nell'atmosfera di componenti gassosi - quali l'anidride solforosa (SO₂) e solforica (SO₃), il monossido e il biossido di azoto (NO, NO₂), l'anidride carbonica (CO₂) - provenienti dalle attività industriali e dalle combustioni.

Principio dell'inquinatore pagatore: Principio fondamentale della politica ambientale, confluito nel principio 16 della Dichiarazione di Rio sullo Sviluppo e l'Ambiente (1992). Secondo il principio dell'inquinatore pagatore, l'inquinatore dovrebbe pagare l'intero costo dei danni ambientali causati dalla sua attività: ciò creerebbe un incentivo alla riduzione del danno ambientale. L'obiettivo del principio, quindi, è quello di contenere i danni ambientali facendo ricadere i loro costi su chi li ha causati. Concretamente, il principio dell'inquinatore pagatore si estrinseca nell'uso di strumenti di politica ambientale quali le tasse ambientali, i permessi di inquinamento negoziabili, la responsabilità civile, ecc.

Principio precauzionale: incorporato nel principio 15 della Dichiarazione di Rio sullo Sviluppo e l'Ambiente (1992), in base al quale, qualora vi siano minacce di danni seri e irreversibili all'ambiente, l'assenza di certezza scientifica circa un fenomeno (ad es.

effetto serra) non deve essere utilizzata come giustificazione per posporre misure di prevenzione del danno ambientale qualora vi siano minacce di danni gravi e irreversibili. Pertanto, il principio precauzionale afferma che, in caso di incompleta conoscenza scientifica e di possibilità di danni non rimediabili, è bene evitare il rischio con un'azione preventiva basata su un'informazione imperfetta piuttosto che rimandare l'azione per acquisire informazioni certe.

Protocollo di Kyoto: accordo internazionale per la riduzione delle emissioni di gas serra. Siglato a Kyoto nel dicembre 1997, il Protocollo entrerà in vigore 90 giorni dopo la ratifica del Protocollo effettuata da almeno 55 Parti aderenti alla UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change, vedi), le cui emissioni rappresentino almeno il 55% del totale delle emissioni di anidride carbonica, al 1990, dei paesi OCSE e delle Economie in Transizione (paesi dell'Europa Centrale e dell'Est). I gas oggetto dell'accordo sono sei: anidride carbonica (CO₂), metano (CH₄), ossido di azoto (N₂O), esafluoruro di zolfo (SF₆), idrofluorocarburi (HFCs) e perfluorocarburi (PFCs). Le Parti soggette a vincolo di emissione sono 39. Il valore medio di riduzione delle emissioni (misurate in CO₂ equivalenti) è pari al 5,2%. Alcuni significativi tassi di riduzione sono: Europa, -8%; USA, -7%; Canada, Ungheria, Polonia e Giappone, -6%; Russia, Ucraina e Nuova Zelanda, 0%; Norvegia, +1%; Australia, +8%; Islanda, +10%. L'obiettivo di riduzione è da realizzare nell'intervallo 2008-2012, utilizzando come anno base il 1990 per i primi tre gas o, per i restanti tre e a discrezione delle Parti, il 1995.

Protocollo di Montreal: adottato nel 1987 da un gruppo di venticinque Paesi e divenuto effettivo l'1/1/89, il Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer ha come obiettivo, per i Paesi sviluppati, la riduzione dell'uso dei clorofluorocarburi (vedi) del 50% entro il 1992, rispetto ai livelli del 1986, al fine di limitare il danno che possono arrecare allo scudo d'ozono (vedi Buco dell'ozono). Ai Paesi in via di sviluppo, invece, il protocollo di Montreal concede un periodo di adattamento di dieci anni. I vincoli stabiliti dal Protocollo sono stati in seguito irrigiditi dagli accordi di Helsinki (1989), Londra (1990) e Copenaghen (1992), ai quali hanno aderito oltre 100 paesi, che prevedono l'eliminazione dei clorofluorocarburi entro il 2000. Gli idrofluorocarburi (vedi), generalmente usati come sostituti dei clorofluorocarburi, vengono proibiti con gradualità in un periodo di 35 anni che ha termine nel 2030.

Sviluppo sostenibile: “Sviluppo che soddisfa le esigenze del presente senza compromettere la possibilità per le future generazioni di soddisfare le loro esigenze” (definizione della WCED, nel rapporto “Our Common Future”, 1987). Sostenibilità, pertanto, implica equità intergenerazionale, ovvero il non trasferimento dei costi ambientali della crescita (alti livelli di inquinamento, depauperamento delle risorse, degradamento dell’ambiente, danni irreparabili all’ecosistema, ecc.) dalle generazioni correnti a quelle future. D’altra parte, l’equità intragenerazionale, ovvero tra paesi ricchi e paesi poveri, rappresenta il secondo cardine dello sviluppo sostenibile. Numerose altre definizioni, non sempre coerenti tra di loro, sono state proposte. Pertanto, molto dibattuto sia sul piano scientifico che su quello politico, lo sviluppo sostenibile costituisce oggi un concetto dai contorni non rigidamente definiti e soggetto ad influenze ideologiche. Le diverse gradazioni in cui si esso sovente si stempera (very weak, weak, strong, very strong sustainability) documentano l’esistenza di gradi di libertà nella sua interpretazione.

Transizione ecologica: vedi *Curve di Kuznets ambientali*.

Transizione demografica: teoria che spiega l’andamento della popolazione in funzione del reddito pro-capite: il tasso di crescita della popolazione è basso a livelli di ricchezza molto bassi, cresce a livelli di ricchezza intermedi per poi diminuire di nuovo a livelli di ricchezza molto alti.

UNCED (United Nations Conference on Environment and Development): Conferenza tenuta a Rio De Janeiro nel giugno 1992. Essa ha originato cinque documenti formali: cambiamenti climatici, biodiversità, foreste, “Rio Declaration on Environment and Development” e “Agenda 21”. Nella Dichiarazione, che consiste di un preambolo e di 27 principi, vengono date indicazioni volte a promuovere un più sano ed efficiente rapporto tra uomo e ambiente. In particolare, si richiama l’attenzione su un numero di argomenti rilevanti per l’ambiente, tra i quali l’equità intergenerazionale, i bisogni del mondo povero, la cooperazione tra stati, la responsabilità civile e la compensazione dei danni ambientali, il principio inquinatore-pagatore, la valutazione d’impatto ambientale.

United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC): convenzione delle Nazioni Unite che ha come obiettivo ultimo la stabilizzazione della concentrazione dei gas serra nell'atmosfera a livelli non pericolosi ed in tempi utili. Siglata alla Conferenza di Rio de Janeiro del 1992, la UNFCCC prevedeva per i paesi industrializzati, come primo obiettivo senza valore legale, la stabilizzazione delle emissioni di gas serra (vedi) ai livelli del 1990 entro l'anno 2000. Firmata e ratificata da più di 150 paesi, la UNFCCC costituisce la base del Protocollo di Kyoto (vedi). I principi guida ai quali essa si ispira sono quelli delle "responsabilità comuni ma differenziate" ("the Parties should protect the climate system for the benefit of present and future generations of humankind, on the basis of equity and in accordance with their common but differentiated responsibilities and respective capabilities") e della "precauzionalità" (vedi Principio precauzionale).

WCED (World Commission on Environment and Development): Organismo internazionale comunemente denominato "Commissione Brundtland" dal nome del primo ministro norvegese, Gro Harlem Brundtland, che lo ha presieduto. Istituito dalle Nazioni Unite nel 1983, questa commissione ha dato origine al rapporto "Our Common Future" (1987) in cui viene elaborato e definito il concetto di sviluppo sostenibile.

Bibliografia

□ ***Effetto Serra***

US EPA 2000, “Global warming and our changing climate. Answers to frequently asked questions”, US EPA.

US EPA, “Global Warming – Uncertainties”, in
<http://www.epa.gov/globalwarming/uncertainties.html#likely>

□ ***Buco Ozono***

UN EPA, “Questions and answers on ozone depletion”, in http://www.epa.gov/ozone/science/q_a.html

World Meteorological Organizations 1998, “Scientific assessment of ozone depletion: 1998 executive summary”, World Meteorological Organization Global Ozone Research and Monitoring Project - Report No. 44

□ ***Piogge Acide***

US EPA, “Acid rain”, in <http://www.epa.gov/airmarkets/acidrain/index.html>

Environment Canada, “Acid Rain”, in <http://www.ns.ec.gc.ca/aeb/ssd/acid/acidfaq.html>

□ ***Sostenibilità***

Adams W.M. 1990, “Green development. Environment and sustainability in the Third World”, Routledge.

Angelsen A. 1997, “The poverty-environment thesis: was the Bruntland Report wrong?”, Forum for Development Studies, no. 1, 1997, pp. 135-154.

Archibugi F. and Nijkamp P. 1990, “Economy and ecology: towards sustainable development”, Kluwer Academic Publishers.

Baldwin R. 1995, “Does sustainability require growth?”, in Goldin I., Winter L. Alan 1995, “The economics of sustainable development”, Cambridge University Press.

Barbier E. B. 1989, “Economics, natural-resource scarcity and development. Conventional and alternative views”, Earthscan Publications.

Bartlett A. A. 1997, “Reflection on sustainability, population growth, and the environment – revisited”, Renewable Resources Journal, vol. 15, N°. 4.

Brown L. R. et al. 1999, “State of the world ‘99. Stato del pianeta e sostenibilità. Rapporto annuale”, Edizioni Ambiente.

Brown L. R. et al. 2000, “State of the world ‘00. Stato del pianeta e sostenibilità. Rapporto annuale”, Edizioni Ambiente.

Brown R. L., Renner M. Halweil B. 1999, "Vital signs 99. I trend ambientali e sociali che disegnano il nostro futuro", Edizioni Ambiente.

Brown R. L., Renner M. Halweil B. 2000, "Vital signs 2000. I trend ambientali e sociali che disegnano il nostro futuro", Edizioni Ambiente.

Carley M. e Spapens P. 1999, "Condividere il mondo. Equità e sviluppo sostenibile nel ventunesimo secolo", Edizioni Ambiente.

Collard D., Pearce D. Ulph D. 1988, "Economics, growth and sustainable environments", MacMillan Press.

Costanza R., "Three general policies to achieve sustainability", (fonte: <http://dieoff.org/>)

Daily G.C. and Ehrlich P.R. 1992. "Population, sustainability, and Earth's carrying capacity: a framework for estimating population sizes and lifestyles that could be sustained without undermining future generations", BioScience, November.

Daily G.C. and Ehrlich P.R. 1995. "Socioeconomic equity: a critical element in sustainability", (fonte: <http://dieoff.org/>).

Daily G.C. et al. 1994. "Optimum human population size", (fonte: <http://dieoff.org/>).

Daly H. E. 1986, "Thermodynamic and economic concept as related to resource-use policies: comment", Land Econ. 62.

Daly H. E. 1999, "Ecological Economics and the Ecology of Economics. Essays in criticism", Edward Elgar, Cheltenham, U.K.

Daly H. E. and Cobb J.B. 1989, "For the common good", Beacon Press, Boston.

Daly H. E., "Steady-state economics. A catechism of growth fallacies", (fonte: <http://dieoff.org/>).

Daly H., Cobb J. Jr. 1989, "For the common good: redirecting the economy toward community, the environment, and a sustainable future", Boston, Beacon Press.

De Michelis D. et al. (a cura di), "Quel che resta del mondo. 25 anni di testimonianze sugli inganni dell'ambientalismo", Baldini&Castoldi.

Di Giulio E. 1991. "Nota sullo sviluppo sostenibile", mimeo.

Di Giulio E., Pizzoli P. 1995. "Some reflections on the concept of sustainability and its relationships with population", Economia delle Fonti di Energia e dell'Ambiente", N. 2, 1995.

Ekins P. 2000, "Economic growth and environmental sustainability. The prospects for green growth", Routledge.

Ehrlich P.R. 1998. "Recent developments in environmental sciences", speech for H.O. Heineken Prize for Sciences by the Royal Netherlands Academy of Arts and Sciences.

French H. 2000, "Ambiente e globalizzazione. Le contraddizioni tra neoliberalismo e sostenibilità", Edizioni Ambiente.

Goldemberg J. 1996, "Energy, environment and development", Earthscan.

Golini A. 1999, "La popolazione del pianeta", Il Mulino.

Hardi P., Zdan T., "Assessing sustainable development. Principles in practice", IISD, in <http://iisd1.iisd.ca/pdf/bellagio.pdf>.

Hardin G. 1968. "The tragedy of commons", Science.

Hintenberg F., Luks F., Stewen M. 1999, "Economia politica ecologica". Rendere sostenibile il mercato attraverso la diminuzione delle materie prime", Edizioni Ambiente.

Holdren J.P., Daly G.C., and Erlich P.R. 1995, “The meaning of sustainability: biogeophysical aspects”, United Nations University/The World Bank.

IEA 1999, “Energy. The next fifty years”, IEA/OECD.

IEA 2000, “Key world energy statistics from the IEA”, IEA.

IUCN, UNEP, WWF 1991, “Caring for the earth. A strategy for sustainable living”, IUCN/UNEP/WWF.

Kapp W.K. 1991, “Economia e ambiente. Saggi scelti”, Otium.

Kaya Y. 1990, “Impact of carbon dioxide emission control on GNP growth: interpretation of proposed scenarios”, presentato all’IPCC (Paris, France).

Korten D., “Sustainable development. Conventional versus emergent alternative wisdom” (fonte: <http://dieoff.org/>).

Meadows D. H., Meadows D. L., Randers J. 1992, “Oltre i limiti dello sviluppo”, Il Saggiatore.

Meadows D.H et al. 1972, “I limiti dello sviluppo”, Mondadori.

Meadows D.H., Meadows D. L., Randers J. 1992, “Oltre i limiti dello sviluppo”, Il Saggiatore.

O’Riordan T. and Cameron J., “Interpreting the precautionary principle”, Earthscan Publications, (fonte: <http://dieoff.org/>).

O’Riordan T. and Voisey H. 1998 (edited by), “The transition to sustainability. The politics of agenda 21 in Europe”, Earthscan.

Pearce D. 1991 (edited by), “Blueprint 2. Greening the world”, Earthscan Publications.

Pearce D. 1993, “Blueprint 3. Measuring sustainable development”, Earthscan Publications.

Pearce D. W. 1988, “The sustainable use of natural resources in developing countries”, in Turner R. K. (ed.) 1988.

Pearce D., Barbier E. and Markandya A. 1990, “Sustainable development. Economics and environment in the Third World”, Earthscan Publications.

Pearce D., Markandya A., Barbier E. 1989, “Blueprint for a green economy”, Earthscan Publications.

Pimentel D. et al. 1996, “Impact of population growth on food supplies and environment”, presented at the AAAS Annual Meeting, Baltimore, MD.

Pimentel D. et al. 1999, “Will limits of the earth resources control human numbers”, Cornell University.

Pugh C. 1996 (edited by), “Sustainable, the environment and urbanization”, Earthscan.

Repetto R. 1985, “The global possible – Resources, development and the new century”, Yale University Press, New Haven.

Roodman D. M.1998, “La ricchezza naturale delle nazioni. Come orientare il mercato e favorire l’ambiente”, Edizioni Ambiente.

Sagoff M. 1988, “The economy of the earth. Philosophy, law and the environment”, Cambridge University Press.

The World Bank 2000, “World development indicators”, The World Bank.

Trzyna T.C. 1995 (edited by), “A sustainable world. Defining and measuring sustainable development”, IUCN-The World Conservation Union.

Turner R.K. 1993 (edited by), “Sustainable environmental economics and management. Principles and practice”, John Wiley and Sons.

UNEP 1999, "Global Environmental Outlook 2000", UNEP/Earthscan.

United Nations 1987, "Environmental Perspective to the Year 2000 and Beyond", A/RES/42/186 ("Our Common Future", abstract 1).

United Nations 1987, "Report of the World Commission on Environment and Development", A/RES/42/187 ("Our Common Future", abstract 2).

United Nations 1992, "Rio Declaration on Environment and Development", United Nations.

United Nations 1996, "Indicators of sustainable development. Framework and methodologies", United Nations.

WCED 1987, "Our common future", Oxford University Press, ("The Bruntland Report").

Wuppertal Institut (a cura di Sachs W.-Loske R.-Linz M.) 1999, "Futuro sostenibile", Editrice Missionaria Italiana.

Wuppertal Institut 1997, "Futuro sostenibile", Emi.

Ziegler J. 1999, "La fame nel mondo spiegata a mio figlio", Pratiche Editrice.

Siti Internet

(indirizzi aggiornati al novembre 2000)

□ ***Effetto Serra***

<http://www.epa.gov/globalwarming/faq/index.html>

<http://www.epa.gov/globalwarming/index.html>

http://www.fe.doe.gov/issues/climatechange/globalclimate_what.html

<http://www.iisd.ca/climate/>

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

□ ***Buco Ozono***

<http://www.epa.gov/ozone/>

□ ***Piogge Acide***

<http://www.epa.gov/acidrain/student/student2.html>

□ ***Sostenibilità***

<http://csf.colorado.edu/>

<http://dieoff.org/>

<http://iisd.ca/about/sdoverview.htm>

<http://ncdsnet.anu.edu.au/>

<http://www.clubofrome.org/>

<http://www.context.org/>

<http://www.enviroyellowpages.com/sustainability.html>

<http://www.epa.gov/ecocommunity/>

<http://www.feem.it/>

<http://www.foei.org/>
<http://www.future.org/>
<http://www.iisd.org/>
<http://www.iucn.org/>
<http://www.nri.org/>
<http://www.piad.ab.ca/>
http://www.rff.org/intersections/sust_dev.htm
<http://www.rmi.org/>
<http://www.sdri.ubc.ca/>
<http://www.seen.org/>
<http://www.sustainableusa.org/>
<http://www.teriin.org/>
<http://www.un.org/esa/sustdev/>
<http://www.undp.org/popin/>
<http://www.unfccc.de/>
<http://www.wbcsd.org/>
<http://www.worldwatch.org/>

Lezione 2

Indicatori di Sostenibilità Ambientale

Obiettivi Didattici

Questo modulo è dedicato agli indicatori di sostenibilità ambientale. Il suo obiettivo principale è quello di introdurre il lettore ad alcuni approcci quantitativi che si sono sviluppati negli ultimi anni, con la finalità di incorporare nelle misurazioni aspetti ambientali generalmente trascurati dagli indicatori tradizionali.

Il modulo consente al lettore di:

- acquisire familiarità con la problematica della misurazione di fenomeni ambientali – o più in generale, extra-economici – che incidono sul benessere di una collettività;
- apprendere come si costruiscono alcuni indicatori fondamentali.
- acquisire informazioni quantitative su alcuni fenomeni ambientali di particolare rilevanza.

Pur non avendo obiettivi di completezza, il modulo offre, in forma sintetica, una panoramica sufficientemente ampia sugli indicatori. Esso è fruibile sia da esperti di questioni energetiche ed ambientali sia da non esperti.

Temi della lezione

Il modulo sugli indicatori di sostenibilità ambientale si sofferma sul problema della misurazione di aspetti ambientali, e non solo, che a lungo non sono stati considerati nelle statistiche ufficiali. Tradizionalmente, queste tendono a misurare il benessere di una collettività attraverso il Prodotto Interno Lordo (PIL), trascurando elementi quali la degradazione dell'ambiente, il livello d'istruzione ed il conflitto sociale. Pertanto il PIL, pur essendo un indicatore di grande rilevanza, deve essere integrato con informazioni aggiuntive.

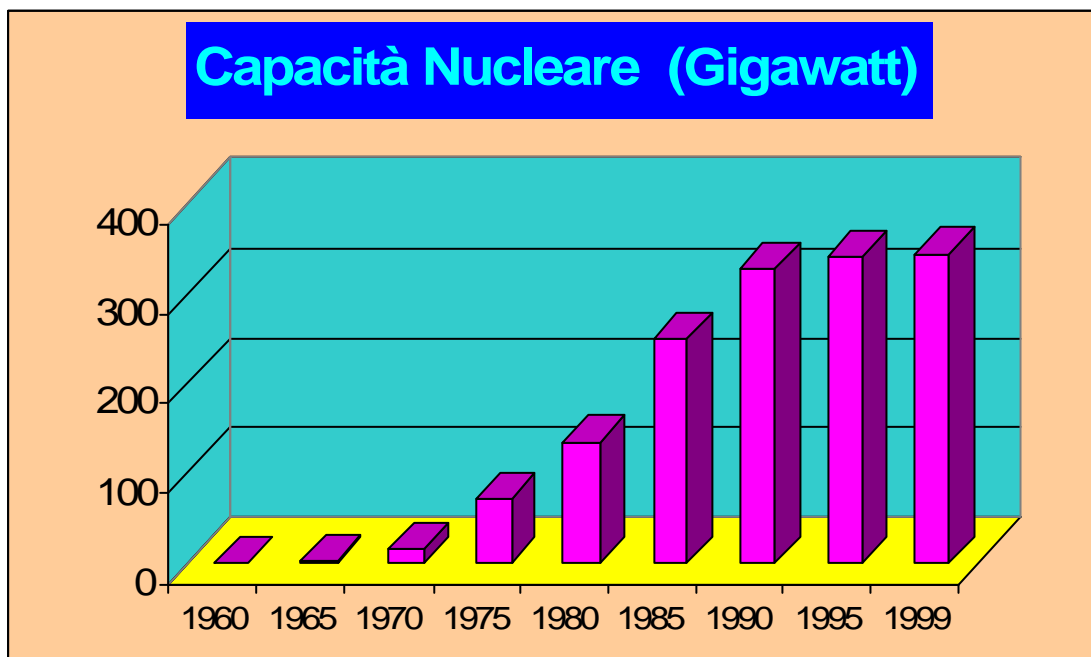
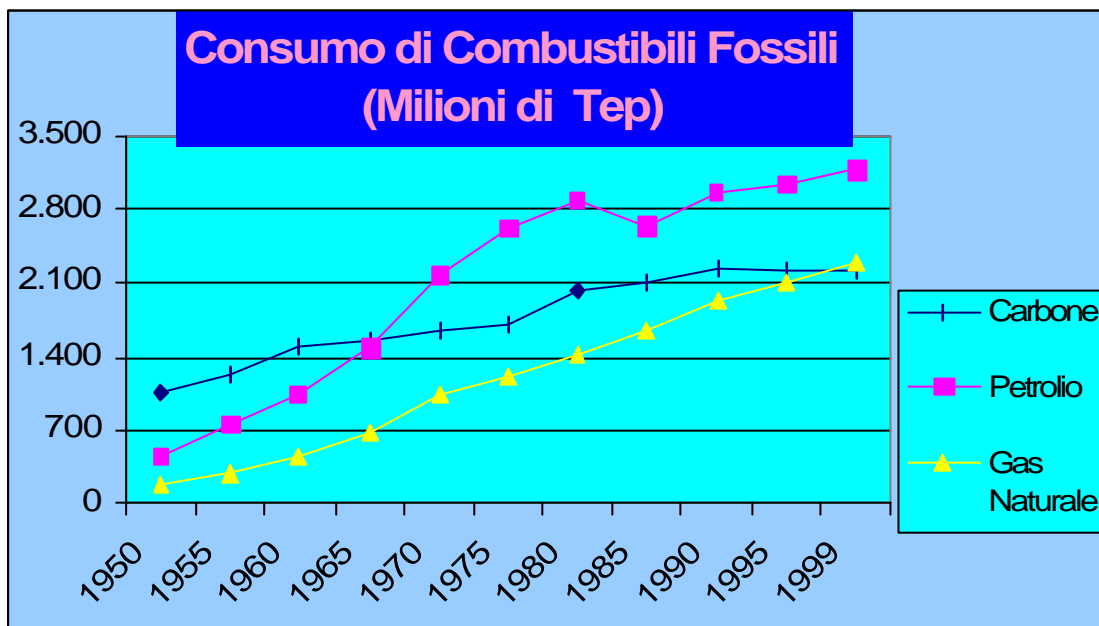
In questo modulo sarà proposta una panoramica su alcuni indicatori che si sono sviluppati negli ultimi anni e che offrono informazioni che non sono contenute nel PIL. In particolare, dopo aver esaminato alcuni trend di rilievo per l'ambiente, vedremo

quattro indicatori che negli ultimi anni hanno acquisito una certa importanza: l'indicatore di progresso genuino, l'indice di sviluppo umano, il barometro della sostenibilità e l'impronta ecologica. Mentre gli ultimi due possono essere considerati dei veri e propri indicatori ambientali, i primi due si basano anche (o esclusivamente, come nel caso dell'indice di sviluppo umano) su dati extra-ambientali.

