



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI GENOVA

Ecologia sistemica e informatica

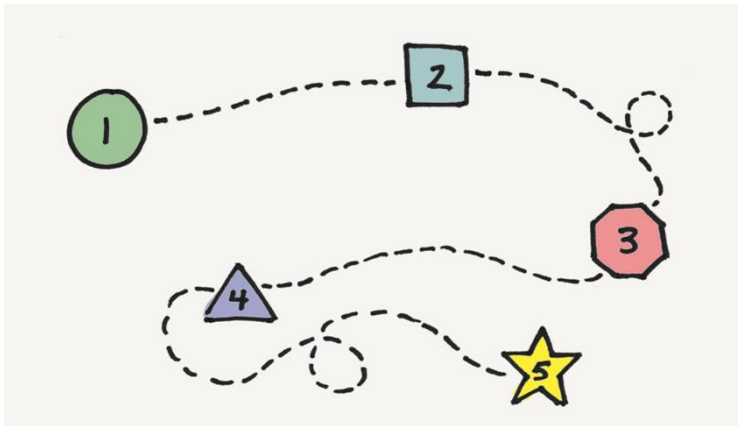
Paolo Vassallo

Università degli Studi di Genova (UNIGE)
Dipartimento di Scienze della Terra, dell'Ambiente e della Vita (DISTAV)

SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE

Sostenibilità e sviluppo sostenibile

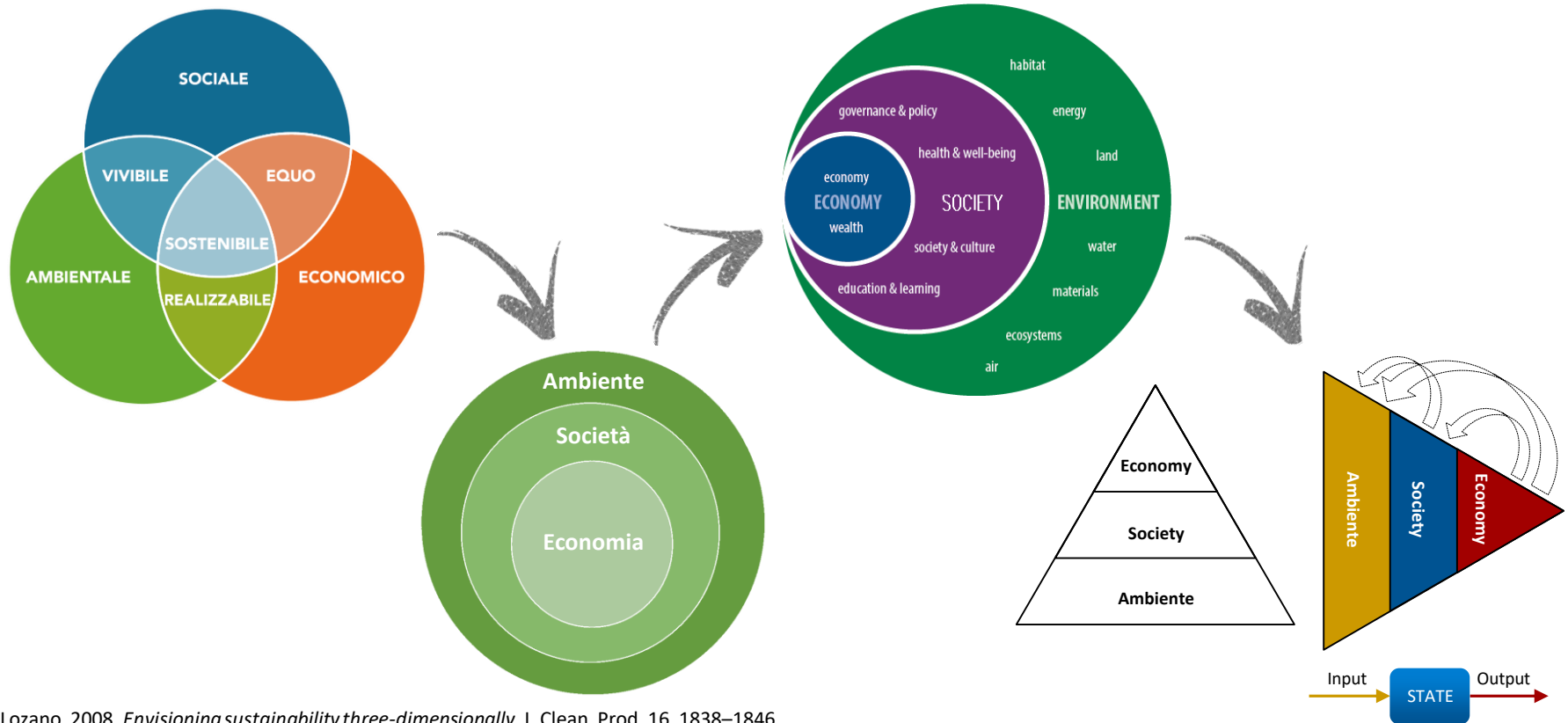
La **sostenibilità** è la caratteristica di un processo o di uno stato che può essere mantenuto ad un certo livello indefinitamente



“Lo **sviluppo sostenibile** è quello sviluppo che consente alla generazione presente di soddisfare i propri bisogni senza compromettere la possibilità delle generazioni future di soddisfare i propri.”