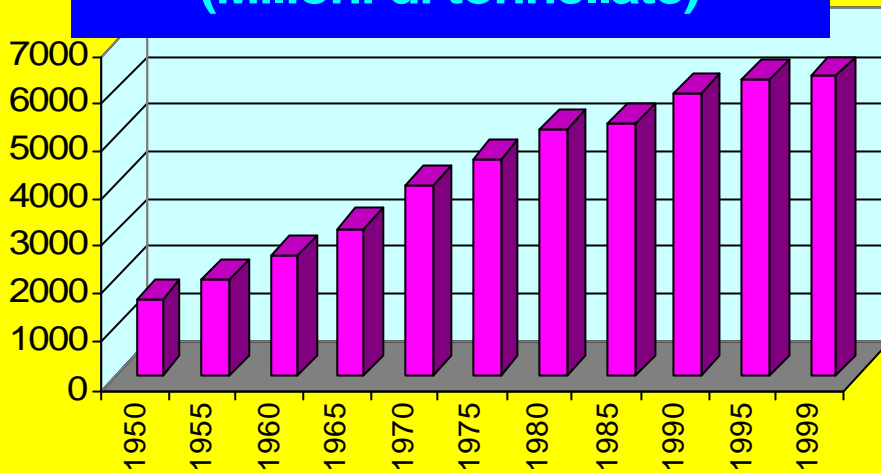
Questo modulo propone, oltreché la spiegazione degli indicatori, una serie di dati sui paesi e sul mondo che arricchiscono il set di informazioni quantitative ambientali del lettore.

Trend
di Particolare Rilievo

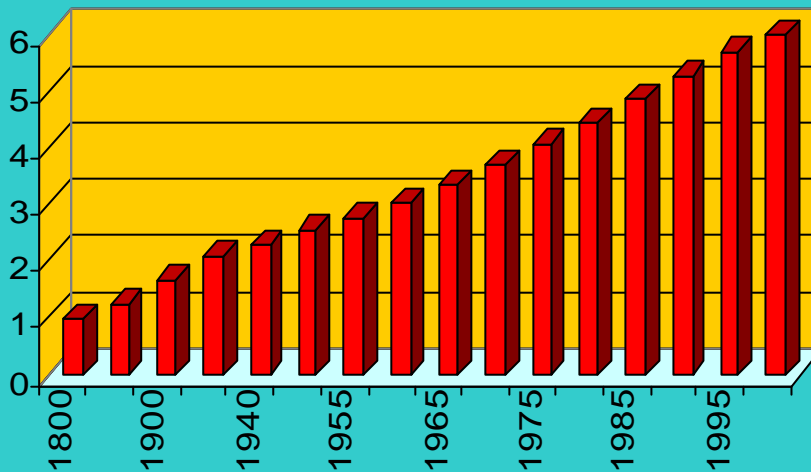
Prima di approfondire il tema degli indicatori di sostenibilità ambientale, presenteremo i trend, a livello mondiale, di alcune variabili particolarmente significative per l'ambiente: dalla popolazione al consumo dei combustibili fossili, dalla produzione di automobili a quella della carta, e così via. Questi dati, che saranno proposti senza alcun commento, hanno una duplice finalità: mostrare quanto il 20° secolo rappresenti per l'ambiente, in termini risorse assorbite e di pressione sull'ecosistema, un punto di rottura rispetto al passato; offrire al lettore una sorta di database (i dati provengono tutti da Brown R. L., Renner M. Halweil B. 1998 e 1999).



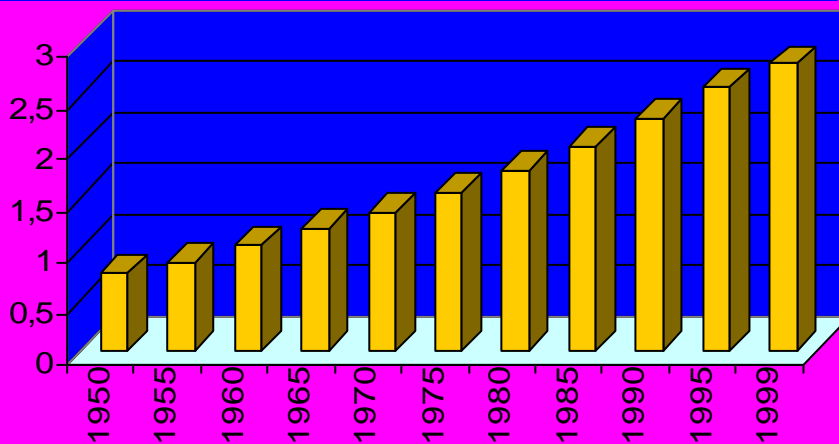
Emissioni Mondiali di Carbonio (Milioni di tonnellate)

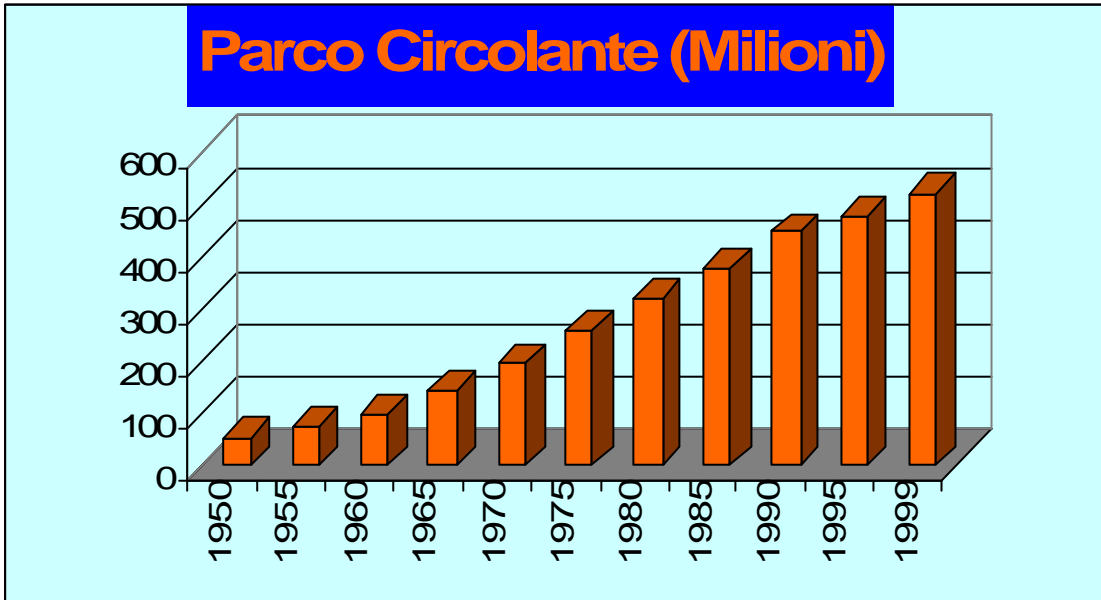
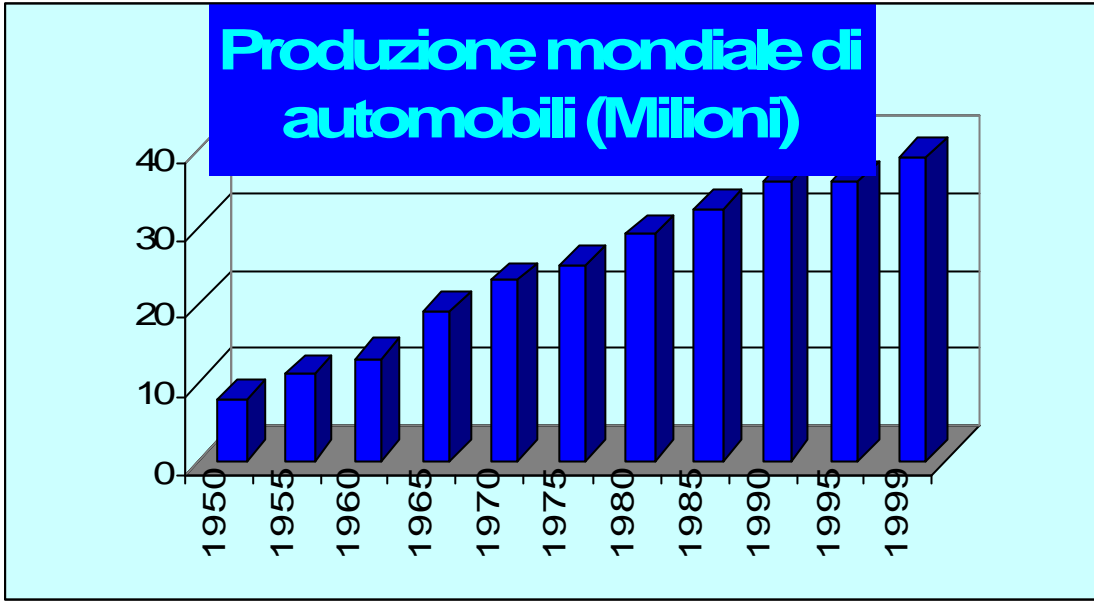


Popolazione Mondiale (Miliardi)

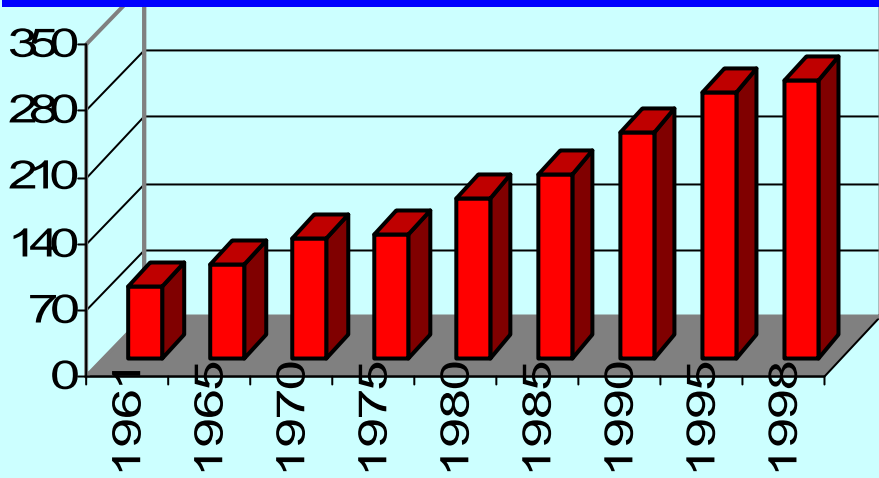


Pop. Mondiale Urbana (Miliardi)

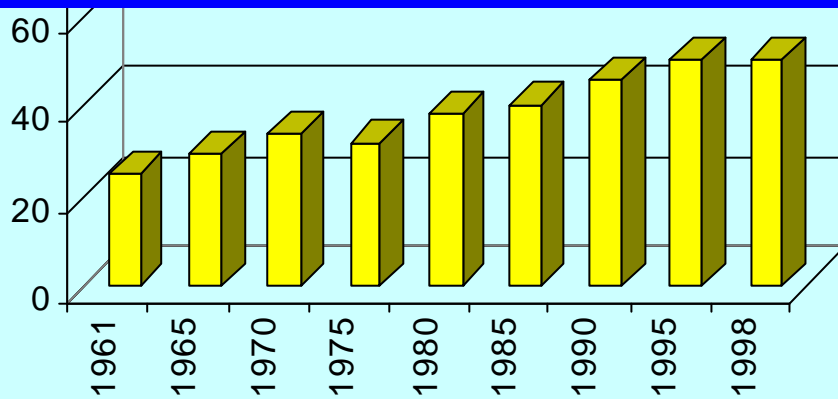




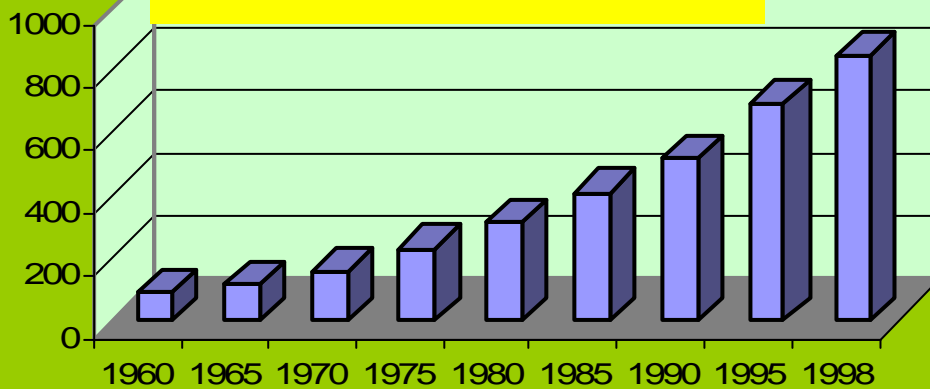
Produzione Mondiale Carta (Mil. Ton.)



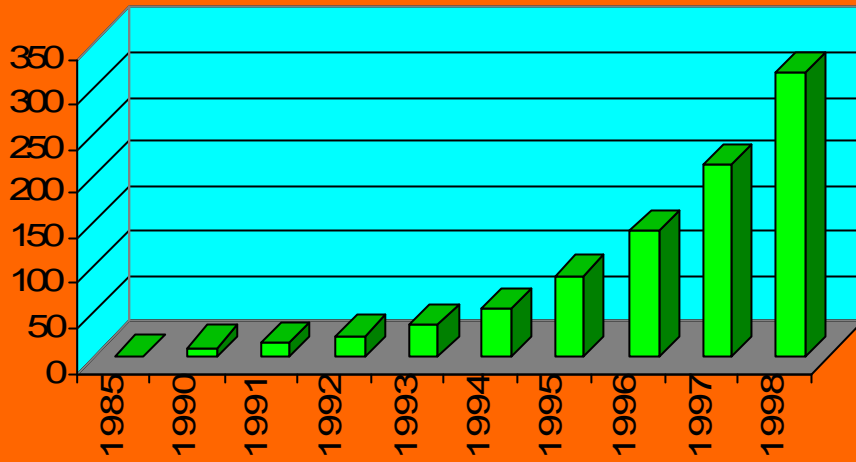
Produzione Mondiale Carta Procapite (Kg.)



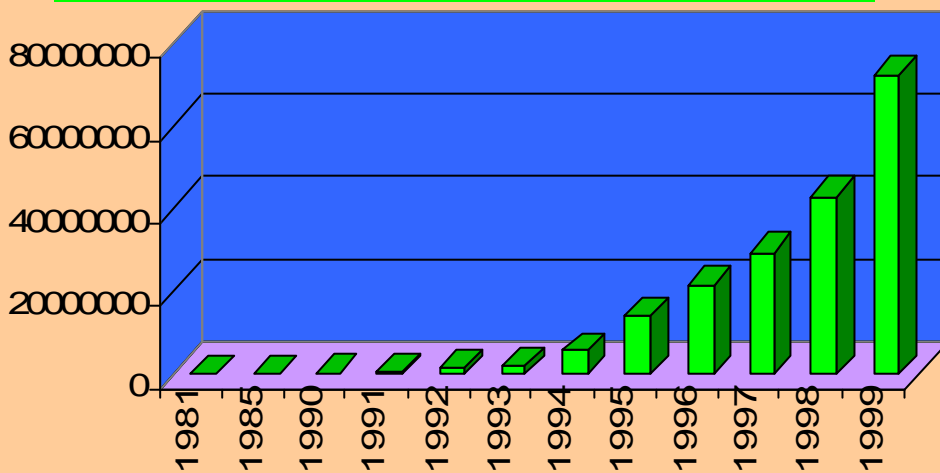
Allacciamenti a Linee Telefoniche (Milioni)



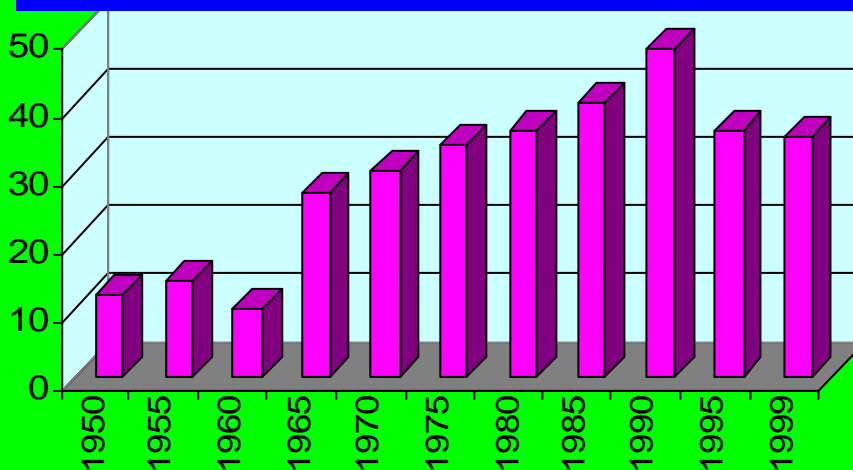
Abbonati a Cellulari (Milioni)



Computer collegati ad Internet



Conflitti Armati nel Mondo (Numero)



Indicatore di Progresso Genuino
(Genuine Progress Indicator)

Limiti del PIL quale indicatore di benessere

Nel 1994, Redefining Progress, un'istituzione statunitense non-profit il cui obiettivo è stimolare il dibattito sulle reali aspirazioni delle persone e sui mezzi per raggiungerle, ha sottolineato l'inadeguatezza del Prodotto Interno Lordo (PIL) quale strumento di misurazione del benessere di una nazione. In alternativa, ha proposto il GPI (Genuine Progress Indicator). Secondo Redefining Progress, il PIL sarebbe stato concepito - nella visione dei suoi ideatori, John Maynard Keynes e Simon Kuznets - come strumento di misurazione della capacità produttiva del periodo bellico e non del benessere di una nazione in generale. Tuttavia, contraddicendo nel tempo la propria origine, il PIL è stato sempre più diffusamente utilizzato quale pietra di paragone dei progressi di benessere di una nazione. Redefining Progress sottolinea come lo stesso Kuznets, nel 1962, avesse messo in guardia circa un uso improprio del PIL: "the welfare of a nation can scarcely be inferred from a measurement of national income as defined by GDP... goals for more growth should specify of what and for what". Il principale errore insito nell'uso del PIL quale indicatore di benessere sarebbe quello di assumere che il benessere cresca ogni qualvolta nell'economia si verifica una transazione. Mark Anielski, uno degli studiosi che ha sviluppato il concetto di GPI - in origine ideato da Cobb, Halstead e Rowe - afferma: "The GDP is simply a gross tally of the monetary transactions in the nation. The more people spend, the more the GDP goes up. If the result is greater than the year before than we say the economy has 'grown' and that we are better off. The word 'growth', which pervades economic reportage and debate, means simply this: Americans and Canadians spent more money than they did the year before".

Dal PIL al GPI

In parole semplici, il PIL fallisce perché non distingue tra transazioni monetarie che effettivamente fanno crescere il benessere sociale ed altre che, al contrario, lo diminuiscono. Ad esempio, le spese sostenute per fenomeni che certamente non costituiscono un aumento di benessere (es. disastri ecologici, criminalità, divorzi) fanno crescere il PIL. Partendo da questa constatazione, il GPI utilizza gli stessi dati del PIL apportando alcune correzioni. In particolare, le spese familiari e personali, che per gli USA rappresentano circa il 65% del PIL, vengono corrette sottraendo:

- a) i costi sociali derivanti da criminalità e divisioni familiari (es. danni alla proprietà, spese legali, spese mediche);
- b) i costi sociali derivanti dall'inquinamento dell'aria e dell'acqua, misurati in termini di danno alla salute umana e all'ambiente;
- c) i danni ambientali di lungo termine (cambiamento climatico, deterioramento dello scudo d'ozono e gestione delle scorie radioattive);
- d) le spese difensive sostenute dalle famiglie per proteggere la qualità della loro vita (es. spese mediche, spese di riparazione per incidenti d'auto, spese contro l'inquinamento - es. filtri per l'acqua -, ecc.);
- e) il deterioramento delle risorse naturali rinnovabili (es. foreste) ed il consumo delle risorse naturali non rinnovabili (es. petrolio);

Inoltre, viene aggiunto:

- f) il valore del lavoro di volontariato e di quello svolto in famiglia e non contabilizzato (lavoro delle casalinghe, lavori di riparazione, ecc.).

Il GPI rispetto al PIL

Altre specificità del GPI sono le seguenti:

- g) il tempo libero disponibile: il GPI cresce al crescere del tempo libero, e diminuisce al suo diminuire;
- h) la distribuzione del reddito: una distribuzione più equa che aumenti la percentuale di reddito nazionale dei poveri fa crescere il GPI; il contrario, se tale percentuale diminuisce.
- i) i servizi ed i costi dei beni durevoli e delle infrastrutture pubbliche: il GPI considera i servizi offerti dai beni durevoli (es. frigoriferi, lavatrici) e dalle infrastrutture pubbliche (es. autostrade) come benefici, mentre attribuisce un valore negativo al loro costo. Pertanto, al contrario del PIL, le spese in beni durevoli fanno diminuire il GPI;
- l) la dipendenza dal capitale preso in prestito dall'estero: a meno che tale capitale non sia speso per investimenti, il GPI diminuisce.

Si può vedere, aggregando le diverse voci, quale sia il passo avanti compiuto dal GPI rispetto al PIL:

- considerazione dei costi sociali, non solo ambientali (classi: a, b, c, d), e del deprezzamento del capitale naturale (classe e);
- considerazione del lavoro non contabilizzato (classe f);
- esplicitazione di un giudizio di valore su distribuzione del reddito e tempo libero (classi: g, h)
- penalizzazione del consumismo: acquisti di beni durevoli e prestiti dall'estero per consumo (classi: i, l).

(per approfondimenti vedi: Anielski M., Rowe J. 1998, ed il sito <http://www.rprogress.org/>)

Un confronto PIL-GPI

L'approccio del GPI modifica radicalmente la valutazione del benessere sociale. A tal proposito è interessante esaminare lo studio di Cobb, Goodman e Wackernagel (vedi Cobb C., Goodman G. S. and Wackernagel M. 1999), sugli Stati Uniti dal 1950 al 1998 (Tab. 2.1).

Tab. 2.1 – Stati Uniti 1950-1998: confronto PIL-GPI

<i>Anno</i>	<i>PIL</i> (miliardi di US \$ '92)	<i>GPI</i> (miliardi di US \$ '92)	<i>PIL pro-capite</i> (US\$ '92)	<i>GPI pro-capite</i> (US\$ '92)
1950	1.611	810	10.582	5.317
1960	2.262	1.226	12.525	6.783
1970	3.398	1.781	16.569	8.686
1980	4.615	1.982	20.310	8.722
1990	6.136	1.965	24.600	7.879
1998	7.552	1.770	27.939	6.549
Variazione totale	+ 5.941	+ 960	+ 17.357	+1.232

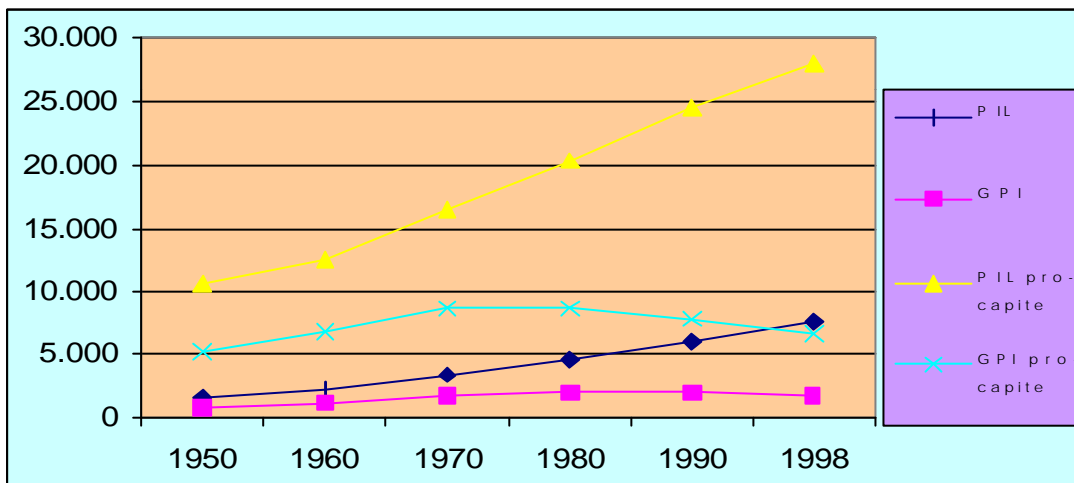
Si può notare come sia il PIL sia il GPI crescano negli anni, ma l'entità dell'incremento è molto diversa. Dal 1950 al 1998, il PIL ed il PIL pro-capite aumentano rispettivamente del 369% e del 164%, mentre la crescita del GPI e del GPI pro-capite è solo del 119% e del 23%. In altre parole, il benessere sociale totale misurato attraverso il GPI è cresciuto in termini percentuali solo di 1/3 circa rispetto alla crescita del PIL (1/7, se ci riferiamo ai valori pro-capite). Per quanto concerne i valori assoluti in termini

pro-capite, la distanza tra i due indicatori nel 1998 è ampia, con il GPI pro-capite pari a circa 1/4 del PIL pro-capite. Pertanto, secondo l'approccio del GPI, gran parte dell'incremento di benessere incorporato nel PIL è fittizio. Non solo: un esame più attento dei dati, ci rivela anche che, dopo la fase di crescita del periodo 1950-80, dal 1980 al 1998 tanto il GPI quanto il GPI pro-capite sono diminuiti, rispettivamente dell'11% e del 25%.

Cause della divergenza tra PIL e GPI negli USA

Nella Fig. 2.1, si riportano in forma grafica i dati della Tab. 2.1.

Fig. 2.1 – Stati Uniti 1950-1998: confronto PIL-GPI



I fattori che hanno maggiormente influenzato la flessione del GPI sono tre: i) i danni ambientali ed il deprezzamento del capitale naturale; ii) il debito estero; iii) la distribuzione del reddito. Il primo fattore, in particolare il deprezzamento del capitale naturale, agisce in contro tendenza rispetto alla crescita del PIL in quanto essa è spesso resa possibile proprio dallo sfruttamento del capitale naturale. In un'ottica di lungo periodo ciò non è corretto poiché il benessere presente avviene a spese di quello delle generazioni future. Ecco perché questo fattore costituisce un notevole elemento di ridimensionamento del PIL. Nel 1998, ad esempio, a fronte di un GPI pari a 1.770 miliardi di dollari, i danni ambientali di lungo termine ed il deprezzamento del capitale naturale hanno abbassato il GPI rispettivamente di 1.054 e 1.333 miliardi di dollari. In altri termini, senza questi due fattori, il GPI sarebbe stato pari a circa 4150 miliardi di dollari.

Indice di Sviluppo Umano
(Human Development Index)

Cos'è l'HDI e su cosa si basa

Lo Human Development Index (HDI) è uno strumento introdotto dall'UNDP (United Nations Development Programme) verso la fine degli anni '90. Il suo obiettivo è quello di fornire un'indicazione sintetica sul grado di sviluppo umano nei diversi paesi. A tale scopo, l'HDI prende in considerazione tre ambiti principali: la longevità; l'istruzione; lo standard di vita. La prima viene misurata dalla speranza di vita alla nascita; la seconda, dal tasso di alfabetismo tra gli adulti e dal tasso combinato di iscrizione nelle scuole primarie, secondarie e terziarie; il terzo, infine, viene misurato dal reddito pro-capite espresso in Dollari USA, a parità di potere di acquisto nei diversi paesi (PPP: Purchasing Power Parity). Per ciascuna di queste quattro variabili si definisce un valore minimo e massimo. Avremo (Tab. 2.2):

Tab. 2.2 – Variabili su cui si basa l'HDI

Variabile	Valore minimo	Valore massimo
• Speranza di vita alla nascita	25 anni	85 anni
• Tasso di alfabetismo	0%	100%
• Tasso combinato di scolarizzazione	0%	100%
• Reddito reale pro-capite annuo	100 US\$ PPP	40.000 US\$ PPP

Per ciascuna variabile, si ricava un indice, usando le seguenti formule (Tab. 2.3). Per comodità, si riporta anche la denominazione inglese.

Tab. 2.3 – Formule degli indici alla base dell'HDI

Variabile	Formula dell'Indice
• Indice della speranza di vita alla nascita (<i>Life expectancy index</i>)	$\frac{(\text{Valore Reale} - 25)}{(85 - 25)} = a$
• Indice del tasso di alfabetismo (<i>Adult literacy index</i>)	$\frac{(\text{Valore Reale} - 0)}{(100 - 0)} = b$
• Indice del tasso combinato di scolarizzazione (<i>Combined gross enrolment index</i>)	$\frac{(\text{Valore Reale} - 0)}{(100 - 0)} = c$
• Indice del reddito reale pro-capite (<i>adjusted real GDP per capita (PPP\$) index</i>)	$\frac{(\log \text{Reddito Reale} - \log \text{Reddito Minimo})}{(\log \text{Reddito Massimo} - \log \text{Reddito Minimo})} = e$

Come si aggregano gli indici elementari

Prima di ricavare il valore dell'HDI aggregando i diversi indici (a, b, c, d), occorre pervenire ad un'informazione sintetica sul livello d'istruzione, cioè occorre aggregare le sue due componenti (b, c). Ciò viene fatto per mezzo della seguente formula:

Indice del livello d'istruzione:

(Educational attainment index)

$$d = (2b + c)/3$$

In altri termini, il tasso di alfabetismo ha un peso doppio rispetto al tasso combinato di scolarizzazione. Peraltro, quest'ultimo è un dato trattato, ossia ricavato da dati elementari, e può essere facilmente ricavato dalle statistiche internazionali. L'ultimo passo per ricavare l'HDI è aggregare i tre indici a, d, e. Ciò viene fatto effettuando una semplice media aritmetica:

$$\text{HDI} = (a + d + e)/3$$

In questo modo si ricava l'HDI. Certamente, lo sviluppo umano dipende anche da altri fattori, sicché si possono ipotizzare anche altri indici. Inoltre, l'HDI non prende in considerazione variabili ambientali. Tuttavia, occorre riconoscere che l'HDI individua tre fattori fondamentali dello sviluppo riuscendo a sintetizzarli efficacemente in un'unica informazione, facilmente ricavabile. Pertanto, esso rappresenta uno strumento utilissimo per orientarsi nella misurazione dello sviluppo umano dei paesi.

[per approfondimenti, sulla metodologia e sulle statistiche vedi UNDP 2001 (a), UNDP 2001 (b), ed il sito <http://www.undp.org>. Qui troverete anche approfondimenti su altri indici interessanti quali lo Human Poverty Index (HPI), il Gender-related Development Index (GDI) ed il Gender Empowerment Measure (GEM)].

L'HDI negli anni

Misurazioni dell'HDI sono disponibili sin dagli anni '70, ovvero ben prima della pubblicazione del primo Human Development Report dell'UNDP, nel 1990. Pertanto, pur non dimenticando che la metodologia di misurazione è evoluta nel tempo – in particolare nel 1999 vi è stata una modifica di una certa rilevanza –, oggi disponiamo di

una serie storica di quasi trent'anni, che ci offre informazioni utilissime sull'andamento dello sviluppo umano nei paesi. Idealmente, quando tutti gli indici elementari sono al livello massimo, l'HDI è uguale ad 1. La tabella 2.4 riassume l'andamento dell'HDI per i primi 5 paesi di ognuna delle tre fasce di sviluppo umano (HDI alto, medio, basso):

Tab. 2.4 – Lo Human Development Index negli anni (fonte, UNDP 2001 b)

Classifica HDI	1975	1980	1985	1990	1995	1999
Alto HDI						
1. Norvegia	0.856	0.875	0.887	0.899	0.924	0.939
2. Australia	0.842	0.859	0.871	0.886	0.926	0.936
3. Canada	0.867	0.882	0.904	0.925	0.930	0.936
4. Svezia	0.862	0.872	0.882	0.892	0.924	0.936
5. Belgio	0.845	0.861	0.874	0.895	0.925	0.935
Medio HDI						
49. Trinidad e Tob.	0.719	0.752	0.771	0.778	0.784	0.798
50. Lettonia	..	0.788	0.801	0.803	0.761	0.791
51. Messico	0.688	0.732	0.750	0.759	0.772	0.790
52. Panama	0.711	0.730	0.745	0.746	0.769	0.784
53. Bielorussia	..	..	..	0.808	0.774	0.782
Basso HDI						
127. Pakistan	0.343	0.370	0.403	0.441	0.476	0.498
128. Togo	0.400	0.446	0.443	0.466	0.474	0.489
129. Nepal	0.292	0.329	0.370	0.415	0.451	0.480
130. Bhutan	..	..	..	..	..	0.477
131. Laos	..	..	0.372	0.402	0.443	0.476

Confronti tra i paesi

I dati della tabella 2.4 suggeriscono due considerazioni: primo, la distanza tra paesi situati in fasce differenti è molto elevata. L'HDI della Norvegia è quasi doppio di quello del Laos. In secondo luogo, vediamo che tendenzialmente l'HDI cresce negli anni, e questo è un fenomeno confortante. Nel complesso, le serie storiche dell'HDI si caratterizzano per i seguenti aspetti:

- è cambiata la distribuzione dei paesi: nel 1975, 1.1 miliardi di persone era nella fascia bassa, 1.6 miliardi nella fascia media e 650 milioni nella fascia alta; nel 1999, invece, 500 milioni di persone erano nella fascia bassa, 3.5 miliardi in quella media e 900 milioni in quella alta. In altri termini, è diminuita la popolazione nella fascia bassa, sia in termini assoluti che percentuali, ed è aumentata quella nella fascia alta e, soprattutto, in quella media.
- A volte, i paesi possono regredire: emblematici sono i casi dello Zambia (HDI 1975: 0.448; HDI 1999: 0.427), della Romania, della Federazione Russa e dello Zimbabwe (HDI 1980: 0.787, 0.809, 0.570; HDI 1999: 0.775, 0.772, 0.554). Ma anche molti altri paesi africani, oppure dell'ex Unione Sovietica, sono caratterizzati da andamenti negativi, dal 1985 oppure dal 1990. In particolare, nell'Africa Sub Sahariana è stata la diminuzione drastica della speranza di vita conseguente alla diffusione dell'HIV/AIDS ad essere determinante nella diminuzione dell'HDI. In alcuni paesi (Botswana, Burundi, Namibia, Ruanda, Zambia e Zimbabwe) essa è diminuita di più di 7 anni.
- A volte, il dato sintetico riferito all'intero paese non segnala le forti discrepanze che possono esistere tra aree diverse del paese oppure tra gruppi diversi. E' questo il caso del Sudafrica (HDI Nord > HDI Gauteng), della Cambogia (HDI poveri < HDI ricchi), del Guatemala (HDI rurale < HDI urbano), degli Stati Uniti (HDI bianchi > HDI afroamericani o ispanici) e del Nepal (HDI intoccabili < HDI bramini).

Uno sguardo d'insieme

Al fine di offrire un quadro sintetico sull'HDI e sulle quattro variabili elementari che ne costituiscono la base, riportiamo nella tabella 2.5 i valori degli indici per alcuni gruppi di paesi e per il mondo. Si può osservare che la speranza di vita varia da un massimo di 78 anni (OCSE ad elevato reddito) ad un minimo di 48.8 anni (Africa Sub Sahariana). Il tasso di alfabetismo varia dal 98.8% (OCSE ad elevato reddito) al 48.9% (paesi a basso sviluppo umano). Il tasso combinato d'iscrizione varia dal 94% (OCSE ad elevato reddito) al 38% (paesi meno sviluppati). Infine, il PIL pro-capite va da un massimo di 26.050 US\$ (OCSE ad elevato reddito) a 1.170 US\$ (paesi meno sviluppati). Questi dati ci confermano la drammatica distanza che separa le diverse aree del mondo.

Tab. 2.5 – HDI e variabili elementari nel 1999 (fonte, UNDP 2001 b)

Gruppi di paesi	Speranza di vita alla nascita (anni)	Tasso di alfabetismo (% dai 15 anni in su)	Tasso combinato di scolarizzazione (%)	PIL pro-capite (PPP US\$)	HDI
Paesi in via di sviluppo	64.5	72.9	61	3530	0.647
- Meno Sviluppati	51.7	51.6	38	1170	0.442
- Paesi Arabi	66.4	61.3	63	4550	0.648
- Est Asia e Pacifico	69.2	85.3	71	3950	0.719
- America Latina e Caraibi	69.6	87.8	74	6880	0.760
- Sud Asia	62.5	55.1	53	2280	0.564
- Africa Sub Sahariana	48.8	59.6	42	1640	0.467
Est Europa e CSI	68.5	98.6	77	6290	0.777
OCSE	76.6	97.5	87	22020	0.900
- OCSE a reddito elevato	78.0	98.8	94	26050	0.928
Alto Sviluppo Umano	77.3	98.5	91	23410	0.914
Medio Sviluppo Umano	66.8	78.5	67	3850	0.684
Basso Sviluppo Umano	52.6	48.9	38	1200	0.442
Alto Reddito	78.0	98.6	93	25860	0.926
Medio Reddito	69.5	85.7	74	5310	0.740
Basso Reddito	59.4	61.8	51	1910	0.549
Mondo	66.7	79.2	65	6980	0.716

L'HDI e il PIL pro-capite

E' interessante confrontare l'HDI con il PIL pro-capite. Infatti, paesi con DHI simili, possono avere redditi pro-capite molto diversi, e viceversa. Laddove un paese è classificato in posizione più elevata nell'HDI rispetto al PIL pro-capite, significa che esso è stato particolarmente abile nel convertire la ricchezza in sviluppo umano; e viceversa, laddove si riscontra il contrario. La tabella 2.6 confronta, per i primi cinque paesi di ogni fascia, la classifica del PIL pro-capite con quella dell'HDI. Eccetto due, tutti i paesi sono caratterizzati da differenze di segno positivo e ciò significa l'HDI è classificato in posizione più elevata rispetto al reddito pro-capite. In altri termini, 13 dei 15 paesi considerati trasformano con efficacia la ricchezza in sviluppo umano, in particolare la Svezia, la Lettonia e l'Australia. Naturalmente, per molti paesi non riportati in Tab. 5 accade il contrario: tra essi gli Stati Uniti (-4), l'Irlanda (-11), il Kuwait (-14), la Tunisia (-23), la Namibia (-39) e l'Angola (-44).

Tab. 2.6 – Differenza tra classifica PIL pro-capite e classifica HDI

Alto HDI	Classifica (PIL procapite – HDI)	Medio HDI	Classifica (PIL procapite – HDI)	Basso HDI	Classifica (PIL procapite – HDI)
1. Norvegia	2	49. Trinidad e T.	4	127. Pakistan	-5
2. Australia	10	50. Lettonia	12	128. Togo	5
3. Canada	3	51. Messico	0	129. Nepal	7
4. Svezia	13	52. Panama	15	130. Bhutan	5
5. Belgio	4	53. Bielorussia	5	131. Laos	-2

Barometro della Sostenibilità
(Barometer of Sustainability)

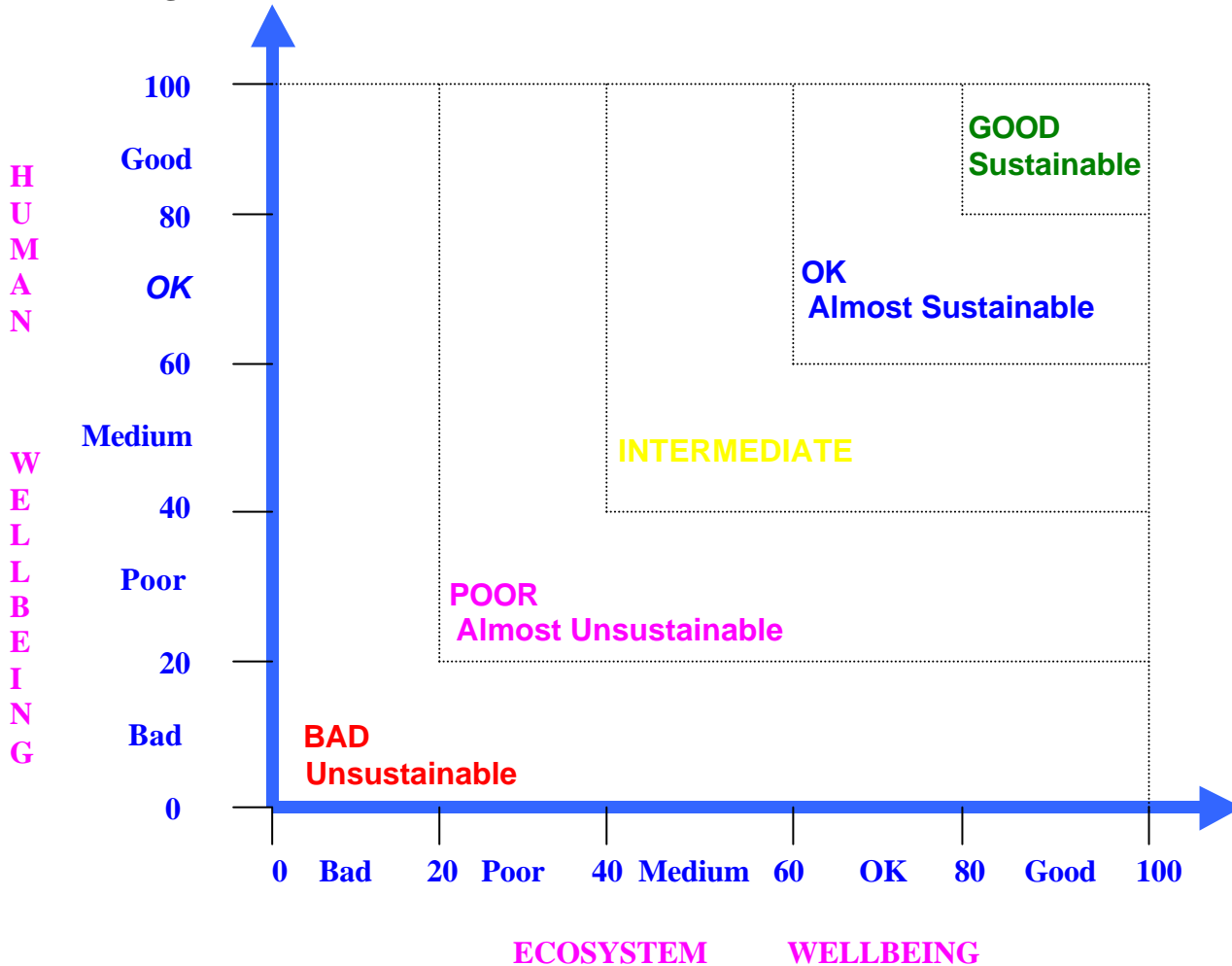
Cos'è il barometro della sostenibilità

Il barometro della sostenibilità è uno strumento che serve per misurare il benessere di una società ed il suo progresso in direzione della sostenibilità. La specificità del barometro consiste nell'organizzare e combinare indicatori elementari per ricavarne un dato sintetico. Tale specificità è molto importante perché consente di orientarsi tra dati non sempre coerenti e di sintetizzare una massa di informazioni provenienti da ambiti diversi: ad esempio, la degradazione del suolo, l'inquinamento dell'aria, la pressione sulle foreste, la scolarizzazione, la salute pubblica. Generalmente, nel mondo dell'economia, per misurare ed unificare in un dato sintetico fenomeni diversi, si usa la moneta. Purtroppo, quando i fenomeni si riferiscono all'ambiente, la moneta non è più un grado di svolgere questo ruolo di metro. Infatti, i problemi ambientali – le cosiddette esternalità – esistono proprio perché non vi è un mercato che faccia emergere il loro valore monetario e, pertanto, è un controsenso pensare di usare la moneta per pervenire ad un dato sintetico. In altre parole, il fatto che vi siano danni ambientali è un segno che la moneta, ed il mercato ad essa sottostante, non è un misuratore universale. Il barometro della sostenibilità costituisce un tentativo di pervenire ad una misurazione sintetica della sostenibilità attraverso scale di performance, riferite a fenomeni diversi ed aggregate. Inoltre, la seconda specificità del barometro è il bilanciamento della visione antropocentrica con quella biocentrica, attribuendo la stessa importanza agli esseri umani e agli ecosistemi.

Descrizione grafica del barometro

Sul piano grafico, il barometro appare come in Fig. 2.2. Si tratta di una scala divisa in cinque settori (Bad, Poor, Medium, OK, Good), che si articola su due assi, uno per gli esseri umani ed uno per gli ecosistemi. Sulla base di alcuni dati partenza, si individua per una certa area di riferimento, regione o paese, un punto sul barometro che indicherà lo stato di benessere di quell'area. Idealmente, il punto si collocherà nella zona Good; nel peggiore dei casi, invece, sarà nella zona Bad. Naturalmente, sono possibili casi misti in cui la performance è, ad esempio, good per il benessere umano e bad per gli ecosistemi.

Fig. 2.2 - Il Barometro della Sostenibilità



Come si costruisce il barometro: i livelli gerarchici

Per costruire il barometro occorre, in primo luogo, disporre di indicatori di performance e poi ordinarli gerarchicamente. Al primo livello dell'ordinamento gerarchico vi sarà il sistema, ovvero l'entità di riferimento (paese, regione, provincia, ecc.). Al secondo livello, i due sottosistemi esseri umani ed ecosistema. Al terzo livello, alcuni ambiti di riferimento (ad esempio, acqua, aria, suolo, ecc.). Al quarto livello, vi sarà uno specifico tema (es. qualità dell'acqua, offerta dell'acqua). Infine al quinto livello, vi sarà l'indicatore. Naturalmente, questa gerarchia è solo una delle possibili. Vi possono essere più o meno livelli ed altre denominazioni; l'importante, però, è che in ogni caso vi siano due livelli superiori – sistema e sottosistemi – e che i sottosistemi siano esseri

umani, cioè persone, ed ecosistema. Come esempio, in Tab. 2.7 si riporta, schematicamente, una delle possibili gerarchie utilizzabili per la costruzione del barometro

Tab. 2.7 - Possibile gerarchia per costruire il barometro della sostenibilità

1. Sistema				Paese				
2. Sottosistemi			Ecosistema			Persone		
3. Dimensione	Aria	Acqua	Suolo		Salute	Ricchezza	Istruzione	Equità
4. Tema		Qualità				Reddito		
5. Indicatore								

Come si costruisce il barometro: le scale

Per ciascun indicatore occorre definire una scala di riferimento, individuandone il valore minimo e massimo. Naturalmente, si possono formulare diverse ipotesi e, ciascuna di essa, influenza la performance della variabile investigata. Ad esempio, per il reddito annuale pro-capite, la scala potrebbe andare da 0 \$ a 50.000 \$, oppure da 0 \$ a 30.000 \$, oppure da 0 \$ a 100.000 \$. Pertanto, un reddito di 25.000 \$ equivarrebbe, nel primo caso, ad una performance media, nel secondo ad una performance molto elevata e, nel terzo, ad una performance bassa. Ciò ci segnala la pervasività della soggettività, inevitabile e sempre presente. In altre parole, scegliendo un estremo anziché un altro il ricercatore può influenzare, in alcuni casi fortemente, il risultato della misurazione. In linea di massima, occorrerà procedere con buon senso evitando di includere, come valori massimo e minimo, performance eccezionali, verificatesi in un unico periodo e non destinate a ripetersi. Una volta che la scala è stata definita si assegna all'estremo inferiore il valore 0 ed a quello superiore il valore 100. Eventuali performance eccezionali, inferiori o superiori agli estremi, avranno anch'esse, rispettivamente, valori 0 e 100. A questo punto, si può procedere meccanicamente, cioè dividere senza alcun controllo la scala per cinque (0, 20, 40, 60, 80, 100) in modo da ricavarne segmenti di uguale dimensione da identificare come intervalli bad, poor, medium, ok, good, oppure si può decidere di operare un controllo sulla scala. Ad esempio, con riferimento al reddito annuale pro-capite italiano, se la scala andasse da 0 \$ a 100.000 \$, con estremi 0-100, un reddito annuale pro-capite di 30.000 \$ cadrebbe nell'intervallo 21-40 e sarebbe ritenuto "poor". Ciò non è ragionevole e pertanto occorre apportare alcune

correzioni, ovvero controllare la scala. Ciò, di nuovo, evidenzia la presenza di soggettività nella costruzione del barometro.