Rappresentazioni della sostenibilità

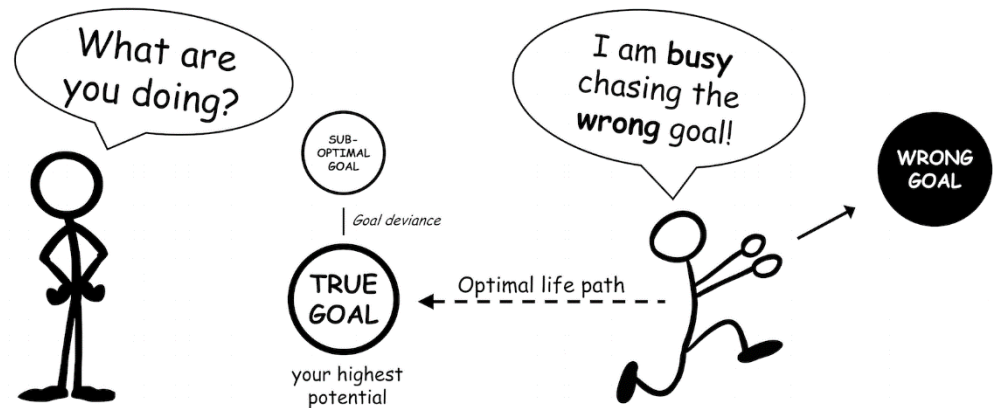
La **sostenibilità** è la caratteristica di un processo o di uno stato che può essere mantenuto ad un certo livello indefinitamente



R. Lozano, 2008. *Envisioning sustainability three-dimensionally*. J. Clean. Prod. 16, 1838–1846.

F.M. Pulselli et al., 2015. *The world economy in a cube: A more rational structural representation of sustainability*. Global. Environ. Change 35, 41-51.

Sviluppo sostenibile : crescita vs sviluppo



CRESCITA: aumento del flusso totale di risorse naturali dall'ambiente all'economia e viceversa (come rifiuti).

SVILUPPO: miglioramento qualitativo, evoluzione verso un sistema migliore (ma non più grande).

Sviluppo sostenibile

Espressione entrata nel linguaggio dei mass media, dei politici, delle imprese e del pubblico, assumendo significati in parte diversi, anche per l'uso inappropriato che ne è stato fatto, per proprio tornaconto (*greenwashing*), da parte di politici e imprese.



Enciclopedia Treccani, Dizionario di Economia e Finanza (2012)



- **1972 Conferenza di Stoccolma**
- **1987 Rapporto Brundtland**
- 1989 Risoluzione n. 228 dell'O.N.U.
- **1992 Conferenza di Rio de Janeiro**
- 1992 V Programma di Azione dell'U.E.
- 1993 Piano Nazionale per lo Sviluppo Sostenibile
- 1994 Carta di Aalborg
- 1996 Summit delle Città ad Istanbul
- 1996 Conferenza di Lisbona
- 1998 Dichiarazione di Sofia
- 1998 Dichiarazione delle A21Locali Baltiche
- 1999 Dichiarazione di Siviglia
- 1999 Dichiarazione dell'Aja
- 2000 Appello di Hannover
- 2001 VI Programma di Azione dell'U.E.
- **2002 Rio+10: Johannesburg Vertice Mondiale Sviluppo Sostenibile**
- **2002 New York: ratifica protocollo di Kyoto**
- **2004 Nuova carta di Aalborg**
- **2005 Sottoscrizione del Protocollo di Kyoto**
- **2006 Vertice mondiale ONU sull' ambiente**
- ...
- **2012 Rio +20 – (Rio de Janeiro)**
- **2015 Summit delle Nazioni Unite sullo Sviluppo Sostenibile**

Il percorso della sostenibilità



- Conferenza delle Nazioni Unite sull'**Ambiente Umano**
- 113 nazioni si incontrano e redigono un **piano d'azione** con 109 raccomandazioni
- Dichiarazione recante 26 principi su diritti e responsabilità dell'uomo in relazione all'ambiente



Commissione Brundtland, 1987

1983: istituita la Commissione Mondiale per l'Ambiente e lo Sviluppo, presieduta dalla norvegese Gro Harlem Brundtland, con l'obiettivo di elaborare un'agenda globale per il cambiamento.