I punteggi nelle scale non controllate

Nel caso delle scale non controllate, la formula utilizzata per definire il punteggio dell'indicatore, nel caso in cui il valore massimo indichi la migliore performance ed il valore minimo la peggiore (es. reddito pro-capite annuo), è la seguente:

$$\text{Punteggio Indicatore} = \left[\frac{(\text{Valore Reale} - \text{Valore Minimo})}{(\text{Valore Massimo} - \text{Valore Minimo})} \right] * 100$$

Nel caso in cui, invece, il valore minimo indichi la migliore performance ed il valore massimo la peggiore performance (es. concentrazione di SO₂ nell'aria), la formula diventa:

$$\text{Punteggio Indicatore} = \left[1 - \frac{(\text{Valore Reale} - \text{Valore Minimo})}{(\text{Valore Massimo} - \text{Valore Minimo})} \right] * 100$$

E' bene fare un esempio, riprendendo il caso del reddito pro-capite annuo. Supponiamo che esso sia pari a 30.000 \$ e che i valori massimo e minimo siano rispettivamente 100.000 \$ e 0 \$. Applicando la prima formula, avremo:

$$30 = \frac{(30.000 - 0)}{(100.000 - 0)} * 100$$

Abbiamo così definito un valore che occuperà un segmento della scala (Poor, in caso di scala non controllata).

I punteggi nelle scale controllate

Se siamo di fronte ad una scala controllata, la formula per definire il punteggio dell'indicatore cambia leggermente. Supponiamo, con riferimento alla speranza di vita in un paese, che la scala sia controllata nel modo seguente (Tab. 2.8):

Tab. 2.8: Esempio di scala controllata

<i>Fascia</i>	<i>Punteggio Massimo</i>	<i>Speranza di vita alla nascita (anni)</i>
Good	100	85
OK	80	75
Medium	60	70
Poor	40	60
Bad	20	45
Base	0	25

In tal caso, il punteggio corrispondente ad una speranza di vita pari, ad esempio, a 66 anni, si calcola così:

$$52 = \frac{(66 - 60)}{(70 - 60)} * 20 + 40$$

In altri termini, quando la scala è controllata e la migliore performance corrisponde al valore massimo, la formula diventa:

$$\text{Punteggio Indicatore} = \left[\frac{(\text{Valore Reale} - \text{Valore Minimo Fascia})}{(\text{Valore Massimo Fascia} - \text{Valore Minimo Fascia})} * 20 \right] + \text{Valore Minimo Fascia}$$

Se invece la migliore performance corrisponde al valore minimo, avremo:

$$\text{Punteggio Indicatore} = \text{Valore Massimo Fascia} - \left[\frac{(\text{Valore Reale} - \text{Valore Minimo Fascia})}{(\text{Valore Massimo Fascia} - \text{Valore Minimo Fascia})} * 20 \right]$$

(Per approfondimenti vedi R. Prescott-Allen 1997 ed il sito <http://www.iucn.org/themes/eval/english/tools.htm>).

L'aggregazione degli indicatori

I punteggi ricavati con le formule precedenti vengono sempre arrotondati al numero intero più vicino. Nel caso di 0,5 – o simili – si può arrotondare o verso l'alto o verso il

basso. Infine, i diversi punteggi degli indicatori vengono aggregati seguendo una delle tre opzioni:

- media semplice;
- media pesata. Esempio, a due indicatori che hanno punteggio 53 e 20 si assegna, rispettivamente, peso 2 ed 1. Il punteggio finale è così: $42 = [(53*2)+(20*1)]/3$;
- Veto: un punteggio più basso prevale su uno più alto. Nel caso precedente, il punteggio combinato è 20, che prevale su 53.

Le prime due opzioni riflettono, rispettivamente, una situazione in cui gli indicatori hanno, secondo colui che costruisce il barometro, uguale o diversa importanza. Si ricorre al veto, invece, per combinare in un unico dato aspetti diversi che hanno, solo in linea di principio, uguale importanza: in particolare, al vertice della gerarchia (sottosistemi), volendo pervenire ad un unico punteggio, si sceglie tra il punteggio di persone e di ecosistema, quello minimo. In tal modo, optando per la cautela, si perviene ad un risultato sintetico. Tuttavia, scegliere di aggregare al livello superiore della gerarchia rappresenta una possibilità teorica perché, come abbiamo detto, la specificità del barometro è proprio quella di misurare il livello di sostenibilità sia per gli esseri umani che per l'ecosistema.

L'ultimo step è rappresentato dal passaggio all'indice di sostenibilità, un indicatore che misura l'ammontare di benessere degli esseri umani per unità di stress dell'ecosistema. Si procede in questo modo: prima, si sottrae il punteggio del benessere per l'ecosistema da 100, trasformandolo, in tal modo, in un indice di stress; poi, si divide il punteggio del benessere per gli esseri umani per l'indice di stress dell'ecosistema. In tal modo, si ricava l'indice di sostenibilità, la cui formula è la seguente:

$$\text{Punteggio Indice di Sostenibilità} = \frac{(\text{Punteggio Benessere Esseri Umani})}{(100 - \text{Punteggio Benessere Ecosistema})}$$

Impronta Ecologica
(Ecological Footprint)

Cos'è l'impronta ecologica

Sviluppato da Wackernagel e Rees, il concetto di impronta ecologica si basa sul presupposto che ogni individuo incida, nello svolgimento delle sue attività, su una certa superficie territoriale. In particolare, tutti i beni consumati da ogni singolo individuo richiedono, per essere prodotti e smaltiti dall'ambiente, una certa quantità di superficie: pertanto, implicitamente, ogni persona fa uso di un'area territoriale di una certa dimensione. L'impronta ecologica è la stima della superficie di territorio di cui fa uso una certa popolazione (ad es. una città) per lo svolgimento delle sue attività. Tale superficie non necessariamente coincide con la superficie su cui vive la popolazione ed è spesso, in particolare per i paesi industrializzati, più estesa. Sul piano scientifico, il concetto di impronta ecologica è interessante perché consente di verificare l'incidenza reale di una popolazione sul territorio e la divergenza tra tale incidenza reale, l'area da essa occupata (ad. estensione della città) e l'area media disponibile. Ad esempio, secondo gli studi di Wackernagel e Rees, l'impronta ecologica di un abitante medio del Nord America è superiore ai 5 ettari mentre l'area media disponibile per un abitante della terra è inferiore ad 1,5 ettari. Pertanto, l'abitante medio del Nord America darebbe luogo ad un sovrasfuttamento del territorio di oltre tre volte rispetto al limite medio.

Come si calcola

Con riferimento ad una certa area (es. nazione, o città) il calcolo dell'impronta ecologica viene effettuato con il seguente procedimento:

- calcolo dell'incidenza reale (IR) pro-capite sul territorio derivante dalla produzione di un bene di consumo i . In particolare, IR_i è uguale al rapporto tra il consumo medio annuale del bene i ($C_i = \text{kg/persona}$) ed il suo rendimento medio annuale ($Rm_i = \text{kg/ettaro}$):

$$IR_i = C_i / Rm_i$$

- calcolo dell'impronta ecologica pro-capite (IEpc) di un singolo individuo, che si ottiene sommando l'incidenza reale derivante dalla produzione di tutti gli n beni i :

$$IEpc = \sum_{i=1}^n IR_i$$

- calcolo dell'impronta ecologica totale (IET), che si ottiene moltiplicando l'impronta ecologica pro-capite per la popolazione complessiva (P) dell'area in esame:

$$IET = P * IE_{pc}$$

E' interessante osservare come l'IET sia direttamente proporzionale al consumo pro-capite del singolo bene (C_i) e inversamente proporzionale al rendimento medio annuale (R_{m_i}). In altri termini, l'idea molto intuitiva, sottostante al calcolo, è che l'aumento dei consumi faccia crescere l' IE_{pc} mentre la crescita delle rese la faccia diminuire. Semplificando tra denominatore e denominatore, si vede che la IE_{pc} è espressa in termini di ettari/persona.

Semplificazioni operative

Naturalmente, implementare il calcolo presenta alcune difficoltà di ordine pratico. In linea teorica, occorrerebbe calcolare l'IR di ogni singolo bene. Tuttavia, per semplificare, è possibile adottare la classificazione utilizzata nelle statistiche ufficiali, che comprende 5 categorie di beni:

- alimenti
- abitazioni
- trasporti
- beni di consumo
- servizi

Anche il territorio può essere suddiviso in classi di utilizzo. Una possibile classificazione è la seguente:

- territorio per produrre energia
- territorio edificato
- territorio agricolo
- pascoli
- foreste

Dall'incrocio delle 5 categorie di beni per le 5 classi di territorio, si ricava una matrice in cui ogni cella (intersezione di riga e colonna) esprime una frazione dell' IE_{pc} per classe di bene e di territorio, ossia l' IR_i per classe di territorio.

Un esempio: il Canada

Come esempio, si riporta nella tabella 2.9 la matrice dell'IEpc del Canada (adattata da Wackernagel M. e Rees W. E. 1996):

Tab. 2.9 – Matrice dell'impronta ecologica del canadese medio (ettari)

	<i>Territorio per la produzione di energia</i>	<i>Territorio edificato</i>	<i>Territorio agricolo</i>	<i>Pascoli</i>	<i>Foreste</i>	<i>Totale</i>
<i>Alimenti</i>	0,33	-	0,47	0,99	0,02	1,81
<i>Abitazioni</i>	0,41	0,08	-	-	0,65	1,14
<i>Trasporti</i>	0,79	0,10	-	-	-	0,89
<i>Beni di consumo</i>	0,52	0,01	0,05	-	0,24	0,82
<i>Servizi</i>	0,29	0,01	-	-	-	0,30
<i>Totale</i>	2,34	0,20	0,52	0,99	0,91	4,96

Ogni intersezione esprime la quantità di terra (ettari) che, necessaria per le diverse funzioni (produzione di energia, edilizia, agricoltura, pascoli e foreste), viene utilizzata nelle diverse categorie di beni e servizi (alimenti, abitazioni, trasporti, beni di consumo, servizi). Aggregando tutti i dati all'intersezione delle righe e delle colonne si ricava l'IE del canadese medio (4,96 ettari pro-capite). E' interessante osservare come quasi metà dell'IE derivi dalla produzione di energia e come, dunque, l'energia si confermi un bene di centrale importanza, per l'economia di un paese industrializzato, e ad elevato impatto inquinante anche in termini di IE, ovvero di terreno occupato per la sua produzione.

Il rapporto energia/territorio

Il rapporto energia/territorio (Gigajoule/ettaro, all'anno) può essere calcolato in due distinti modi:

- a) riferendosi al territorio che occorrerebbe per produrre un sostituto biologico (es. etanolo o metanolo) dei combustibili fossili, ovvero per ricostituire il capitale naturale nella stessa misura del tasso di consumo dei combustibili fossili. Questo territorio comprende, oltre all'area necessaria per la produzione della biomassa,

anche quella necessaria per trattarla. La resa varia in relazione alla produttività delle foreste. Quelle del Canada, della Scandinavia e della Russia hanno una resa di 17-30 Gigajoule/ettaro all'anno, mentre la resa di quelle americane e di quelle della Nuova Zelanda è di rispettivamente 55-68 e 120-150 Gigajoule/ettaro all'anno.

- b) Riferendosi al territorio che occorrerebbe, al fine di evitare il cambiamento climatico, per assorbire l'anidride carbonica emessa dalla combustione dei combustibili fossili. Secondo alcune stime, una foresta media assorbe circa 1,8 ton. di carbonio per ettaro all'anno, ovvero l'equivalente delle emissioni di 100 Gigajoule di combustibili fossili.

Approcci possibili

Il calcolo effettivo dell'IE, naturalmente, pone problemi di stima dell'incidenza sul territorio delle diverse categorie di beni e, più in generale, problemi metodologici e di disponibilità di dati. Simmons e Lewis (vedi Simmons C., Lewis K.), ad esempio, hanno proposto un approccio lievemente diverso da quello di Wackernagel, Rees. Definito *component-based approach*, il metodo di Simmons e Lewis si differenzia da quello tradizionale (*compound approach*) perché fa riferimento ad aree sub-nazionali e fa uso di dati locali, anziché trasporre il dato nazionale medio ad un'area più piccola. Si tratta, in definitiva, di un approccio di tipo *bottom-up*. Tuttavia, in un primo confronto effettuato da Simmons e Lewis sull'IE_{pc} calcolata per una stessa regione, non è emersa una differenza significativa tra le due metodologie.

In ogni caso, nonostante ulteriori ricerche siano necessarie sull'argomento, laddove possibile è bene procedere con i dati originali dell'area e non attraverso trasferimenti di dati da un contesto ad un altro. Tuttavia, a livello di prima analisi o in mancanza di dati regionali, si può procedere con approssimazione utilizzando dati nazionali. Wackernagel et al., ad esempio, hanno ideato un foglio di calcolo elettronico, disponibile sul Web e di facile utilizzo, che consente a chiunque di calcolare la propria impronta ecologica (vedi Wackernagel et al. 2000). Formato da più di un migliaio di celle, questo foglio elettronico permette anche, attraverso alcuni semplici passaggi, di ricavare i coefficienti delle rese, essendo trasparente nelle formule. Un altro calcolatore,

semplificato, dell'impronta ecologica è quello proposto da Dholakia e Wackernagel (vedi Dholakia R. & Wackernagel M. 1999)

Confronto tra paesi

Sul piano della sostenibilità globale, Wackernagel ed altri autori (Wackernagel M. et al. 1997) hanno calcolato l'impronta ecologica di un gran numero di paesi confrontandola con il territorio disponibile. I risultati dello studio sono riportati nella tabella 2.10:

Tab. 2.10 - Impronta Ecologica pro-capite di alcuni paesi
(*adattata da: Wackernagel M. et al. 1997*)

<i>Paese</i>	<i>Impronta ecol. proc.</i>	<i>Territorio disponibile</i>	<i>Bilancio</i>	<i>Paese</i>	<i>Impronta ecol. proc.</i>	<i>Territorio disponibile</i>	<i>Bilancio</i>
Argentina	3.9	4.6	0.7	India	0.8	0.5	-0.3
Australia	9.0	14.0	5.0	Israele	3.4	0.3	-3.1
Bangladesh	0.5	0.3	-0.2	Italia	4.2	1.3	-2.9
Brasile	3.1	6.7	3.6	Nigeria	1.5	0.6	-0.9
Canada	7.7	9.6	1.9	Nuova Zelanda	7.6	20.4	12.8
Cile	2.5	3.2	0.7	Perù	1.6	7.7	6.1
Cina	1.2	0.8	-0.4	Regno Unito	5.2	1.7	-3.5
Colombia	2.0	4.1	2.1	Russia	6.0	3.7	-2.3
Egitto	1.2	0.2	-1.0	Singapore	7.2	0.1	-7.1
Francia	4.1	4.2	0.1	Svizzera	5.0	1.8	-3.2
Germania	5.3	1.9	-3.4	Stati Uniti	10.3	6.7	-3.6
Giappone	4.3	0.9	-3.4	Venezuela	3.8	2.7	-1.1
Hong Kong	6.1	0.0	-6.1	MONDO	2.8	2.1	-0.7

Considerazioni sull'impronta ecologica dei paesi

Nella tabella 2.10 risaltano, in negativo, i dati di Singapore e Hong Kong (ora parte della Cina), aree di modesta entità ma di grande sviluppo. Anche numerose nazioni industrializzate sono caratterizzate da un bilancio negativo (es. Stati Uniti, Regno Unito,

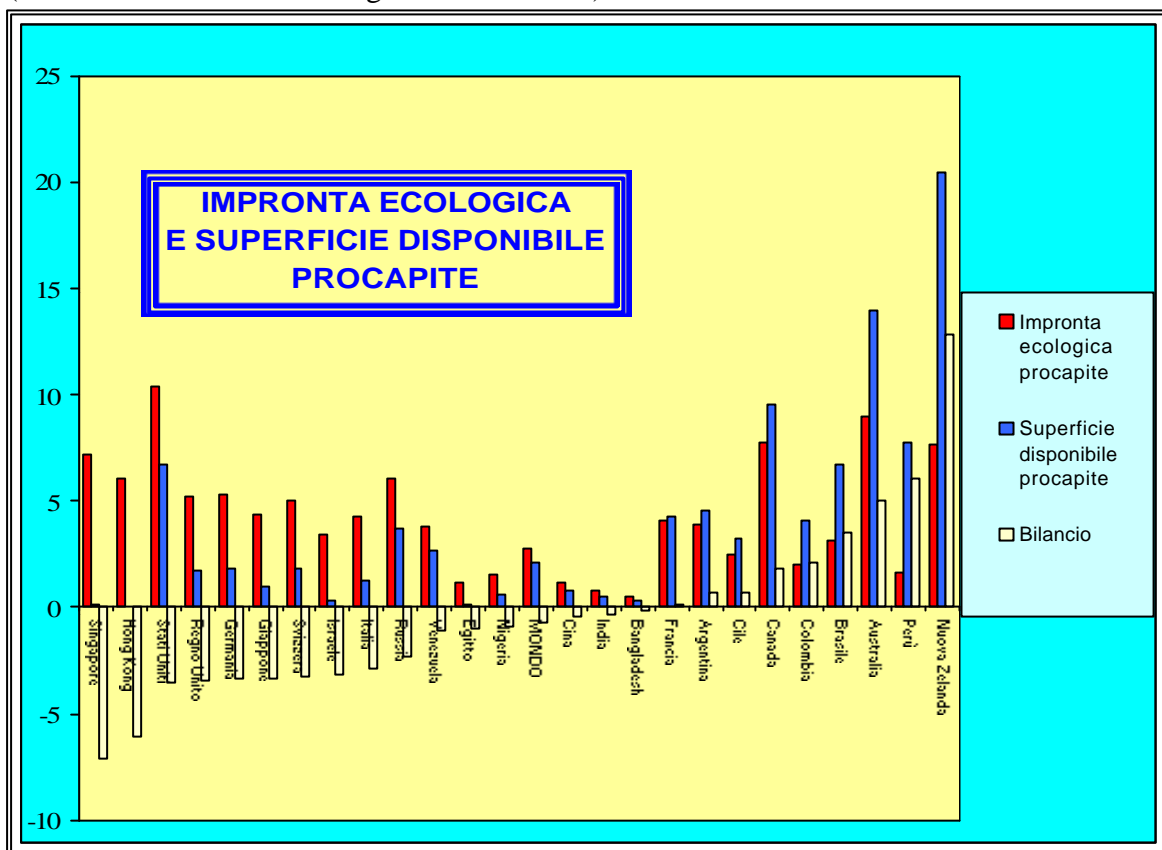
Germania, Giappone, Svizzera, Israele, Italia). Al contrario, Australia, Canada e Nuova Zelanda, pur essendo paesi ad elevata industrializzazione, hanno un bilancio positivo, in virtù delle notevoli dimensioni del loro territorio; analogamente il Brasile, anche a ragione di livelli di consumo più bassi rispetto a quelli dei paesi a più elevata industrializzazione. Nel complesso, il bilancio mondiale è negativo. Al di là del dato aggregato, è interessante riflettere sulle diverse realtà. L'americano medio e l'australiano medio si appropriano di un territorio pari, rispettivamente, a 10.3 e 9 ettari, mentre un abitante del Bangladesh o dell'India ha un impronta decisamente più modesta, inferiore all'ettaro (rispettivamente 0.8 e 0.5 ettari). Anche la Cina ha una bassa impronta ecologica pro-capite (1.2 ettari), tuttavia, a causa dell'elevata popolazione (oltre 1.247 milioni di persone nel 1997), il bilancio è negativo, nonostante la notevole estensione del territorio. Questa situazione - bassa impronta ecologica pro-capite, elevata popolazione e bilancio negativo - è presente anche in India e Bangladesh.

Impronta ecologica e popolazione

Un'implicazione di particolare rilievo che scaturisce dal concetto di impronta ecologica è la revisione dell'idea di sovrappopolazione: essa andrebbe definita, più che dal numero assoluto degli abitanti di un'area, dal confronto tra impronta ecologica pro-capite e territorio pro-capite disponibile. Laddove emerge un deficit c'è sovrappopolazione.

Ciò è facilmente visibile nella Fig. 2.3 nella quale vengono riproposti, in forma grafica ed ordinati secondo l'ampiezza del deficit, i dati di Tab. 2.10. Il movimento da sinistra a destra implica il passaggio verso nazioni sempre meno popolate. Pertanto, contrariamente all'opinione corrente, paesi come gli Stati Uniti, il Regno Unito, la Germania e il Giappone sarebbero più sovrappopolati di paesi, ad elevatissima popolazione, quali la Cina e l'India!

Fig. 2.3 - Impronta Ecologica pro-capite di alcuni paesi
(elaborazione da: Wackernagel M. et al. 1997)



Impronta ecologica e sostenibilità globale

In termini di sostenibilità globale, a livello mondiale, emerge una situazione di deficit di circa il 33% (2.8 contro 2.1). Concretamente, il fatto che l'impronta ecologica pro-capite sia superiore del 33% rispetto al territorio disponibile pro-capite indica che per sostenere l'attuale popolazione mondiale occorrerebbe 1/3 in più della superficie terrestre. E' spontaneo, allora, chiedersi come mai l'attuale popolazione mondiale possa vivere sul pianeta pur non disponendo di un 1/3 di superficie in più. La risposta è che ciò dipende da alcune delle ipotesi che vengono fatte nei calcoli, ed in particolare dal procedimento del calcolo sull'energia. Come abbiamo visto, l'impronta ecologica dei consumi energetici non viene calcolata misurando quanto territorio fisico sia necessario per produrre l'energia consumata sul pianeta terra (es. campi di petrolio e gas, miniere di carbone), quanto piuttosto calcolando la superficie che sarebbe necessaria per assorbire l'anidride carbonica generata dai consumi energetici. In altre parole, il concetto di impronta ecologica incorpora oltretutto un contenuto empirico (la superficie fisica che viene utilizzata di fatto per certe produzioni, ad es., grano), un contenuto

‘teorico’ ed ipotetico (la superficie fisica che sarebbe necessaria per assorbire il carbonio), ed è tale contenuto ipotetico che rende possibile il fatto che l’impronta ecologica pro-capite sia, oggi, inferiore all’area pro-capite disponibile. Naturalmente, poiché nella visione degli ideatori di questo strumento, il contenuto ipotetico ha un fondamento scientifico, l’esistenza di un deficit è segno di uno squilibrio: nella fattispecie, l’effetto serra. Ad ogni modo, il dato è particolarmente preoccupante in prospettiva, soprattutto se si considera il fatto che l’area disponibile pro-capite sta decrescendo, a ragione dell’aumento della popolazione, mentre l’impronta ecologica pro-capite, soprattutto nei paesi in via di sviluppo ad elevata popolazione, è in fase di crescita. Infine, al di là dell’indicatore sintetico mondiale, permane il forte squilibrio nell’appropriazione della superficie da parte delle diverse aree.

Glossario

- **Barometro della sostenibilità (Barometer of sustainability):** strumento che misura il benessere di una società ed il suo progresso in direzione della sostenibilità combinando indicatori elementari in due dati sintetici, uno riferito agli esseri umani, un altro all'ecosistema. Le informazioni da esso utilizzate provengono da ambiti diversi: ad esempio, la degradazione del suolo, l'inquinamento dell'aria, la pressione sulle foreste, la scolarizzazione, la salute pubblica.
- **Impronta ecologica (Ecological footprint):** stima della superficie di territorio di cui fa uso una certa popolazione (ad es. una città o una nazione) per lo svolgimento delle sue attività. Quasi sempre non coincidente con l'estensione dell'area abitata dalla popolazione, e per molti paesi industrializzati ad essa superiore, l'impronta ecologica dà la misura dell'incidenza reale di una certa popolazione sul territorio.
- **Indicatore di Progresso Genuino (Genuine Progress Indicator, GPI):** strumento di misurazione del benessere di una nazione ottenuto, partendo dal PIL, attraverso alcune correzioni. In particolare, il GPI sottrae al PIL i costi sociali legati alla criminalità, ai divorzi, all'inquinamento e al deterioramento delle risorse naturali, e aggiunge ad esso il valore del lavoro svolto all'interno della famiglia e del volontariato. Inoltre, il GPI prende in considerazione altri fattori, quali la distribuzione del reddito, i servizi e i costi dei beni durevoli e delle infrastrutture, il capitale preso in prestito dall'estero, la disponibilità di tempo libero. Con tale procedimento, il GPI si svincola dall'assunzione, implicita nel PIL, che ad ogni transazione monetaria corrisponda un aumento del benessere.
- **Indice di Sviluppo Umano (Human Development Index, HDI):** indice usato dall'UNDP (United Nations Development Programme) per misurare lo sviluppo umano. Esso prende in considerazione tre ambiti principali: la longevità; l'istruzione; lo standard di vita. La prima viene misurata dalla speranza di vita alla nascita; la seconda, dal tasso di alfabetismo tra gli adulti e dal tasso combinato di iscrizione nelle scuole primarie, secondarie e terziarie (scolarizzazione); il terzo, infine, viene misurato dal reddito pro-capite espresso in Dollari USA a parità di potere di acquisto nei diversi paesi.

- **Speranza di vita alla nascita (Life expectancy at birth):** numero di anni che un nuovo nato vivrebbe se il modello di mortalità esistente al momento della sua nascita non mutasse nel corso della sua vita. Statisticamente la speranza di vita alla nascita è il rapporto tra il totale di anni vissuti dalla generazione dopo l'età 0 ed i sopravvissuti all'età 0.
- **Tasso di alfabetismo (Adult literacy rate):** percentuale di persone, con età di almeno 15 anni, in grado di leggere e scrivere una breve, semplice dichiarazione sulla loro vita quotidiana.
- **United Nations Development Programme (UNDP):** organismo delle Nazioni Unite la cui finalità è l'assistenza allo sviluppo dei paesi poveri, favorendo in esso sentieri di crescita sostenibili.

Bibliografia

□ ***Barometro della Sostenibilità***

R. Prescott-Allen 1997, “Barometer of sustainability. Measuring and communicating wellbeing and sustainable development”, IUCN, <<http://www.iucn.org/themes/eval/english/barometer.pdf>>, visto il 12 lug. 2001.

IUCN 2001, “Methods and Tools for Assessing Sustainability”, <<http://www.iucn.org/themes/eval/english/tools.htm>>, visto il 12 lug. 2001

□ ***Impronta Ecologica***

Dholakia R. & Wackernagel M. 1999, “Calculate your ecological footprint”, Redefining Progress, <<http://www.lead.org/leadnet/footprint/intro.htm>>, visto il 12 lug. 2001.

Gil Friend and Associate 1996, “Zero Ecological Footprint: How Lightly Can We Tread?”, <<http://www.natlogic.com/resources/nbl/v05/n05.html>>, visto il 12 lug. 2001

ICLEI 2000, “Ecological footprint of nations sample calculations”, ICLEI, <<http://www.iclei.org/iclei/efcalcs.htm>>, visto il 31 ago. 2000.

Rees W. 1996, “Revisiting carrying capacity: area-based indicators of sustainability”, <<http://dieoff.org/page110.htm>>, visto il 12 lug. 2001.

Simmons C. & Chammers M. 1998, “Footprinting UK Households. How big is your ecological garden”, <<http://www.bestfootforward.com/>>, visto il 12 lug. 2001.

Simmons C., Lewis K., “Two Feet – Two Approaches: A Component-based model of ecological footprinting”, <<http://www.bestfootforward.com/>>, visto il 12 lug. 2001.

Wackernagel M. e Rees W. E. 1996, “L'impronta ecologica. Come ridurre l'impatto dell'uomo sulla terra”, Edizioni Ambiente.

Wackernagel M. et al. 1997, “Ecological footprints of nations. How much nature do they use? How much nature do they have?”, <<http://www.ecouncil.ac.cr/rio/focus/report/english/footprint/>>, visto il 12 lug. 2001.

Wackernagel et. al. 2000, “Calculate your own ecological footprint using a spreadsheet file”, Redefining Progress <<http://www.rprogress.org/programs/sustainability/ef/calculate.html>>, visto il 12 lug. 2001
(download file Ecological Footprint 2000 RP.xls)-

Wackernagel M., Richardson D. 1998, “What is an ecological footprint?” <<http://www.esb.utexas.edu/dnrnm/WhatIs/ecofootprint.htm>>, visto il 12 lug. 2001.

□ ***Indice di Progresso Genuino***

Anielsky M. 1999, “The Genuine Progress Indicator”, Pembina Institute, <<http://www.piad.ab.ca/green/gpi.htm>>, visto il 12 lug. 2001.

Anielski M., Rowe J. 1999 (a), “Genuine Progress Indicator 1998: executive summary”, Redefining Progress, <http://www.rprogress.org/pubs/gpi1998/gpi1998_execsum.html>, visto il 12 lug. 2001.

Anielski M., Rowe J. 1999 (b), “The Genuine Progress Indicator - 1998 Update”, Redefining Progress, <http://www.rprogress.org/pubs/pdf/gpi1998_data.pdf>, visto il 12 lug. 2001.

Baker L. 1999, "Real wealth. The Genuine Progress Indicator could provide an environmental measure of the planet health", emagazine.com, <http://www.emagazine.com/may-june_1999/0599feat2.html>, visto il 12 lug. 2001.

Cobb C., Halstead T., Rowe J. 1995, "If the Economy Is Up, Why Is America Down?", The Atlantic Monthly, vol.276, no.4, October 1995, <<http://www.theatlantic.com/politics/ecbig/gdp.htm>>, visto il 12 lug. 2001.

Cobb C., Goodman G. S. and Wackernagel M. 1999, "Why bigger isn't better: the Genuine Progress Indicator - 1999 Update", Redefining Progress, <<http://www.rprogress.org/pubs/pdf/gpi1999.pdf>>, visto il 12 lug. 2001.

Redefining Progress 1999, "GPI Case Study no. 1. Food for thought: the GDP is padded with fat-ours", Redefining Progress, <http://www.rprogress.org/pubs/gpi1999/food_for_thought.html>, visto il 12 lug. 2001.

Redefining Progress 1999, "GPI Case Study no. 2. Consuming kids", Redefining Progress, <http://www.rprogress.org/pubs/gpi1999/consuming_kids.html>, visto il 12 lug. 2001.

Rowe J. 1999, "The growth consensus unravels", Dollars and Sense, <<http://www.igc.apc.org/dollars/1999/224rowe.html>>, visto il 12 lug. 2001.

Rowe J. & Silvester J. 1999, "The GDP myth. Why "growth" isn't always a good thing", The Washington Monthly, <<http://www.washingtonmonthly.com/features/1999/9903.rowe.growth.html>>, visto il 12 lug. 2001.

□ *Indice di Sviluppo Umano*

UNDP 2001 (a), "Analytical tools for human development", UNDP <<http://www.undp.org/hdro/anatools.htm>>, visto il 12 lug. 2001.

UNDP 2001 (b), "Human Development Report 2001. Making new technologies work for human development", UNDP (**Download Chapter 1 and Indicators**), in <<http://www.undp.org/hdr2001/>>, visto il 12 lug. 2001.

□ *Trend di particolare rilievo*

Brown R. L., Renner M. Halweil B. 1999, "Vital signs 99. I trend ambientali e sociali che disegnano il nostro futuro", Edizioni Ambiente.

Brown R. L., Renner M. Halweil B. 2000, "Vital signs 2000. I trend ambientali e sociali che disegnano il nostro futuro", Edizioni Ambiente.

Lezione 3

Protocollo di Kyoto

Obiettivi Didattici

La lezione sul Protocollo di Kyoto propone all'attenzione del lettore una panoramica sugli aspetti principali di tale documento, sulle questioni ancora irrisolte, e su alcune delle sue implicazioni per i paesi industrializzati.

Il suo obiettivo principale è quello di offrire un'informazione sufficientemente completa sul Protocollo che, soffermandosi principalmente sugli aspetti economici, metta in evidenza i nodi critici del dibattito che da esso è scaturito.

Il modulo è fruibile sia da esperti di questioni energetiche ed ambientali sia da non esperti. I primi avranno l'opportunità di sistematizzare le proprie conoscenze sull'argomento; i secondi potranno, invece, impossessarsi di una materia che, nei prossimi anni, potrebbe avere un potente impatto sul sistema economico internazionale e sulle nostre vite.

Il modulo propone anche un glossario sulle parole di Kyoto che costituisce un punto di riferimento per orientarsi in un documento, ed in un dibattito, di grande complessità.

Temi della lezione

Questa lezione approfondisce il Protocollo di Kyoto, uno degli accordi internazionali in assoluto più importanti per la protezione ambientale del pianeta, e intende offrire una panoramica su tre suoi aspetti principali: i contenuti fondamentali, le questioni ancora aperte, le implicazioni della sua attuazione per i paesi industrializzati.

Cominceremo con l'esaminare i punti essenziali del Protocollo, le sue scadenze, i suoi vincoli, le forme di flessibilità che esso prevede. In tale contesto esamineremo anche il processo di negoziazione che ha portato al Protocollo.

Nell'ambito dell'illustrazione dei suoi contenuti fondamentali, ci soffermeremo su alcune delle numerose questioni che devono essere ancora chiarite. Fino ad oggi, a circa quattro anni dalla stesura del Protocollo, tali nodi critici non sono stati ancora sciolti, nonostante si sia cercato di farlo in diversi incontri ufficiali (Conferenze delle Parti). Si

tratta di un problema molto importante dalla cui soluzione dipenderà notevolmente l'attuazione del Protocollo e la sua fisionomia definitiva.

Infine, ci soffermeremo sulle implicazioni per le economie industrializzate, ossia per quei paesi che il Protocollo sottopone al rispetto di un vincolo nelle emissioni di gas serra. Analizzeremo, attraverso alcuni studi quantitativi, la distanza che separa i diversi paesi dal target e cercheremo di derivare una sorta di quadro sintetico delle criticità dei paesi.

L'origine del Protocollo: la UNFCCC

Il Protocollo di Kyoto è strettamente connesso alla United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC, vedi United Nations 1992 b). La UNFCCC è stata negoziata nel 1991 e 1992 ed è entrata in vigore il 21 marzo 1994. Il suo obiettivo è definito all'art. 2:

- *“The ultimate objective (...) is to achieve, in accordance with the relevant provisions of the Convention, stabilization of greenhouse gas concentrations in the atmosphere at a level that would prevent dangerous anthropogenic interference with the climate system. Such a level should be achieved within a time-frame sufficient to allow ecosystems to adapt naturally to climate change, to ensure that food production is not threatened and to enable economic development to proceed in a sustainable manner”.*

Dunque, la UNFCCC ambisce a stabilizzare la concentrazione dei gas serra nell'atmosfera a livelli non pericolosi ed in tempi utili. Tale stabilizzazione dovrebbe avvenire nel rispetto di alcuni principi guida (art. 3), tra i quali “responsabilità comuni ma differenziate” e “precauzionalità”:

- *“The Parties should protect the climate system for the benefit of present and future generations of humankind, on the basis of equity and in accordance with their common but differentiated responsibilities and respective capabilities. (...) The Parties should take precautionary measures to anticipate, prevent or minimize the causes of climate change and mitigate its adverse effects. Where there are threats of serious or irreversible damage, lack of full scientific certainty should not be used as a reason for postponing such measures, taking into account that policies and measures to deal with climate change should be cost-effective so as to ensure global benefits at the lowest possible cost”.*

Qui la Convenzione si riallaccia agli art. 7 e 15 della Dichiarazione di Rio (vedi United Nations 1992 a), due principi di importanza fondamentale, intorno ai quali ruota, implicitamente, una parte rilevante della contesa sul cambiamento climatico.

Organi principali della UNFCCC

La UNFCCC istituisce, all'art. 7, una Conferenza delle Parti (COP) come suo supremo organo. La COP ha come finalità principale l'implementazione della Convenzione, a tal fine può dar vita ad iniziative che hanno valenza legale (*legal instruments*) e si riunisce una volta l'anno. La COP è assistita da due organi: il *Subsidiary Body for Implementation* (SBI) ed il *Subsidiary Body for Scientific and Technical Advice* (SBSTA).

Il SBI assiste la COP nella verifica dell'implementazione della Convenzione e nella preparazione ed implementazione delle sue decisioni (art.10).

Il SBSTA ha, invece, finalità di carattere tecnico ed assiste la COP nella verifica dello stato della conoscenza scientifica sul cambiamento climatico, degli effetti delle misure prese nell'implementazione della Convenzione, ed in generale fornisce assistenza su ricerca, tecnologia e programmi scientifici rilevanti per il cambiamento climatico (art. 9). Il SBI ed il SBSTA si riuniscono una o due volte l'anno.

La Conferenza delle Parti da Berlino a Kyoto

Il primo incontro della COP ha avuto luogo a Berlino nel 1995 ed è particolarmente importante perché è all'origine del "Gruppo ad hoc sul Mandato di Berlino". L'obiettivo di questo Gruppo era quello di avviare un'analisi approfondita sugli elementi chiave per l'adozione di un provvedimento legale, o di un protocollo, per il periodo successivo al 2000, al fine di rafforzare i vincoli della Convenzione.

Il quarto incontro del Gruppo ad hoc ha coinciso con la COP 2 di Ginevra: da esso emerse la Dichiarazione di Ginevra che, oltre ad approvare le conclusioni degli studi dell'IPCC sul cambiamento climatico, auspicò significative riduzioni nelle emissioni dei gas serra e l'adozione di obiettivi legalmente vincolanti. Il periodo che va dall'incontro di Ginevra (luglio 1996) a quello di Kyoto (dicembre 1997) è

caratterizzato da due elementi principali, assai importanti: la riflessione sui meccanismi di flessibilità quali strumenti per adempiere eventuali vincoli; la richiesta di Clinton di una partecipazione significativa dei paesi in via di sviluppo al negoziato, e la conseguente presa di distanza del gruppo G-77/China da qualsiasi accordo per esso vincolante.

Infine, nel dicembre 1997, c'è stata la COP di Kyoto: nella città giapponese, dopo lunghe negoziazioni, è stato approvato il Protocollo.

Cos'è il Protocollo di Kyoto

Il Protocollo di Kyoto (vedi UNFCCC 1997) è un accordo internazionale per la riduzione delle emissioni di gas serra, responsabili del surriscaldamento del pianeta. Il Protocollo è stato firmato a Kyoto il 7 dicembre 1997, il giorno seguente alla chiusura ufficiale della terza Conferenza delle Parti della United Nations Framework Convention on Climate Change. L'adozione del Protocollo di Kyoto ha rappresentato la tappa più rilevante del processo di negoziazione per il controllo del cambiamento climatico, avviato dalla Conferenza di Rio de Janeiro del 1992.

L'accordo entra in vigore 90 giorni dopo la ratifica del Protocollo effettuata da almeno 55 Parti aderenti alla Convenzione (UNFCCC), le cui emissioni rappresentino almeno il 55% del totale di CO₂ al 1990 dei paesi appartenenti all'Annex I, ossia dei paesi OCSE e delle Economie in Transizione (paesi dell'Europa Centrale e dell'Est).

Cosa prevede il Protocollo

Il protocollo di Kyoto ha come obiettivo la riduzione delle emissioni di un "basket" di sei gas: anidride carbonica (CO₂), metano (CH₄), ossido di azoto (N₂O), esafluoruro di zolfo (SF₆), idrofluorocarburi (HFCs) e perfluorocarburi (PFCs).

I Paesi soggetti a vincolo di emissione sono 39, indicati nell'Annex I.

Il tasso di riduzione delle emissioni (misurate in CO₂ equivalenti, in relazione al "Global Warming Potential" indicato dall'IPCC per ciascun gas) è differenziato per ogni Paese. Il valore medio di riduzione è pari al 5,2%.

Alcuni significativi tassi di riduzione sono: Europa -8%, USA -7%, Canada, Ungheria, Polonia e Giappone -6%, Russia, Ucraina e Nuova Zelanda stabilizzazione delle emissioni, Norvegia +1%, Australia +8% ed Islanda +10%.

L'obiettivo di riduzione è da realizzare nell'intervallo 2008-2012, utilizzando come anno base il 1990 per i primi tre gas o, per i restanti tre e a discrezione della Parte, il 1995.

Come le Parti possono rispettare l'accordo

L'accordo lascia alle Parti un certo grado di libertà nel raggiungimento dell'obiettivo. Oltre a ridurre le emissioni di gas serra al proprio interno attraverso interventi domestici (policies and measures), le Parti possono utilizzare alcuni meccanismi che dovrebbero dar luogo, attraverso la flessibilità, alla minimizzazione dei costi. La forma più importante di flessibilità è quella economica. Essa è generata dai seguenti strumenti, denominati meccanismi di Kyoto, oppure meccanismi flessibili (vedi: R. Kopp, M. Toman and M. Cazorla (1998), .).

- Emissions Trading (ET): i paesi dell'Annex I che riducono le emissioni in misura maggiore rispetto al target loro imposto, possono “vendere” tale surplus ad altri Paesi soggetti a vincolo di emissione (Articoli 3 e 17).
- Joint Implementation (JI): i paesi dell'Annex I possono collaborare per raggiungere i loro obiettivi. Le Parti possono trasferire o acquisire “emission reduction units” (ERUs) realizzate attraverso specifici progetti implementati in altri paesi dell'Annex I (Articolo 6).
- Clean Development Mechanism (CDM): governi o privati dei Paesi industrializzati possono realizzare progetti di riduzione delle emissioni in Paesi in via di sviluppo ottenendo “certified emission reductions” (CERs) il cui ammontare contribuisce al rispetto del loro target (Articolo 12).

Altre forme di flessibilità

Il Protocollo prevede altre due forme di flessibilità:

- flessibilità di basket, generata dal seguente meccanismo: il target di riduzione si riferisce al basket dei sei gas ed i paesi hanno la possibilità di raggiungerlo ottimizzando le entità di riduzione dei singoli gas che, come noto, hanno diverso potere di trattenere il calore e, dunque, diverso impatto sul clima;
- flessibilità di compensazione, generata dal seguente meccanismo: il target di riduzione si riferisce alle emissioni nette calcolate tenendo conto della capacità di assorbimento della natura risultante da cambiamenti nell'uso del territorio indotti dall'uomo (attività di forestazione, riforestazione e deforestazione avvenute a partire dal 1990).

Tali forme di flessibilità, in particolare l'Emissions Trading, la Joint Implementation ed il Clean Development Mechanism, costituiscono un aspetto importante del Protocollo per le numerose implicazioni che da esse scaturiscono. Vediamole da vicino.

Emissions Trading e permessi d'inquinamento negoziabili

L'idea sottesa all'Emissions Trading è quella dei permessi di inquinamento negoziabili. I permessi sono uno strumento di politica ambientale che può consentire significativi risparmi di costo nel raggiungimento di un certo livello di inquinamento ritenuto ottimo. L'idea di fondo è che, dato un certo standard di inquinamento aggregato (es. 1 Mton. annue di SO₂ per una certa area o nazione), gli inquinatori ricevano, seguendo certi criteri distributivi, un certo ammontare di permessi ad inquinare, ossia la possibilità di inquinare fino ad una certa soglia. In aggregato, la somma di tutti i permessi degli inquinatori eguaglia lo standard globale. Nel rispettare lo standard imposto, l'inquinatore ha tre possibilità: a) utilizzare tutti i permessi di cui è in possesso; b) abbattere le emissioni inquinanti (ad esempio, attraverso la tecnologia), utilizzando meno permessi di quelli che gli sono stati distribuiti, e vendere i permessi residui ad altri inquinatori; c) abbattere le emissioni inquinanti in misura minore rispetto allo standard imposto, acquistando permessi da quegli inquinatori che abbattano più del

richiesto. In tal modo, si viene a creare un mercato dei permessi (da qui il termine permessi negoziabili) il cui effetto è la minimizzazione dei costi di abbattimento delle emissioni inquinanti. Ciò accade perché, a differenza dello standard ambientale tradizionale, i permessi non obbligano tutti gli inquinatori ad abbattere le emissioni nella stessa misura. Piuttosto, abatteranno di più gli inquinatori che hanno costi di abbattimento più bassi, e di meno quelli con costi di abbattimento più alti, che ricorreranno in maggior misura ai permessi, acquistandoli sul mercato. In tal modo, i costi di abbattimento complessivi vengono minimizzati.

L'Emissions Trading nel Protocollo di Kyoto

Il Protocollo di Kyoto prevede, con l'Emissions Trading, un meccanismo analogo a quello dei permessi. Se un paese abbatte le proprie emissioni in misura superiore a quanto richiesto dal Protocollo, può vendere tale “surplus di abbattimento” ad un altro paese soggetto a vincolo di emissione. In ogni caso, il target aggregato imposto dal Protocollo (-5,2%) è rispettato. Pertanto, l'Emissions Trading consente alle Parti un certo grado di libertà nel raggiungimento del target. Se, ad esempio, per qualche ragione, un paese ha difficoltà ad attivare le politiche energetiche ed ambientali necessarie per rispettare il Protocollo, può ricorrere all'Emissions Trading e acquistare da un altro paese l'abbattimento di gas serra di cui ha bisogno. Ciò deve essere considerato un fatto positivo. D'altra parte, occorre riconoscere che l'Emissions Trading introduce la possibilità, per i paesi che vi ricorrono, di limitare, o evitare del tutto, interventi domestici (policies and measures) di decarbonizzazione. Ciò non è necessariamente positivo, soprattutto se i paesi in questione sono caratterizzati da inefficienza energetica e, pertanto, vi sono margini per interventi di miglioramento del sistema energetico. Inoltre, consentendo l'acquisto da un altro paese, l'Emissions Trading riduce le possibilità che l'abbattimento complessivo dei gas serra superi, in aggregato, il livello previsto dal Protocollo.

Quanto Emissions Trading?

La questione della complementarità

Sin dalle negoziazioni di Kyoto, e poi nelle successive Conferenze delle Parti, l'Emissions Trading, al pari degli altri meccanismi flessibili, è stato al centro di un

intenso dibattito. L'oggetto della divisione risiede in un passaggio dell'art. 17 del Protocollo nel quale si afferma:

- *“Any such trading shall be supplemental to domestic actions for the purpose of meeting quantified emission limitation and reduction commitments ...”*.

Dunque, secondo il Protocollo il ricorso all'Emissions Trading dovrà essere supplementare alle azioni domestiche, ovvero affiancarle e non sostituirle del tutto. Ma di quanto dovrà affiancarle? In che misura dovrà essere supplementare? Su tale domanda, si confrontano, a grandi linee, due posizioni. Da una parte, vi è l'Unione Europea che vorrebbe porre un limite quantitativo all'Emissions Trading, un tetto, al fine di non penalizzare eccessivamente gli interventi domestici. Dall'altra, vi è l'Umbrella Group (USA, Canada, Australia, Nuova Zelanda, Giappone, Norvegia, Islanda, Russia, Ucraina) che è favorevole ad una maggiore apertura, teoricamente senza limiti, all'Emissions Trading. Occorre sottolineare come la questione sia concreta, poiché alcuni Paesi sono caratterizzati da notevoli surplus di abbattimento. In particolare, a ragione della recessione economica, per la Russia, l'Ucraina e l'Europa dell'Est si prevedono abbattimenti delle emissioni dei gas serra cospicui, superiori del 20%-30% a quanto richiesto dal Protocollo (vedi L. Cozzi 2001). Si pone dunque il problema di decidere cosa fare di tale surplus, comunemente definito “hot air”, ed in che misura renderlo disponibile per le altre parti.