1987: la Commissione pubblicò un rapporto, il Rapporto Brundtland "Our Common Future", che introduce il principio dello sviluppo sostenibile.

Sviluppo in grado di soddisfare i bisogni dell'attuale generazione senza compromettere la capacità di quelle future di rispondere alle loro.



Commissione Brundtland, 1987

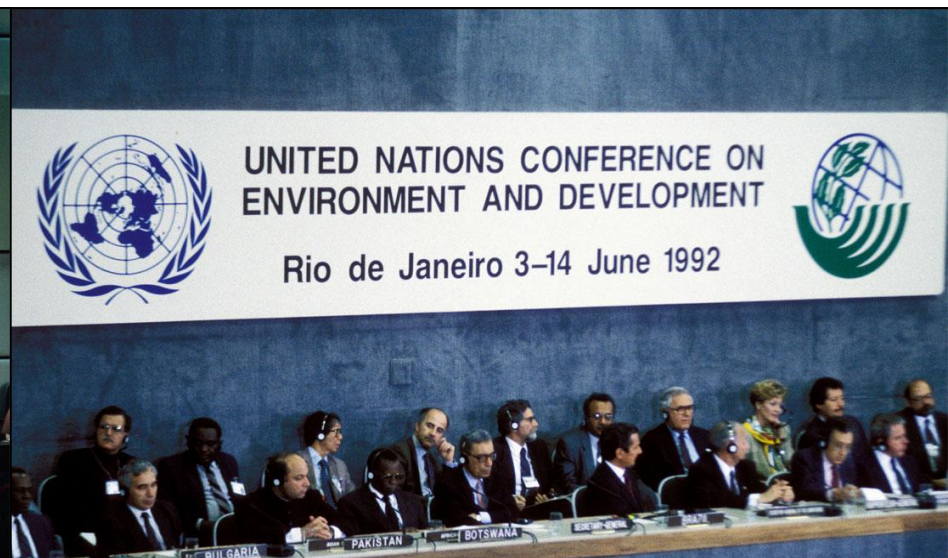
- Sviluppo sostenibile → processo di cambiamento: lo sfruttamento delle risorse, la direzione degli investimenti, l'orientamento dello sviluppo tecnologico e i cambiamenti istituzionali sono resi coerenti con i bisogni futuri oltre che con gli attuali.
- Ottimistica fiducia nella tecnologia → nuova era di "crescita economica": i limiti non sono assoluti, ma imposti da tecnologia e organizzazione sociale rispetto alla capacità della biosfera di assorbire gli effetti delle attività umane. La tecnica e la organizzazione sociale possono migliorare per inaugurare una nuova era di crescita economica.
- Centralità della partecipazione di tutti e del concetto di equità: i bisogni essenziali devono essere soddisfatti e deve essere assicurata alle persone povere la giusta parte di risorse necessarie a sostenere tale crescita.



Conferenza delle Nazioni Unite sull'Ambiente e lo Sviluppo Rio de Janeiro, 1992



- ✓ Prima conferenza mondiale dei capi di Stato sull'ambiente.
- ✓ Evento senza precedenti (impatto mediatico e scelte politiche e di sviluppo conseguenti).
- ✓ 172 governi e 108 capi di Stato o di Governo, 2.400 rappresentanti di organizzazioni non governative.



Conferenza delle Nazioni Unite sull'Ambiente e lo Sviluppo Rio de Janeiro, 1992

Codice di
comportamento
etico-ambientale

Programma globale
da realizzarsi tramite
azioni locali



“la Dichiarazione di Rio sancisce la definitiva sistemazione del concetto di sviluppo sostenibile come garanzia di soddisfazione delle esigenze relative all’ambiente e allo sviluppo, sia delle generazioni presenti che di quelle future”