La Joint Implementation

Per Joint Implementation s'intende la realizzazione congiunta di progetti da parte di paesi sottoposti a vincoli di emissione. In particolare, il paese A (paese investitore) può realizzare nel paese B (paese ospite) un progetto (es. centrale elettrica) le cui emissioni di gas serra (es. 1000 ton. CO₂ annue) sono inferiori alle emissioni che sarebbero generate da un progetto standard (es. 1500 ton. CO₂ annue) che il paese B avrebbe realizzato nel caso in cui non vi fosse stato l'investimento estero. La Joint Implementation è descritta nell'art. 6 del Protocollo, dove si afferma:

- *“any Party included in Annex I may transfer to, or acquire from, any other such Party emission reduction units resulting from projects aimed at reducing anthropogenic emissions by sources or enhancing anthropogenic removals by sinks of greenhouse gases in any sector of the economy, provided that: (...) (b) Any such*

project provides a reduction in emissions by sources, or an enhancement of removals by sinks, that is additional to any that would otherwise occur”.

In altri termini, progetti realizzati tra paesi dell'Annex I e specificamente rivolti alla riduzione delle emissioni antropogeniche, anche attraverso assorbimento da parte di serbatoi (sinks) di gas serra (es. foreste), danno luogo ad emission reduction units (ERUs) che possono essere trasferite tra le parti.

Quante Emission Reduction Units (ERUs)?

La questione dell'addizionalità

Anche la Joint Implementation, come l'ET, è caratterizzata da alcune questioni aperte. Come già visto, l'art. 6 fa riferimento a “reduction in emissions by sources, or an enhancement of removals by sinks, that is additional to any that would otherwise occur”. Il termine critico è “additional”: cosa s'intende con questa parola? Come deve essere conteggiata la riduzione di emissioni addizionale? Quale deve essere il punto di partenza (baseline) dal quale effettuare il conteggio? Si tratta di un argomento di grande rilevanza perché la sua soluzione influenza il potenziale sviluppo della Joint Implementation: baseline stringenti limitano il potenziale di ERUs derivante dai progetti e, quindi, li rendono meno attraenti. Al contrario, baseline ampie hanno l'effetto opposto. Sulla questione della baseline esiste un'ampia letteratura [per una panoramica dei problemi vedi A. Michelowa (link a sito <http://perso.easynet.fr/~michaelo/ji.htm>)]. E' possibile ipotizzare diversi tipi di baseline: specifiche per progetto, ovvero calcolate per un certo progetto e valide solo per quello; specifiche per settore; specifiche per tecnologia; regionali, per paesi, per macroaree, ecc. Rispetto all'orizzonte temporale, invece, le baseline possono essere costanti, cioè lasciate inalterate per tutto il periodo di vita del progetto, oppure dinamiche, cioè soggette a modifica a ragione dei cambiamenti tecnologici che emergono nel tempo.

La questione della baseline è strettamente connessa a quella dell'addizionalità, ed in parte esse coincidono. Tuttavia, la questione dell'addizionalità è più ampia. Infatti, secondo alcune interpretazioni l'addizionalità non andrebbe riferita semplicemente alla riduzione di emissioni, ma andrebbe intesa anche in senso finanziario. In altri termini, occorrerebbe includere nella Joint Implementation solo quei progetti che effettivamente liberano nuove risorse finanziarie e che, quindi, non sarebbero stati realizzati in assenza di un programma di Joint Implementation.

Il Clean Development Mechanism

Il CDM è discusso nell'art. 12 del Protocollo dove, al punto 2, si esplicita che il suo obiettivo è duplice: favorire nei paesi non Annex I, ovvero nei paesi in via di sviluppo, un sentiero di sviluppo sostenibile, e nello stesso tempo assistere i paesi Annex I nel loro sforzo di raggiungere i target imposti:

- *“The purpose of the clean development mechanism shall be to assist Parties not included in Annex I in achieving sustainable development and in contributing to the ultimate objective of the Convention, and to assist Parties included in Annex I in achieving compliance with their quantified emission limitation and reduction commitments under Article 3”.*

Il meccanismo è simile a quello della Joint Implementation con una differenza principale: i progetti vengono realizzati non all'interno di paesi Annex I, ma da paesi Annex I in paesi non Annex I. I secondi ne ricavano una spinta allo sviluppo, mentre i primi ottengono Certified Emission Reductions (CERs) che possono essere utilizzate per rispettare il vincolo previsto dal Protocollo:

- *“Parties included in Annex I may use the certified emission reductions accruing from such project activities to contribute to compliance with part of their quantified emission limitation and reduction commitments...”*

[per approfondimenti vedi: J. Goldemberg (1998), K.G. Begg et al. (2000)].

Quante Certified Emission Reductions (CERs)?

Di nuovo l'addizionalità

Il CDM ripropone, naturalmente, le questioni della baseline e dell'addizionalità che abbiamo già incontrato nella Joint Implementation, essendo ad essa simile. Infatti, anche nell'art. 12, al punto 5 (c), vi è un riferimento esplicito all'addizionalità:

- *“Reductions in emissions that are additional to any that would occur in the absence of the certified project activity”.*

I due dibattiti, pertanto, confluiscono in un unico grande dibattito in cui i termini JI e CDM vengono spesso intesi come intercambiabili. Tuttavia, esiste una differenza significativa tra i due meccanismi: mentre nell'art. 6 vi è un riferimento esplicito a progetti "enhancing anthropogenic removals by sinks of greenhouse gases", nell'art. 12 tale possibilità non viene citata. Si tratta di un punto di importanza crescente perché ci si è resi conto che il potenziale di assorbimento dei serbatoi naturali di CO₂ (foreste) è molto elevato e, pertanto, i progetti di CDM orientati alla riforestazione sono assai attraenti.

La Conferenza delle Parti dopo Kyoto

Dopo Kyoto, vi sono state altre COP nelle quali si è cercato di chiarire le questioni aperte ("Kyoto unfinished business"). Un anno dopo Kyoto, alla COP 4, le Parti si sono incontrate a Buenos Aires. Al termine di questo incontro, esse hanno approvato il Piano d'Azione di Buenos Aires il cui obiettivo era di chiarire, entro l'anno 2000, alcune delle questioni irrisolte del Protocollo: in particolare, i meccanismi di flessibilità (denominati anche "meccanismi di Kyoto"), l'implementazione degli articoli 4.8 e 4.9 della Convenzione e degli articoli 2.3 e 3.14 del Protocollo (finanziamento, trasferimento di tecnologia e assistenza ai paesi in via di sviluppo al fine di minimizzare gli effetti negativi del cambiamento climatico).

Bonn (COP 5), un anno dopo Buenos Aires, è stata una tappa interlocutoria in cui le Parti hanno cominciato ad affrontare alcune delle questioni poste sul tappeto dalla COP 4: particolare attenzione è stata posta sul CDM, sulle azioni domestiche e sulle iniziative di capacity building, ovvero su azioni tendenti a rafforzare la capacità dei paesi in via di sviluppo di fronteggiare il cambiamento climatico e di crescere economicamente. La COP 5 ha generato una bozza di 32 decisioni e conclusioni, facendo registrare un certo ottimismo circa la possibilità di rendere operativo il Protocollo entro il 2002.

Infine, vi è stata la COP 6, a L'Aja, nella quale l'ottimismo maturato a Bonn è stato smentito dai fatti.

Corpi di discussione alla COP 6 de L'Aja

La Conferenza de L'Aja si è sviluppata intorno a quattro corpi di discussione:

- ***Negative effects and capacity building***: questo blocco di discussione si concentra sulle misure da attuare per contrastare gli effetti negativi del cambiamento climatico e sul rafforzamento della *capacity building*, ovvero la costruzione nei paesi in via di sviluppo di attività in grado di far decollare endogenamente un processo di sviluppo che non aggravi il *global warming*.
- ***Mechanisms***: si tratta di precisare i ruoli e le responsabilità delle varie istituzioni e di definire i criteri guida e le regole di implementazione dell'ET (*Emission Trading*, art. 3 e 17), del CDM (*Clean Development Mechanism*, art. 12) e della JI (*Joint Implementation*, art. 6).
- ***Land Use, Land-Use Change and Forestry (LULUCF)***: la discussione si concentra sull'art. 3.3: "*removals by sinks resulting from direct human-induced land-use change and forestry activities, limited to afforestation, reforestation and deforestation since 1990*". Infatti, al punto 4 dello stesso articolo si dichiara che occorrerà decidere "...*how, and which, additional human-induced activities related to (...) removals by sinks in the agricultural soils and the land-use change and forestry categories shall be added to, or subtracted from, the assigned amounts for Parties included in Annex I*".
- ***Compliance, policies and measures, accounting and reporting***: questo blocco di discussione incorpora il dibattito su: provvedimenti da prendere nei casi di non rispetto dell'accordo (art. 18 sulla compliance); interventi domestici (*policies and measures*) e cooperazione tra le Parti al fine di accrescere l'efficacia individuale e combinata dei diversi interventi; definizione sui criteri di contabilizzazione delle emissioni e sul loro reporting (per un approfondimento sulla COP 6 vedi E. Di Giulio 2001).

Sintesi sui nodi critici alla COP 6

In sintesi, i dibattiti e le domande a cui ha dato vita la COP 6 possono essere così riassunti (vedi Tab 3.1):

Tab 3.1 - Principali nodi critici del negoziato alla COP 6

<p><i>Additionality</i> <i>(CDM e JI)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Ambientale • Finanziaria • Tecnologica 	<p><i>Baseline</i> <i>(CDM e JI)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Standardizzata • Specifica per progetto • Specifica per settore • Specifica per paese • Specifica per tecnologia • Multi-progetto 	<p><i>Eligibility</i> <i>(CDM e JI)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Elenco di progetti (es. esclusione nucleare e carbone) • Corsia veloce per piccoli progetti (quanti MW? 1? 10? 50?) • Ipotesi sui sinks: a) esclusi; b) esclusi temporaneamente; c) inclusi con limitazioni quantitative e/o qualitative 	<p><i>Supplementarity</i> <i>(CDM, JI ed ET)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • EU: limite del 50% sull'uso combinato dei meccanismi • Umbrella Group: nessun limite • G77: limite su ET e JI, e non su CDM
<p><i>Liability</i> <i>(soprattutto ET)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Venditore • Compratore • Sistema misto 	<p><i>Share of proceeds</i> <i>(soprattutto CDM)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Quanto prelevare? • Quanto destinare a cosa? 	<p><i>Compliance</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Detrazione dal periodo successivo (con penalty) • Probabile perdita di elegibility in ET, JI e CDM • Obbligo di sottomissione di un compliance action plan • Possibilità di appello? 	<p><i>Sinks</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Quali ammettere: qual è la definizione di foresta? • In che misura sono ammessi? • Inclusi nel CDM e se sì, in che misura?

- Addizionalità: ambientale, finanziaria, tecnologica?
- Baseline: standardizzata, multi-progetto, oppure specifica per progetto, per settore, per paese, per tecnologia?
- Eleggibilità: quali sono i progetti che possono essere ammessi nei programmi di CDM e JI? Vi sarà un elenco dei progetti che, ad esempio, escluderà il nucleare o il carbone? Vi sarà una corsia veloce per i piccoli progetti, ad esempio per quelli inferiori ai 10 MW? I sinks saranno esclusi? Saranno esclusi solo temporaneamente, oppure saranno inclusi ma con limitazioni quantitative e/o qualitative?

- Supplementarità: occorre porre un limite all'uso dei meccanismi, come vuole l'Unione Europea (vedi EU 2000 c)? E se sì, sarà un limite complessivo su tutti i meccanismi (es. 50%)? Oppure non vi sarà alcun limite, come vorrebbe idealmente l'Umbrella Group?
- Liability: cosa accade nel caso di vendita di falsi crediti di CO₂ nell'ambito dell'ET? Su chi ricade la responsabilità? Sul venditore, sul compratore, oppure vi sarà un sistema misto?
- Quota dei ricavi dei progetti: l'art. 12 del Protocollo che *“a share of proceeds from certified project activities is used (...) to assist developing country Parties that are particularly vulnerable to the adverse effects of climate change to meet the costs of adaptation”*. Quanto prelevare? Quanto destinare a cosa?
- Rispetto dell'accordo: cosa fare in caso di non rispetto? Oltre ad obbligare la Parte inadempiente a predisporre un *“compliance action plan”*, occorre anche multarla, oppure detrarre l'eccesso di emissioni dall'ammontare consentito nel periodo successivo? Oppure entrambe le cose? Vi è possibilità di appello? Vi è perdita di eleggibilità per l'ET, il CDM e la JI?
- Sinks: in che misura sono ammessi assorbimenti di carbonio da parte dei sinks? Cosa s'intende con la parola sinks? Quali tipi di sinks possono essere ammessi? Bisogna includerli, ed in che misura, nel CDM?

L'incontro di Bonn e le prospettive del Protocollo di Kyoto

Le numerose questioni aperte, viste al punto precedente, non sono state chiarite dalla COP 6. A L'Aja, l'accordo tra le Parti è sfumato. Tuttavia, formalmente la COP 6 non è stata chiusa, ma sospesa. Infatti, dopo L'Aja, il dibattito è proseguito in un incontro a Bonn, nel luglio 2001, in cui i paesi hanno trovato un accordo su alcune importanti questioni. In particolare, tra i diversi punti, segnaliamo i seguenti:

- accettazione dei sinks, ma con limiti specifici per paesi. In aggregato, l'uso dei sinks è limitato a circa il 3.4% dell'ammontare assegnato ai paesi Annex I. Ciò significa che il 5.2% di riduzione potrà essere realizzato per il 3.4% attraverso interventi di management forestale e per il rimanente 1.8% ricorrendo ad interventi domestici oppure ai meccanismi di Kyoto.
- rimozione di limiti quantitativi all'uso dei meccanismi di Kyoto (questione della complementarità);

- inclusione dei sinks nel CDM;
- esclusione delle centrali nucleari dalla JI e dal CDM;
- il 2% dei profitti del CDM rimane nel paese ospitante a copertura dei costi di adattamento;
- ‘punizioni’ per i casi di non-compliance (si tratta di una proposta): in particolare, per ogni tonnellata di gas serra emessa in eccesso rispetto al target nel primo commitment period (2008-2012), il paese non adempiente dovrà, nel secondo commitment period (2013-2017), abbattere le proprie emissioni di 1.3 tonnellate addizionali. Inoltre, dovrà implementare un Compliance Action Plan e la sua eleggibilità quale venditore di crediti di abbattimento sul mercato delle emissioni di carbonio sarà sospesa.

Certamente, si tratta di passi avanti significativi sul piano dell'accordo. D'altra parte, occorre riconoscere che l'incontro di Bonn riduce il ruolo degli interventi domestici ed amplifica quello dei sinks e degli strumenti di Kyoto. In definitiva, l'accordo è stato reso possibile proprio dalle concessioni che l'Unione Europea ha fatto agli altri paesi. Ciò ha consentito il cambiamento nella posizione di Australia, Canada, Giappone e Russia, ora più vicini alla ratifica del Protocollo.

Entro il 2001, vi sarà la COP 7 a Marrakech. Rispetto alla COP 6, la COP 7 goderà di un quadro istituzionale certo negli Stati Uniti, con un Presidente già insediato. D'altra parte, la nuova amministrazione Bush non sembra essere caratterizzata da una spiccata vocazione ambientale e ciò potrebbe risultare non favorevole al negoziato.

Ciò che è certo è che, nonostante Bonn, ancora numerosi problemi devono essere chiariti e che solo 37 paesi, nessuno dei quali del gruppo Annex I, hanno ratificato il Protocollo (dato UNFCCC del 20/07/01). Inoltre, i fatti hanno dimostrato che la definizione di scadenze non necessariamente si rivela strategia vincente: il Piano di Azione di Buenos Aires prevedeva di chiudere le questioni aperte entro il 2000, ma ciò non è accaduto. D'altra parte, occorre riconoscere che negli ultimi 5-10 anni la sensibilità ambientale è mutata considerevolmente e sempre più si assiste al fenomeno di imprese che, anche attraverso programmi di emissions trading interni, si impegnano in azioni di controllo delle emissioni di CO₂. Ciò è molto importante se si pensa che dal

1973 al 1998 le emissioni mondiali di CO₂ sono aumentate di circa il 40%, da 16.222 Mil. ton. nel 1973 a 22.525 Mil. ton. nel 1998.

Alcuni dati sul clima

La mutata sensibilità ambientale è certamente, anche, una risposta al fenomeno del global warming (vedi EPA 2000 e Greenpeace 1998) sul quale, negli ultimi anni, vi è sempre maggiore consenso. La temperatura media del pianeta è in crescita (0,3°-0,6°C dal 1860) ed il livello dei mari è aumentato (10-25 cm). Su questo trend convergono i maggiori esperti (vedi UNFCCC 2000 e <http://www.epa.gov/globalwarming/climate>) ed anche coloro che si oppongono al Protocollo (vedi <http://www.globalclimate.org/>). Gli anni Novanta rappresentano la decade più calda dal 1850: i sette anni più caldi si sono verificati all'interno di questo periodo. In assoluto, il 1998 ed il 1997 sono stati gli anni più caldi (0,57°C al di sopra della media del periodo 1961-1990). Un'analisi della temperatura del pianeta, stimata utilizzando oltre 400 serie storiche (dagli alberi, dai coralli e dal ghiaccio), segnala che il 20° secolo è il più caldo del millennio (vedi UEA 2000). Nel suo intervento alla COP 6, l'IPCC ha rivisto al rialzo le sue previsioni di aumento della temperatura globale entro l'anno 2100, passando da un incremento compreso tra 1° e 3,5°C. ad uno compreso nel range 1° – 6° C.

Certo, alcune incertezze permangono, ad esempio circa il ruolo degli oceani, l'effetto dell'aumento della temperatura sulle foreste – e conseguentemente sull'assorbimento di carbonio -, la variabilità regionale. Tuttavia, è indiscutibile che la nota frase dell'IPCC “*the balance of evidence suggests a discernible human influence on the climate system*” raccolga, rispetto a 5-10 anni fa, un consenso maggiore e crescente.

Alcuni dati sulle emissioni di CO₂

Le emissioni mondiali di CO₂ sono in crescita. Secondo le previsioni del World Energy Outlook dell'IEA (vedi L. Cozzi 2001), quelle dei paesi Annex I, in particolare di quelli industrializzati, supereranno al 2010 il target di Kyoto di parecchi punti percentuali: 41,7% per il Nord America, 28,7% per l'area del Pacifico, 18% per l'Europa. I Paesi in via di Sviluppo giocheranno un ruolo sempre più importante nell'emettere gas serra. Al 2020, il World Energy Outlook prevede, rispetto ad oggi, una crescita del 60% delle

emissioni di CO₂ mondiali, con il 70% di tale crescita proveniente dai paesi in via di sviluppo. Secondo l'IEA, le quote dell'OCSE, dei PvS e delle economie in transizione passeranno, rispettivamente, dal 51%, 38% e 11%, del 1997, al 40%, 50% e 10%, nel 2020 (vedi Tab. 3.2).

Tab. 3.2: Emissioni di CO₂ e target nei paesi dell'Annex B, 2010 (Mil. ton. di CO₂)
(fonte: L. Cozzi 2001)

	<i>Kyoto Target</i>	<i>Emissioni previste</i>	<i>Delta (%)</i>
Nord America	4 935	6 995	41.7
Europa	3 664	4 323	18.0
Pacifico	1 307	1 682	28.7
Russia	2 357	1 670	-29.1
Ucraina ed Europa dell'Est	1 150	867	-24.6
Totale	13 413	15 537	15.8

Pertanto, rispettare il Protocollo sarà impresa ardua che, a meno di un massiccio ricorso ai sinks e ai meccanismi di Kyoto, costringerà i diversi paesi a sforzi intensi di decarbonizzazione dei loro sistemi energetici e delle loro economie. Tuttavia, a tal proposito è importante sottolineare che quello che sembra un obiettivo molto ambizioso, rappresenta solo una piccola azione rispetto a ciò che occorrerebbe fare. Basti pensare che, secondo l'IPCC, la stabilizzazione dei gas serra (0%) avrebbe come effetto di spostare il raddoppio della concentrazione dei gas serra nell'atmosfera di meno di 5 anni (vedi UNFCCC 2000).

Tutto ciò induce a ritenere che è di estrema importanza agire subito, e nel tempo definire obiettivi sempre più ambiziosi che prevedano, anche, il coinvolgimento dei paesi in via di sviluppo. Poiché, come si è visto, essi contribuiranno sempre più alle emissioni globali di gas serra, non considerarli significherebbe indebolire notevolmente qualsiasi azione di intervento.

Considerazioni sugli obiettivi dei Paesi

E' interessante osservare i target di alcuni paesi congiuntamente ai valori delle emissioni di CO₂ pro-capite ed al rapporto tra CO₂ e Prodotto Nazionale Lordo. Al fine di fare qualche considerazione anche sugli andamenti, si sono riportati sia i valori del 1995 che quelli del 1998 (vedi Tab. 3.3).

Tab. 3.3 – Target di Kyoto, emissioni di CO₂ pro-capite e per GDP al 1995 e al 1998

	Target	CO ₂ /POP 1998 (ton/ab.)	CO ₂ /GDP 1998 (Mton/'90US\$1000)	CO ₂ /POP 1995 (ton/ab.)	CO ₂ /GDP 1995 (Mton/'90US\$1000)
<i>Australia</i>	+8%	16,95	0,83	15,84	0,85
<i>Austria</i>	-13%	7,73	0,33	7,45	0,34
<i>Belgio</i>	-7,5%	12,46	0,57	11,07	0,56
<i>Canada</i>	-6%	15,84	0,72	11,55	0,57
<i>Danimarca</i>	-21%	11,77	0,36	11,47	0,42
<i>Francia</i>	0%	6,62	0,29	6,23	0,29
<i>Germania</i>	-21%	10,68	0,46	10,83	0,49
<i>Giappone</i>	-6%	9,07	0,35	9,17	0,36
<i>Grecia</i>	+25%	8,11	0,88	7,33	0,85
<i>Irlanda</i>	+13%	10,72	0,49	9,75	0,58
<i>Italia</i>	-6,5%	7,63	0,36	7,4	0,37
<i>Olanda</i>	-6%	11,54	0,52	11,57	0,57
<i>Portogallo</i>	+27%	5,59	0,67	5,13	0,7
<i>Regno Unito</i>	-12,5%	9,57	0,50	9,64	0,55
<i>Stati Uniti</i>	-7%	20,32	0,78	19,88	0,85

Il primo dato che emerge è la diversità nei target dei diversi paesi. Ad un estremo vediamo Danimarca e Germania (-21%) e all'altro Grecia e Portogallo (+25% e + 27%). Anche i valori della CO₂ pro-capite sono fortemente differenziati: valori molto elevati si registrano nel Nord America (USA e Canada) ed in Australia, mentre il Portogallo e la Francia si caratterizzano per i valori più bassi in assoluto. E' interessante osservare che per quasi tutti i paesi il valore della CO₂ pro-capite è aumentato dal 1995 al 1998. Il dato sul rapporto CO₂/GDP conferma, in parte, quello sulla CO₂ pro-capite, con il Nord America e l'Australia ancora caratterizzati dai valori più elevati. In generale, non emergono relazioni significative tra i target ed i due rapporti e ciò induce a ritenere che nell'assegnazione dei target, a Kyoto e poi all'interno dell'Unione Europea, un ruolo importante sia stato giocato dalla capacità di contrattazione dei paesi.

Come rispettare il vincolo

Cosa può fare un paese per centrare il target? Se ci si concentra sugli interventi domestici, la metodologia della Kaya identity (vedi Lezione 1) offre una prima, chiara risposta sulle aree di intervento. Scriviamo la Kaya identity:

$$CO_2 = \frac{CO_2}{Energia} * \frac{Energia}{Re\ ddito} * \frac{Re\ ddito}{Popolazione} * Popolazione$$

Concentrandoci sui paesi industrializzati, vediamo subito che dei quattro fattori che spiegano la CO₂, solo i primi due possono essere usati per centrare in target. Gli ultimi due, infatti, rappresentano leve sulle quali non si può o non si vuole intervenire. Infatti, nessun paese sembra oggi disposto a barattare la crescita economica (reddito pro-capite) con le emissioni di CO₂, mentre la popolazione non rappresenta una leva di intervento per le aree ricche, svolgendo un ruolo marginale, e a volte nullo (vedi Tab. 3.4), nella crescita delle emissioni di anidride carbonica.

Tab. 3.4: Ipotesi di crescita economica e demografica (tassi medi annui, 1997-2020) (fonte: L. Cozzi 2001)

	PIL	Popolazione
	1997 - 2020	1997 - 2020
<i>OCSE</i>	2.0 %	0.3 %
Economie in Transizione	3.1 %	0 %
Cina	5.2 %	0.7 %
Est Asia	4.2 %	1.1 %
Sud Asia	4.7 %	1.4 %
America Latina	3.2 %	1.3 %
Africa	2.9 %	2.1 %
Medio Oriente	3.2 %	2.6 %
Paesi in via di Sviluppo	4.3 %	1.3 %
Mondo	3.1 %	1.1 %

Rimangono gli altri due coefficienti, ovvero l'intensità carbonica per energia consumata (CO₂/Energia) e l'intensità energetica (Energia/Reddito). Ciò significa che occorre agire sul mix energetico, per abbassare il rapporto CO₂/Energia, oppure sulla struttura dell'economia, sull'efficienza tecnica e sugli stili di vita, al fine di abbassare il rapporto Energia/Reddito. In altre parole, ciò che gli stati possono fare è: a) espandere la quota delle fonti rinnovabili, del nucleare e del gas, ovvero di fonti con bassi o nulli coefficienti di emissione; b) alleggerire le economie attraverso l'espansione dei servizi e la dematerializzazione, migliorare l'efficienza tecnica degli impianti industriali e delle centrali elettriche attraverso l'introduzione di tecnologie più efficienti, orientarsi verso stili di vita a basso consumo energetico attraverso programmi di risparmio e di gestione ottima dell'energia (vedi Tab. 3.5).

Tab. 3.5 - Coefficienti della Kaya identity, fattori e politiche che li influenzano

Coefficienti di Kaya sui quali agire	Fattori che determinano i coefficienti di Kaya	Principali politiche per mitigare le emissioni di CO₂
CO ₂ /Energia	<ul style="list-style-type: none"> • mix energetico 	<ul style="list-style-type: none"> • espansione delle energie rinnovabili, del nucleare e del gas
Energia/Reddito	<ul style="list-style-type: none"> • struttura dell'economia • efficienza tecnica • stili di vita 	<ul style="list-style-type: none"> • espansione dei servizi, dematerializzazione • diffusione tecnologie efficienti • risparmio energetico, DSM, audit energetici, ecc.

Distanza dal target

Abbiamo già visto che le previsioni dell'International Energy Agency segnalano un gap tra gli obiettivi di Kyoto e le emissioni previste. Ad eccezione dell'area russa e di quella dell'Europa dell'Est, tutte le aree saranno distanti dal target. Per il Nord America, la distanza supererebbe il 40% (vedi Tab. 3.2). Ciò accadrà se non si mettono in atto, con rapidità, robuste politiche di contenimento delle emissioni [per approfondimenti sui costi e i benefici delle politiche contro il global warming, vedi C. D. Kolstad and M. Toman (2000)].

La Kaya identity offre la possibilità di approfondire il confronto tra emissioni previste e target. A tal fine si possono costruire degli scenari che definiscono di quanto, date certe previsioni al 2010, dovrebbero diminuire i rapporti CO₂/Energia ed Energia/Reddito. In altre parole, si utilizzano due dei quattro coefficienti dell'identità come variabili di controllo ignorando, per le ragioni viste in precedenza, gli altri due. Gli scenari possono essere costruiti ripartendo lo sforzo per centrare il target (diminuzione dei coefficienti) in diverso modo, ad esempio 1/2 dello sforzo su CO₂/Energia ed 1/2 dello sforzo su Energia/Reddito, oppure 2/3 dello sforzo su CO₂/Energia ed 1/3 dello sforzo su Energia/Reddito, oppure secondo altre combinazioni. Un ulteriore passo avanti può essere fatto confrontando le variazioni richieste dei due coefficienti con le variazioni passate, e così ricavare delle indicazioni sulla criticità dell'obiettivo per i diversi paesi. Ad esempio, laddove la variazione media annua richiesta ai due coefficienti è maggiore della massima variazione media annua storica, si può ritenere che il paese è chiamato ad

uno sforzo eccezionale. D'altra parte, occorre riconoscere che proprio quei paesi che in passato non hanno prodotto certi miglioramenti dell'intensità carbonica e dell'intensità energetica hanno maggiore spazio per compierli nel futuro.

Criticità dei Paesi

L'analisi effettuata con la metodologia degli scenari costruiti usando la Kaya identity ci consente di individuare quali sono i paesi in posizione maggiormente critica. Laddove un paese non ha mai prodotto, nel passato, il miglioramento richiesto per uno dei due coefficienti, diremo che siamo di fronte ad una situazione di media criticità; laddove il miglioramento non è stato mai prodotto per entrambi i coefficienti, diremo che siamo di fronte ad elevata criticità. Ipotizzando tre scenari (1,2, 3), in cui lo sforzo per centrare il target è ripartito, rispettivamente, metà sull'intensità carbonica e metà sull'intensità energetica, 2/3 sull'intensità carbonica e 1/3 sull'intensità energetica, 1/3 sull'intensità carbonica e 2/3 sull'intensità energetica, avremo la situazione rappresentata nella tabella 3.6 (per approfondimenti vedi L. Cozzi ed E. di Giulio 1998):

Tab. 3.6 - Gradi di criticità nel raggiungimento dell'obiettivo

	Media Criticità	Elevata Criticità
Scenario 1	Australia, Olanda	Grecia, Portogallo, Stati Uniti
Scenario 2	Australia, Grecia, Italia, Irlanda, Olanda, Stati Uniti	Portogallo
Scenario 3	Olanda, Stati Uniti	Australia, Grecia, Portogallo

E' interessante osservare come il grado di criticità sia indipendente dal livello di industrializzazione del paese: ad esempio, nello scenario 1, gli Stati Uniti si trovano in una situazione di elevata criticità al pari della Grecia e del Portogallo, paesi certamente meno avanzati sul piano industriale.

Un ulteriore passo avanti nell'indagine potrebbe essere quella di concentrarsi su uno dei due coefficienti (ad esempio CO₂/Energia), e vedere cosa implichi la riduzione necessaria per centrare il target (in termini di cambiamenti del mix energetico).

Valutazione complessiva del Protocollo

Una valutazione complessiva del Protocollo di Kyoto è impresa non semplice, essendo il Protocollo non ancora ratificato ed implementato, nonché oggetto di interpretazioni e contrattazioni. Al di là di tale enorme incertezza, si può affermare che il Protocollo, in positivo:

- rappresenta un esempio virtuoso di dialogo tra i paesi, un primo passo, un meta-accordo di sostenibilità globale e partecipata.
- ha spostato la battaglia sul climate change dal piano delle idee a quello delle politiche. Esso comincia a condizionare le politiche ambientali ed energetiche dei governi, nonché le strategie dell'industria e l'azione delle istituzioni.

D'altra parte, occorre riconoscere, in negativo, che:

- le regole del gioco, sui meccanismi di flessibilità e sulla compliance, non sono state ancora del tutto definite. Non sappiamo quale peso avranno il CDM, l'ET e la JI rispetto alle azioni domestiche, né cosa accadrebbe se un paese non rispettasse un vincolo accettato.
- esiste un problema ampio di ratifica internazionale.
- al di là degli importantissimi problemi di equità, è un dato di fatto che l'esclusione dei PvS dal vincolo di emissione indebolisce notevolmente la forza del Protocollo.

In definitiva, non sappiamo se e come sarà applicato il Protocollo di Kyoto. Sarà il futuro a sciogliere questo nodo e a dire se esso rappresenti un successo oppure una velleitaria utopia.

Glossario

Activities Implemented Jointly (AIJ): programma di azioni per il contenimento del cambiamento climatico che i paesi realizzano congiuntamente. Sostanzialmente, si tratta di una fase pilota della Joint Implementation (vedi) e del Clean Development Mechanism (vedi) attraverso la quale i paesi acquisiscono esperienza. Le riduzioni delle emissioni di gas serra realizzate in questa fase non danno luogo a crediti di emissione da utilizzare per adempiere i vincoli previsti dal Protocollo di Kyoto [vedi anche Certified Emission Reduction (CER) ed Emission Reduction Unit (ERU)].

Additionality: termine originato dagli articoli sulla JI (Joint Implementation, vedi) e sul CDM (Clean Development Mechanism, vedi) del Protocollo di Kyoto. Secondo tali articoli, i paesi soggetti a vincolo di emissione (vedi Annex I Countries) possono intraprendere - in altri paesi Annex I, oppure in paesi in via di sviluppo – progetti che generano “reductions in emissions that are additional to any that would occur in the absence of the certified project activity”. Tali riduzioni addizionali possono essere portate, dai Paesi Annex I, in detrazione delle proprie emissioni interne di gas serra. Le Conferenze delle Parti (vedi Conference of the Parties) non hanno ancora chiarito se l’addizionalità debba essere intesa solo in termini fisico-ambientali (riduzione di emissioni) oppure anche in termini finanziari, ovvero se si debbano prendere in considerazione solo quei progetti che effettivamente liberano nuove risorse finanziarie e che, quindi, non sarebbero stati realizzati in assenza di un programma di JI o CDM. Infine, occorre sottolineare come anche un’interpretazione circoscritta alla sola riduzione delle emissioni possa rivelarsi problematica poiché la semplice contabilizzazione di tale riduzione costituisce operazione non semplice (vedi Baseline).

Ad Hoc Group on the Berlin Mandate (AGBM): gruppo di lavoro creato dalla COP 1 (vedi Conference of the Parties) con l’obiettivo di dare avvio ad un’analisi approfondita sugli elementi chiave per l’adozione di un provvedimento legale, o di un protocollo, sulla mitigazione delle emissioni di gas serra per il periodo successivo al 2000, al fine di rafforzare i vincoli della UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change, vedi).

Afforestation: piantare alberi su aree, potenzialmente idonee, che non hanno ospitato boschi e foreste nel passato.

Alliance of Small Island States (AOSIS): gruppo di piccole isole e di paesi costieri particolarmente sensibili agli effetti del cambiamento climatico. Costituitosi nel 1990, include più di 40 paesi posizionati negli oceani, nell'area caraibica, nel Mediterraneo.

Annex A: annesso al Protocollo di Kyoto in cui vengono esplicitati i sei gas serra (vedi Greenhouse Gas) oggetto dell'accordo.

Annex B Countries: elenco di paesi, inclusi nell'annesso B del Protocollo di Kyoto, che hanno accettato di rispettare un vincolo per le proprie emissioni di gas serra. L'Annex B coincide in larga parte, ma non del tutto, con l'Annex I: ad esempio, l'Annex B include la Croazia, la Slovenia, il Liechtenstein ed il Principato di Monaco, che non sono inclusi nell'Annex I.

Annex I Countries: elenco di paesi inclusi nell'annesso I alla UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change, vedi) che include i paesi OCSE e quelli con economie in transizione (Europa centrale e dell'Est, esclusa la ex-Jugoslavia e l'Albania). Nell'articolo 4.2 a e 4.2 b della UNFCCC tali paesi si impegnavano alla stabilizzazione delle emissioni di gas serra ai livelli dell'anno 1990. Tutti gli altri paesi non inclusi nell'elenco vengono solitamente definiti Non-Annex I. Il Protocollo di Kyoto fa riferimento a riduzioni quantitative delle emissioni di gas serra dei paesi Annex I, tuttavia ne definisce i valori quantitativi nell'annesso B (vedi Annex B Countries).

Annex II Countries: elenco di paesi, inclusi nell'annesso II della UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change, vedi) che include i paesi OCSE, ovvero quei paesi che, secondo gli articoli 4.3, 4.4 e 4.5 della UNFCCC, dovrebbero promuovere il trasferimento di tecnologia pulita ai paesi in via di sviluppo.

Assigned Amount: ammontare di gas serra che ogni paese soggetto a vincolo di emissione si è impegnato a non eccedere nel periodo 2008-2012 (vedi Commitment Period). Per ciascun paese, esso si calcola moltiplicando le sue emissioni di gas serra al 1990 per 5 (i 5 anni del commitment period) e, poi, per la percentuale prevista nell'Annex B (vedi anche Annex B Countries e Part of Assigned Amount).

Banking: possibilità prevista dall'art. 3.13 del Protocollo di Kyoto che consente ad un paese soggetto a vincolo di emissione di utilizzare riduzioni delle proprie emissioni di gas serra in eccesso rispetto al proprio target per periodi successivi al primo Commitment Period (vedi). Mentre il banking è ammesso dal Protocollo, il borrowing, ovvero l'utilizzo nel primo commitment period di crediti emergenti in periodi ad esso seguenti, è escluso.

Baseline: linea di riferimento dalla quale si parte nel conteggio delle riduzioni delle emissioni dei gas serra nei progetti di Joint Implementation (vedi) o di Clean Development Mechanism (vedi). E' possibile ipotizzare diversi tipi di baseline: specifiche per progetto, ossia calcolate per un certo progetto e valide solo per quello; specifiche per settore; specifiche per tecnologia; regionali, per paesi, per macroaree, ecc. Rispetto all'orizzonte temporale, invece, le baseline possono essere costanti, cioè lasciate inalterate per tutto il periodo di vita del progetto, oppure dinamiche, cioè soggette a modifica a ragione dei cambiamenti tecnologici che emergono nel tempo. La rilevanza del dibattito sulla baseline scaturisce dal fatto che baseline stringenti limitano il potenziale di ERUs (Emission Reduction Unit, vedi) e di CERs (Certified Emission Reduction, vedi) derivante dai progetti e, quindi, li rendono meno attraenti. Al contrario, baseline ampie hanno l'effetto opposto.

Berlin Mandate: accordo, raggiunto alla COP 1 di Berlino (1995), che ha costituito la base del Protocollo di Kyoto [Vedi anche Conference of the Parties (COP) e Ad Hoc Group on the Berlin Mandate (AGBM)].

Bubble: possibilità, prevista dall'art. 4 del Protocollo di Kyoto, di adempiere il vincolo sulle emissioni di gas serra, per bolle, ossia per macroregioni. L'Unione Europea rappresenta una bolla, ovvero ha un target globale del - 8% che, in un secondo tempo, è stato ripartito tra i diversi stati (Italia: -6,5%; Francia: 0%; Germania: -21%; UK: -12,5%; ecc.).

Buenos Aires Plan of Action (BAPA): Piano d'Azione approvato a Buenos Aires nel 1998, al termine della COP 4 (vedi Conference of the Parties), il cui obiettivo era di chiarire, entro l'anno 2000, alcune delle questioni irrisolte del Protocollo di Kyoto: in particolare, i meccanismi di Kyoto (vedi Kyoto Mechanisms) e questioni quali il finanziamento, il trasferimento di tecnologia e l'assistenza ai paesi in via di sviluppo al

fine di minimizzare gli effetti negativi del cambiamento climatico. La scadenza prevista dal BAPA non è stata rispettata.

Capacity building: azioni che hanno l'obiettivo di rafforzare la capacità dei paesi in via di sviluppo di fronteggiare il cambiamento climatico e di crescere economicamente nel rispetto dell'ambiente. Costituisce uno dei blocchi di discussione delle COP (vedi Conference of the Parties).

Carbon: elemento chimico (C) diffuso in natura, costituente fondamentale di flora e fauna. Presente in atmosfera in forma di anidride carbonica (vedi Carbon Dioxide).

Carbon Dioxide (CO₂): anidride carbonica, gas inerte, incolore, inodore, non tossico e non infiammabile, presente naturalmente nell'atmosfera. Viene originato anche dalla combustione dei combustibili fossili, della biomassa e dall'uso del territorio (vedi Land Use, Land Use Change and Forestry). Rappresenta il principale gas serra (vedi Greenhouse Gas) e costituisce circa l'81% delle emissioni di gas serra dei paesi Annex I (vedi Annex I Countries). Il rapporto di massa tra carbonio ed anidride carbonica è pari a 12/44.

Certified Emission Reduction (CER): una CER rappresenta un definito ammontare di riduzione delle emissioni di gas serra realizzato attraverso un progetto di CDM (Clean Development Mechanism, vedi).

Clean Development Mechanism (CDM): meccanismo flessibile previsto dall'art. 12 del Protocollo di Kyoto attraverso il quale i paesi soggetti a vincolo di emissione (vedi Annex I Countries) possono realizzare progetti in paesi in via di sviluppo ed in tal modo sia favorire lo sviluppo di quei paesi sia generare riduzioni di emissioni certificate [vedi Certified Emission Reduction (CER)] addizionali rispetto a quelle che sarebbero state originate da progetti alternativi standard. Le CERs possono essere utilizzate dai paesi Annex I che hanno realizzato il progetto per adempiere i loro obblighi di emissione nel Commitment Period (vedi). Le parti possono generare CERs a partire dal 2000 (vedi anche Additionality e Baseline).

Commitment Period: periodo di tempo entro il quale le parti soggette ai vincoli di emissione previsti dal Protocollo di Kyoto devono rispettare tali vincoli. Il primo

commitment period va dal 2008 al 2012. Il secondo periodo dovrà essere definito entro il 2005.

Compliance: adempimento degli obblighi previsti dal Protocollo di Kyoto (art. 18). Le COP (vedi Conference of the Parties) non hanno ancora definito i provvedimenti per i casi di non rispetto dell'accordo (non-compliance).

Conference of the Parties (COP): organo della UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change, vedi) che ha come finalità principale l'implementazione della Convenzione. A tal fine può dar vita ad iniziative che hanno valenza legale (legal instruments). Si riunisce una volta l'anno. La prima Conferenza delle Parti si è tenuta a Berlino nel 1995. La terza, tenutasi a Kyoto nel 1997, ha originato il Protocollo di Kyoto. La COP è assistita da due organi: il Subsidiary Body for Implementation (vedi) ed il Subsidiary Body for Scientific and Technical Advice (vedi). La COP opera anche come Meeting of the Parties (MOP, vedi).

Deforestation: distruzione di aree coperte da vegetazione (boschi, foreste, ecc.), derivante da incendi, disboscamenti, siccità, cambiamenti climatici, ecc.

Domestic Actions: azioni di politica energetico-ambientale realizzate all'interno di un paese al fine di rispettare il vincolo definito nel Protocollo di Kyoto. Alternativamente, i paesi hanno la possibilità di rispettare il vincolo ricorrendo ai meccanismi di Kyoto (vedi Kyoto Mechanisms).

Early Credit: crediti anticipati previsti dall'art. 12 del Protocollo di Kyoto per i progetti di CDM (Clean Development Mechanism, vedi). In particolare, le riduzioni di emissioni [vedi Certified Emission Reduction (CER)] derivanti da progetti di CDM a partire dal 2000 possono essere utilizzate per adempiere gli obblighi nel primo Commitment Period (vedi).

Economies in Transition (EIT): Economie in Transizione, paesi dell'ex blocco sovietico ora in trasformazione verso l'economia di mercato.

Eligibility: termine usato nel dibattito post-Kyoto con riferimento ai progetti di CDM (Clean Development Mechanism, vedi) e JI (Joint Implementation, vedi) ed ai criteri

che dovrebbero essere utilizzati per la loro approvazione. Deve essere ancora chiarito se, ed in che misura, i progetti che prevedono l'assorbimento di carbonio [vedi Sinks e Land Use, Land Use Change and Forestry (LULUCF)] siano eleggibili, ovvero ammissibili, in particolare nell'ambito di programmi di CDM.

Emission Reduction Unit (ERU): una ERU rappresenta un definito ammontare di riduzione delle emissioni di gas serra realizzato attraverso un progetto di JI (Joint Implementation, vedi), oppure scambiato nell'ambito dell'Emissions Trading (vedi).

Emissions Trading (ET): meccanismo flessibile, previsto dall'art. 17 del Protocollo di Kyoto, che prevede lo scambio di emissioni di gas serra realizzato tra Paesi soggetti a vincolo di emissione. In particolare, i paesi Annex I (vedi Annex I Countries) che riducono le emissioni in misura maggiore rispetto al target che hanno sottoscritto, possono vendere tale surplus ad altri Paesi soggetti a vincolo di emissione. Secondo il Protocollo, le commodity che possono essere oggetto di scambio sono due: "any part of an assigned amount" (vedi Part of Assigned Amount), cioè le emissioni dei paesi dell'Annex I sottoposti al rispetto di un vincolo, ed "any Emission Reduction Unit" (vedi), cioè le ERUs ottenute attraverso progetti di JI (Joint Implementation, vedi). Non è chiaro, invece, dal Protocollo, se sia scambiabile anche il terzo tipo di commodity, le CERs (Certified Emission Reduction, vedi), derivanti dalla realizzazione di progetti di CDM (Clean Development Mechanism, vedi) (vedi anche Fungibility).

Flexibility Mechanisms: vedi Kyoto Mechanisms.

Fungibility: termine usato nel dibattito post-Kyoto con riferimento agli scambi da realizzare nell'ambito dell'Emissions Trading (vedi). In particolare, il problema che tali scambi pongono è se le CERs (Certified Emission Reduction, vedi) acquisite nell'ambito di progetti di CDM (Clean Development Mechanism, vedi), possano essere assimilate del tutto alle ERUs (Emission Reduction Unit, vedi) e alle PAAs (Part of Assigned Amount, vedi), ovvero se le CERs possano diventare oggetto di scambio nell'ambito dell'Emissions Trading (vedi).

Global Environmental Facility (GEF): fondo gestito dalla World Bank, dall'UNEP (United Nations Environment Programme, vedi) e dall'UNDP (United Nations Development Programme, vedi), destinato ai progetti ambientali nell'ambito dei diversi

trattati internazionali. Il GEF rappresenta anche il meccanismo finanziario di cui si serve la UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change, vedi).

Global Warming: aumento della temperatura terrestre originato dalla crescita della concentrazione dei gas serra (vedi Greenhouse Gas) nell'atmosfera. Causa di tale crescita sono le attività industriali, di trasporto e di consumo dell'uomo legate, principalmente, alla combustione dei combustibili fossili. Secondo l'IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change, vedi), "the balance of evidence suggests a discernible human influence on the climate system" ed entro l'anno 2100 la temperatura terrestre potrebbe aumentare tra 1°C. e 6° C.

Global Warming Potential (GWP): rapporto tra lo schermo radiante risultante dall'emissione in atmosfera di 1 Kg. di un gas serra e quello risultante dall'emissione di 1 kg. di anidride carbonica, in un certo periodo di tempo. In altri termini, il GWP misura il contributo all'assorbimento delle radiazioni termiche, in un certo arco di tempo, di un gas serra in rapporto alla CO₂, presa come gas di riferimento. In particolare, dato un orizzonte temporale di 100 anni, alla CO₂ è assegnato un GWP di 1. Il GWP degli altri cinque gas oggetto del Protocollo è il seguente: metano (CH₄): 21; ossido di azoto (N₂O): 310; idrofluorocarburi (HFCs): 140-11.700; perfluorocarburi (PFCs): 6.500-9.200; esafluoruro di zolfo (SF₆): 23.900.

Greenhouse Effect: aumento della temperatura terrestre originato dai gas serra (vedi Greenhouse Gas) naturalmente presenti nell'atmosfera. L'aumento della loro concentrazione, a seguito della crescita delle attività industriali, di trasporto e di consumo di natura antropogenica, è all'origine del Global Warming (vedi).

Greenhouse Gas (GHGs): gas che concorrono all'effetto serra (vedi Greenhouse Effect) naturale. Il Protocollo di Kyoto ne prende in considerazione sei: anidride carbonica (CO₂), metano (CH₄), ossido di azoto (N₂O), idrofluorocarburi (HFCs), perfluorocarburi (PFCs), esafluoruro di zolfo (SF₆) [vedi anche Global Warming Potential (GWP)].

G77/China: Gruppo di più di 130 paesi in via di sviluppo (in origine erano 77) che, nell'ambito del negoziato sul cambiamento climatico, opera spesso come un insieme unitario.

Hot Air: termine che indica il surplus nell'abbattimento delle emissioni di gas serra, rispetto al target previsto dal Protocollo di Kyoto, da parte di alcuni paesi, in particolare Russia e Ucraina. Effetto della depressione economica, tale surplus di abbattimento potrebbe alimentare gli scambi di emissioni tra paesi (vedi Emissions Trading).

Hydrofluorocarbons (HFCs): idrofluorocarburi, gas industriali compresi nel basket oggetto del Protocollo di Kyoto. Il loro Global Warming Potential (vedi) è compreso tra 140 e 11.700.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC): panel creato nel 1988 dai governi, sotto gli auspici della WMO (World Meteorological Organization) e dell'UNEP (United Nations Environment Programme, vedi). Esso ha come fine quello di preparare rapporti, studi, valutazioni e linee guide sul cambiamento climatico e sui suoi effetti potenziali. Organizzato in 4 Gruppi di Lavoro [(I, Scienza; II) Impatto, Adattamento e Vulnerabilità); III) Mitigazione); IV) Contabilizzazione dei gas serra], l'IPCC assiste la COP (Conference of the Parties, vedi).

International Civil Aviation Organization (ICAO): organizzazione attraverso la quale, secondo l'art. 2.2 del Protocollo di Kyoto, deve essere perseguita la mitigazione o la riduzione dei gas serra derivanti dal trasporto aereo civile internazionale.

International Maritime Organisation (IMO): organizzazione attraverso la quale, secondo l'art. 2.2 del Protocollo di Kyoto, deve essere perseguita la mitigazione o la riduzione dei gas serra derivanti dal trasporto marittimo.

Joint Implementation (JI): meccanismo flessibile previsto dall'art. 6 del Protocollo di Kyoto attraverso il quale i paesi soggetti a vincolo di emissione (vedi Annex I Countries) possono realizzare progetti in altri paesi Annex I ed in tal modo generare ERUs (Emission Reduction Unit, vedi) addizionali rispetto a quelle che sarebbero state originate da progetti alternativi standard. Esso differisce dal Clean Development Mechanism (vedi) perché non prevede né la realizzazione di progetti in paesi in via di sviluppo né la possibilità di generare riduzioni di emissioni a partire dal 2000. Sebbene l'art. 6 non faccia uso del termine Joint Implementation, tale denominazione si è largamente affermata.

Kyoto Mechanisms: meccanismi previsti dal Protocollo di Kyoto per consentire ai paesi soggetti a vincolo di emissione di adempiere i loro obblighi non solo attraverso gli interventi domestici (vedi Domestic Actions). Definiti anche Meccanismi Flessibili (FlexMex), comprendono l'Emissions Trading (vedi), la Joint Implementation (vedi) e il Clean Development Mechanism (vedi).

Kyoto Protocol: accordo internazionale per la riduzione delle emissioni di gas serra. Siglato a Kyoto nel dicembre 1997, nell'ambito della COP 3 (vedi Conference of the Parties), il Protocollo entrerà in vigore 90 giorni dopo la ratifica del Protocollo effettuata da almeno 55 Parti aderenti alla UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change, vedi), le cui emissioni rappresentino almeno il 55% del totale delle emissioni di anidride carbonica, al 1990, dei paesi appartenenti all'Annex I (vedi Annex I Countries), ovvero dei paesi OCSE e delle Economie in Transizione (paesi dell'Europa Centrale e dell'Est). I gas oggetto dell'accordo sono sei: anidride carbonica (CO₂), metano (CH₄), ossido di azoto (N₂O), esafluoruro di zolfo (SF₆), idrofluorocarburi (HFCs) e perfluorocarburi (PFCs). Le Parti soggette a vincolo di emissione sono 39, indicati nell'Annex B (vedi Annex B Countries). Il valore medio di riduzione delle emissioni (misurate in CO₂ equivalenti) è pari al 5,2%. Alcuni significativi tassi di riduzione sono: Europa, -8%; USA, -7%; Canada, Ungheria, Polonia e Giappone, -6%; Russia, Ucraina e Nuova Zelanda, 0%; Norvegia, +1%; Australia, +8%; Islanda, +10%. L'obiettivo di riduzione è da realizzare nell'intervallo 2008-2012 (vedi Commitment Period), utilizzando come anno base il 1990 per i primi tre gas o, per i restanti tre e a discrezione delle Parti, il 1995.

Land Use, Land Use Change and Forestry (LULUCF): Insieme di attività previste dall'art. 3 del Protocollo di Kyoto che i paesi soggetti a vincolo di emissione possono utilizzare per rispettare i loro obblighi. In particolare, i vincoli previsti dal Protocollo si riferiscono alle emissioni nette calcolate tenendo conto della capacità di assorbimento della natura risultante da cambiamenti nell'uso del territorio indotti dall'uomo [(attività di forestazione (vedi Forestation), riforestazione (vedi Reforestation) e deforestazione (vedi Deforestation) avvenute a partire dal 1990)] (vedi anche Sinks).

Meeting of the Parties (MOP): organo del Protocollo di Kyoto che ha potere di riunirsi solo quando il Protocollo entrerà in azione. Il MOP è l'unico organo che può

emendare il Protocollo. Per evitare duplicazioni la COP (Conference of the Parties, vedi) agisce anche come MOP.

Methane (CH₄): metano, gas compreso nel basket oggetto del Protocollo di Kyoto. Il suo Global Warming Potential (vedi) è pari a 21.

National Communication: comunicazione periodica prevista dalla UNFCCC ((United Nations Framework Convention on Climate Change, vedi) e dal Protocollo di Kyoto attraverso la quale i paesi danno informazioni circa l'adempimento degli obblighi da essi assunti. Le comunicazioni nazionali contengono, pertanto, informazioni sia sulle emissioni sia sulle politiche e sulle azioni domestiche (vedi Domestic Actions).

Nitrous Oxide (N₂O): ossido di azoto, gas compreso nel basket oggetto del Protocollo di Kyoto. Il suo Global Warming Potential (vedi) è pari a 310.

No Regrets: azioni ed interventi di mitigazione o riduzione delle emissioni di gas serra che hanno anche altri impatti positivi sull'ambiente, a costi zero o nulli.

Part of Assigned Amount (PAA): parte dell'ammontare assegnato (vedi Assigned Amount) che costituisce oggetto di transazione nell'ambito dell'Emissions Trading (vedi) (vedi anche Fungibility).

Perfluorocarbons (PFCs): perfluorocarburi, gas industriali compresi nel basket oggetto del Protocollo di Kyoto. Il suo Global Warming Potential (vedi) è compreso tra 6.500 e 9.200.

Policies and Measures (PAMs): azioni, interventi, politiche, tecnologie e processi intrapresi da un paese, isolatamente o in modo coordinato con altri paesi, per mitigare le emissioni di gas serra (vedi Greenhouse Gas).

Precautionary Principle: incorporato nel principio 15 della Dichiarazione di Rio sullo Sviluppo e l'Ambiente (1992) e nella UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change, vedi), questo principio afferma che, qualora vi siano minacce di danni seri e irreversibili all'ambiente, l'assenza di certezza scientifica circa un fenomeno (ad es. effetto serra) non deve essere utilizzata come giustificazione per

posporre misure di prevenzione del danno ambientale. Pertanto, il principio precauzionale afferma che, in caso di incompleta conoscenza scientifica e di possibilità di danni non rimediabili, è bene evitare il rischio con un'azione preventiva basata su un'informazione imperfetta piuttosto che rimandare l'azione per acquisire informazioni certe.

Quantified Emission Limitation and Reduction Commitment (QELRC): termine che indica ufficialmente, nel Protocollo di Kyoto, il target di limitazione o di riduzione delle emissioni di gas serra assunto dalle Parti.

Reforestation: piantare alberi su terre già forestali, ma distrutte o depauperate nel tempo a causa dell'attività umana, di incendi, ecc.

Second Assessment Report (SAR): rapporto che, pubblicato dall'IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change, vedi) nel 1995, ha costituito la base scientifica delle negoziazioni che hanno portato al Protocollo di Kyoto.

Share of Proceeds: termine usato nell'art. 12 del Protocollo di Kyoto, in cui si afferma che “a share of proceeds from certified project activities is used (...) to assist developing country Parties that are particularly vulnerable to the adverse effects of climate change to meet the costs of adaptation”. In altri termini, una quota dei ricavi derivanti da progetti di CDM (Clean Development Mechanism, vedi) dovrebbe essere utilizzata per assistere i paesi vulnerabili al cambiamento climatico.

Sinks: ecosistemi, foreste ed attività che rimuovono, assorbendolo, il carbonio dall'atmosfera. Il Protocollo di Kyoto prevede che i paesi soggetti a vincolo di emissione possano fare uso, per assorbire il carbonio, delle attività di LULUCF (Land Use, Land Use Change and Forestry, vedi).

Subsidiary Body for Implementation (SBI): organo che assiste la COP (Conference of the Parties, vedi) nella verifica dell'implementazione della Convenzione e nella preparazione ed implementazione delle sue decisioni. Si riunisce una o due volte l'anno.

Subsidiary Body for Scientific and Technical Advice (SBSTA): organo, con finalità di carattere tecnico, che assiste la COP (Conference of the Parties, vedi) nella verifica

dello stato della conoscenza scientifica sul cambiamento climatico, degli effetti delle misure prese nell'implementazione della Convenzione, ed in generale fornisce assistenza su ricerca, tecnologia e programmi scientifici rilevanti per il cambiamento climatico. Si riunisce una o due volte l'anno.

Sulphur hexafluoride (SF₆): esafluoruro di zolfo, gas compreso nel basket oggetto del Protocollo di Kyoto. Il suo Global Warming Potential (vedi) è pari a 23.900.

Supplementarity: termine originato dagli articoli sulla Joint Implementation (vedi) e sull'Emissions Trading (vedi) del Protocollo di Kyoto, nei quali si afferma che tali meccanismi flessibili (vedi Kyoto Mechanisms) debbano essere supplementari alle azioni domestiche, ovvero agli interventi sul territorio nazionale (es. tassazione ambientale, risparmio energetico) che mitigano le emissioni di gas serra. In altri termini, i paesi soggetti a vincolo di emissione possono rispettare il proprio target facendo uso della Joint implementation e dell'ET solo limitatamente.

Third Assessment Report (TAR): terzo rapporto dell'IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change, vedi) sul Cambiamento Climatico (2001) che offre informazioni aggiornate sugli aspetti tecnico-scientifici del fenomeno (impatto, adattamento, mitigazione, ecc.) [vedi anche Second Assessment Report (TAR)].

Umbrella Group: gruppo di paesi che, in alcune negoziazioni sul cambiamento climatico, ha operato come un unico blocco. Ne fanno parte gli USA, il Canada, l'Australia, la Nuova Zelanda, il Giappone, la Norvegia, l'Islanda, la Russia e l'Ucraina.

Unfinished Business: punti, temi, argomenti del Protocollo di Kyoto che devono essere ancora chiariti, ovvero rispetto ai quali le COP (Conference of the Parties, vedi) non hanno ancora dato un'interpretazione univoca. Molti di essi concernono i meccanismi di Kyoto (vedi Kyoto Mechanisms) e questioni quali l'addizionalità (vedi Additionality), la supplementarità (vedi Supplementarity), l'eleggibilità (vedi Eligibility), la fungibilità (vedi Fungibility).

United Nations Development Programme (UNDP): organismo delle Nazioni Unite la cui finalità è l'assistenza allo sviluppo dei paesi poveri, favorendo in essi sentieri di crescita sostenibili.

United Nations Environment Programme (UNEP): organismo delle Nazioni Unite la cui finalità è il coordinamento delle azioni a favore dell'ambiente intraprese dai paesi, da istituzioni governative e non.

United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC): Convenzione delle Nazioni Unite che ha come obiettivo ultimo la stabilizzazione della concentrazione dei gas serra nell'atmosfera a livelli non pericolosi ed in tempi utili. I principi guida ai quali essa si ispira sono quelli delle "responsabilità comuni ma differenziate" ("the Parties should protect the climate system for the benefit of present and future generations of humankind, on the basis of equity and in accordance with their common but differentiated responsibilities and respective capabilities") e della "precauzionalità" (vedi Precautionary Principle). Siglata alla Conferenza di Rio de Janeiro del 1992, la UNFCCC prevedeva per i paesi Annex I (vedi Annex I Countries), come primo obiettivo senza valore legale, la stabilizzazione delle emissioni di gas serra ai livelli del 1990 entro l'anno 2000. Firmata e ratificata da più di 150 paesi, la UNFCCC costituisce la base del Protocollo di Kyoto.

Bibliografia

K. G. Begg et al. (2000), “Initial Evaluation of Clean Development Mechanism-type Projects in Developing Countries”, UK Department for International Development (DFID)

T. Cadman (2000), “The clearcut case: how the Kyoto Protocol could become a driver for deforestation”, Report Commissioned and Published by Greenpeace International and the WWF Climate Change Campaign.

L. Cozzi (2001), “Prospettive energetiche mondiali al 2020: i messaggi del World Energy Outlook”, *Energia* 1/2001.

L. Cozzi ed E. Di Giulio (1998), “Da Kyoto a Buenos Aires”, *Energia* 4/98

L. Cozzi ed E. Di Giulio (1999), “Il Protocollo di Kyoto: contenuti, aspetti critici e implicazioni per i paesi industrializzati”, Eni, Scuola Superiore Enrico Mattei, Studi & Ricerche 3-1999 (in http://www.eni.it/scuolamattei/italiano/edicola/edi_studi.html)

E. Di Giulio and F. Gostinelli (2000), “Expectations towards reality: how renewable sources can help Europe to meet its Kyoto target”, EMF/IEA/IIASA International Energy Workshop, Stanford, California, 20-22 June 2000.

E. Di Giulio (2000), “Ulisse, le sirene e il futuro energetico italiano”, *Energia* 2/2000.

E. Di Giulio (2001a), “Kyoto-l’Aja, via Buenos Aires”, *Energia* 1/2001.

E. Di Giulio (2001 b), “CDM and JI as environmental protection tools: will they be able to fly?”, 24th IAEE Annual International Conference, Houston, 25-27 April 2001.

J. Ellis and M. Bosi (1999), “Options for project emissions baselines”, OECD and IEA Information Paper.

EPA (2000), “Global Warming and our Climate Change. Answers to frequently asked questions”, EPA (in <http://www.epa.gov/globalwarming/climate/>)

EU (2000a), “European Climate Change Programme”, Progress Report, November 2000 (in <http://europa.eu.int/comm/environment/climat/eccp.htm>)

EU (2000b), “New research supports European policy on climate change”, (in <http://europa.eu.int/rapid/start/cgi>).

EU (2000c), “The EU’s position for COP 6”, EU Briefing Paper, 3/11/2000 (in <http://europa.eu.int/comm/environment/climat/eupositions.pdf>).

FAO (1997), “State of the world’s forests”, FAO, Rome.

A. Gillespie (1999), “Sinks, biodiversity & forests: the implication of the Kyoto Protocol for other primary UNCED instruments”, in UNU-UNU/IAS-GEIC 1998.

J. Goldemberg (editor) (1998), “Issues and options. The Clean Development Mechanism”, UNDP.

Greenpeace (1998), “The oil industry and climate change”, Greenpeace International.

J. Gupta and M. Grubb, edited by (2000), “Climate change and European leadership. A sustainable role for Europe?”, Kluwer Academic Publishers.

L. Gustavsson et al. (2000), “Project-based greenhouse-gas accounting: guiding principles with a focus on baselines and additionality”, *Energy policy*, 28 (2000).

- M. Grubb, C. Vrolijk and D. Brack (1998), "The Kyoto Protocol", Earthscan.
- IEA (2000 a), "Key world energy statistics from the IEA", IEA, Paris.
- IEA (2000 b), "World energy outlook 2000", OECD/IEA.
- IPCC (1995), "Climate Change 1995: impacts, adaptations and mitigation of climate change". Scientific-Technical Analyses, Cambridge University Press.
- IPCC (1996), "Guidelines for national greenhouse gas inventories", IPCC.
- T. Jackson, K. G. Begg (1999), "Accounting and accreditation of activities implemented jointly", EC Environment and Climate Research Programme.
- J. Janssen (2001), "Meccanismi di Kyoto: opportunità e ostacoli per le imprese", Energia 1/2001.
- C. D. Kolstad and M. Toman (2000)**, "The economics of climate policy", Resources for the Future, Discussion Paper 00-40.
- R. Kopp, M. Toman and M. Cazorla (1998)**, "International emissions trading and the Clean Development Mechanisms", RFF Climate Issue Brief n° 13, RFF.
- A. Lanza (2000), "Il cambiamento climatico", Il Mulino.
- R. Lile, M. Powell, and M. Toman (1999), "Implementing the Clean Development Mechanism: lessons from the U.S. private sector participation in activities implemented jointly", RFF, disc. paper 99-08.
- S. Meyers (1999), "Additionality of emissions reductions from Clean Development Mechanism projects: issues and options for project-level assessment", LBNL-43704.
- A. Michaelowa (2001)**, "Flexible instruments of climate policy: CDM, JI and ET", in <http://perso.easynet.fr/~michaelo/ji.htm>.
- A. Michaelowa, K. Begg, S. Parkinson, R. Dixon (1999), "Interpretation and application of UNFCCC AIJ pilot projects development criteria", in R. Dixon (1999), "The UNFCCC AIJ pilot: experiences and lessons learned", Kluwer.
- OECD (1999), "National climate policies and the Kyoto Protocol", OECD.
- OECD/IEA (2000), "Emission Baselines. Estimating the unknown", OECD/IEA, Paris.
- D. Poore (1988), "Natural forest management for sustainable timber development", IIED, London.
- UEA (2000)**, Climate Research Unit, East Anglia, Norwich (in <http://www.cru.uea.ac.uk/>).
- UNFCCC (1997)**, "Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change", UNFCCC (in <http://www.unfccc.de/resource/conv/index.html>).
- UNFCCC (2000)**, "Climate Change Information Kit", UNFCCC (in <http://www.unfccc.de/resource/iuckit/index.html>).
- United Nations (1992 a)**, "Rio Declaration on Environment and Development", United Nations (in <http://www.igc.apc.org/habitat/agenda21/rio-dec.html>).
- United Nations (1992 b)**, "United Nations Framework Conventions on Climate Change", United Nations (in <http://www.unfccc.de/resource/conv/index.html>).
- UNU-UNU/IAS-GEIC (1998), "Global Climate Governance: inter-linkages between the Kyoto Protocol and other multilateral regimes", in <http://www.geic.or.jp/climgov/index.html>.
- R. T. Watson (2000), "Report to the Sixth Conference of the Parties of the United Nations Framework Convention on Climate Change", IPCC, 2/11/2000 (in <http://www.ipcc.ch/press/sp-cop6-2.htm>).

E. Woerdman (2000), "Implementing the Kyoto protocol: why JI and CDM show more promise than international emission trading", *Energy Policy* 28 (2000).

Worldwatch Institute (2000), "Vital signs 2000. I trend ambientali e sociali che disegnano il nostro futuro", Edizioni Ambiente.

WRI (2000), "The weight of nations: material outflows from industrial economies", World Resources Institute, Washington D. C., USA.

Siti Internet

<http://cop4.unfccc.de/>

<http://cop6.unfccc.int/>

<http://etc-ae.eionet.eu.int/etc-ae/index.htm>

http://europa.eu.int/comm/environment/climat/home_en.htm

<http://perso.easynet.fr/~michaelo/ji.htm>

<http://themes.eea.eu.int/issues/climate>

<http://www.api.org/globalclimate/>

<http://www.climatechange2000.org/>

<http://www.climnet.org/>

<http://www.cnie.org/nle/clim-7/ebgcctop.html>

<http://www.co2science.org/>

<http://www.cru.uea.ac.uk/cru/cru.htm>

<http://www.doc.mmu.ac.uk/aric/eae/>

<http://www.econet.apc.org/wri/climate/>

<http://www.eia.doe.gov/oiaf/1605/ggrpt/emission.html#tkp>

<http://www.epa.gov/globalwarming/>

<http://www.globalchange.org/>

<http://www.globalclimate.org/>

<http://www.globalwarming.net/>

<http://www.greeningearthsociety.org/climate/index.htm>

<http://www.greenpeace.org/~climate/>

<http://www.iea.org/envissu/index.htm>

<http://www.iisd.ca/climate/>

<http://www.iisd.ca/climate/cop6/index.html>

<http://www.iisd.ca/linkages/climate/ba/>

<http://www.iisd.org/climatechange.htm>

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

<http://www.ji.org/>

<http://www.kyotoclub.it/>

<http://www.northsea.nl/jiq/>

<http://www.oecd.org/env/cc/index.htm>

<http://www.panda.org/climate/>

<http://www.rff.org/environment/climate.htm>
<http://www.rmi.org/sitepages/pid16.asp>
<http://www.surrey.ac.uk/CES/ji/index.htm>
http://www.undp.org/seed/eap/Climate_Change/CC_and_SD.html
<http://www.unfccc.de/>
<http://www.wmo.ch/index.html>
<http://www.wmo.ch/web/gcos/gcoshome.html>
<http://www-esd.worldbank.org/cc/>

studi, ricerche & documenti

1995

1. R. Grant, *The Oil Companies in the 1990s*, ottobre 1994
2. R. Rizzini, A. Zucchella, *Copertura finanziaria di progetti di recupero energetico*, ottobre 1995
3. G. Pireddu e C.M. Dufournaud, *Eco-Taxes in The Italian Age Model: Double Dividend and The Distribution of Tax Burdens*, novembre 1995

1996

1. R. Grant, *Corporate Strategy in the Oil and Gas Industry*, giugno 1996
2. G. Pireddu e S. D'Ascenzo, *Scelta del sistema di riscaldamento e domanda di energia delle famiglie italiane: un'applicazione con i modelli di scelta aleatoria*, luglio 1996
3. G. Sapelli, *Competenze, crescita e cultura d'impresa. La Scuola Superiore Enrico Mattei*, novembre 1996

1997

1. E. Di Giulio, *Analisi economica del diritto e ambiente*, gennaio 1997
2. G. Di Marzio, *Una funzione aggregata dei consumi di energia in Italia*, giugno 1997
3. Musu, *Lezioni di economia dell'ambiente*, ottobre 1997

1998

1. E. Di Giulio e A. Hoxha, *Clean and green urban residential quarters of Albanians. A contingent valuation study*, gennaio 1998
2. M. Manera e C. Bellavite Pellegrini, *Investment and financial decisions of the firms: an empirical analysis on Italian data, 1962-1993*, febbraio 1998
3. R. M. Grant, *Strategic planning among the oil and gas majors*, maggio 1998
4. T. Freixo dos Santos, *Il bilancio ambientale di impresa. Basi teoriche per l'implementazione*, settembre 1998
5. Mauro, *Le fonti di finanziamento dell'impresa alla luce della teoria delle opzioni*, settembre 1998

1999

1. G. L. Chierici, *L'ingegneria dei giacimenti di idrocarburi*, aprile 1999
2. L. Novelli, *La geochimica organica e la ricerca petrolifera*, maggio 1999
3. L. Cozzi ed E. Di Giulio, *Il Protocollo di Kyoto: contenuti, aspetti critici e implicazioni per i paesi industrializzati*, novembre 1999.

2000

1. R. Chiappi, *Tecniche di General Management. Modelli e metodi di supporto alla decisione, gestione e formazione*, giugno 2000

2001

1. A. Vaglio, *Matematica per economisti*, gennaio 2001
2. H. Orudjev, *Development of new European gas markets*, luglio 2001
3. R. Chiappi, *Tecniche di General Management. Modelli e metodi di supporto alla decisione, gestione e formazione*, settembre 2001 (ristampa)

SCUOLA SUPERIORE ENRICO MATTEI - ENI

Piazza S. Barbara, 7

20097 San Donato Milanese

Milano – ITALIA

Tel. 02.520.58960

Fax. 02.520.58937

<http://www.eni.it/scuolamattei>

e-mail: info.scuolamattei@eni.it