World Summit on Sustainable Development. Johannesburg, 2002



World Summit on Sustainable Development. Johannesburg, 2002

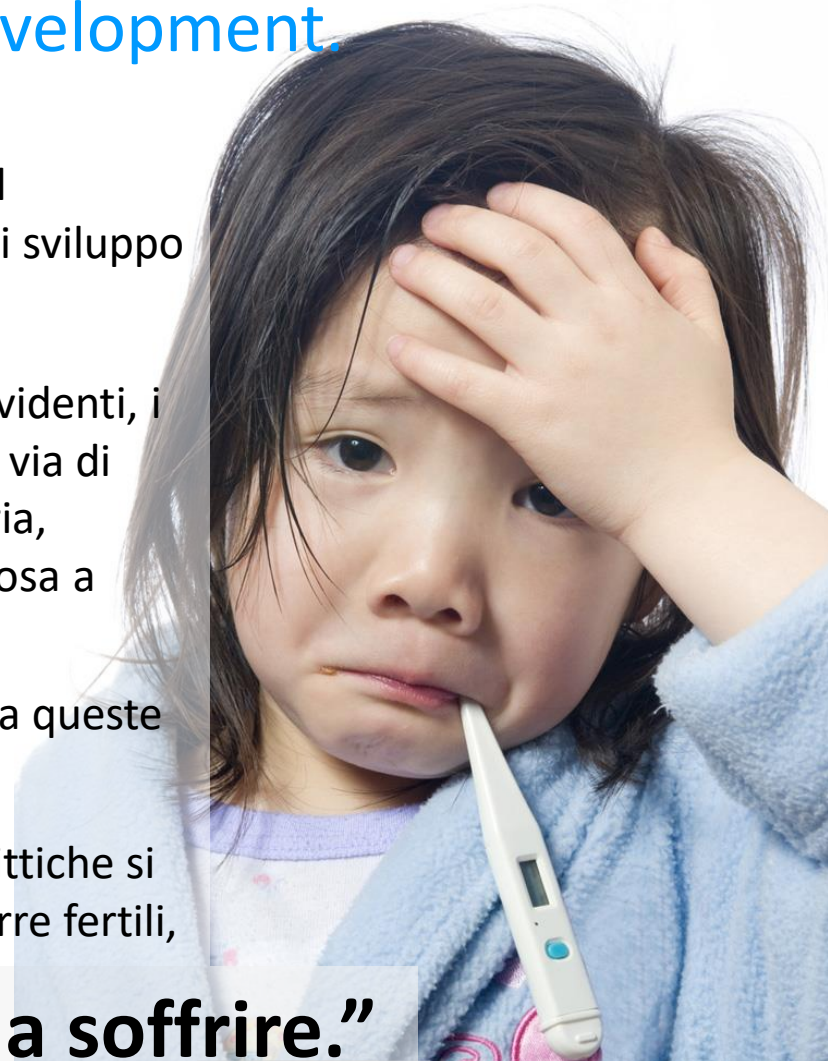
Il contrasto che divide la società tra ricchi e poveri ed il crescente divario tra i mondi sviluppati e quelli in via di sviluppo pongono una seria minaccia alla stabilità

Gli effetti nocivi del cambiamento climatico sono già evidenti, i disastri naturali più frequenti e devastanti ed i paesi in via di sviluppo sempre più vulnerabili, l'inquinamento dell'aria, dell'acqua e dei mari continua a negare una vita dignitosa a milioni di persone.

La globalizzazione ha aggiunto una nuova dimensione a queste sfide.

La perdita di biodiversità continua: sempre più specie ittiche si estinguono, la desertificazione divora sempre più le terre fertili,

“L'ambiente globale continua a soffrire.”



Protocollo di Kyoto, 2005

- ✓ Accordo internazionale che stabilisce gli obiettivi per i tagli delle emissioni di gas serra e del riscaldamento del pianeta, da parte dei Paesi industrializzati che vi hanno aderito.
- ✓ Si fonda sul trattato sul cambiamento climatico firmato a Rio de Janeiro nel 1992.
- ✓ Per attuare il trattato, nel 1997, in Giappone, è stato studiato un "protocollo" che stabilisce tempi e procedure per realizzarne gli obiettivi.
- ✓ Il trattato, di natura volontaria, sottoscritto nel 1997 durante la Conferenza delle parti di Kyoto (COP3) ma è entrato in vigore solo nel 2005 con la ratifica della Russia (Novembre 2004): infatti, perché il trattato potesse entrare in vigore era necessario che venisse ratificato da non meno di 55 Nazioni, e le Nazioni firmatarie rappresentassero non meno del 55% delle emissioni serra globali.
- ✓ 191 paesi aderenti.



Rio+20: Conferenza delle Nazioni Unite sullo sviluppo sostenibile

Obiettivi:

- ✓ rinnovare l'impegno politico per lo sviluppo sostenibile
- ✓ verificare lo stato di attuazione degli impegni internazionali assunti negli ultimi due decenni
- ✓ cercare di convogliare gli sforzi dei governi e dell'intera società civile verso obiettivi comuni e verso le nuove sfide da affrontare

Dopo due anni di intensi e difficili negoziati, la Conferenza Rio+20 si è conclusa con un documento di natura programmatica, intitolato "The Future We Want" che prevede la definizione di nuovi Obiettivi globali per lo Sviluppo Sostenibile



RIO+20
United Nations
Conference on
Sustainable
Development



Summit delle Nazioni unite sullo Sviluppo Sostenibile del 2015



SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS



Agenda 2030

documento adottato dai Capi di Stato in occasione del Summit sullo Sviluppo Sostenibile, che fissa gli impegni per lo sviluppo sostenibile da realizzare entro il 2030, individuando 17 Obiettivi (SDGs - Sustainable Development Goals) e 169 target.

Hanno carattere universale (paesi in via di sviluppo e paesi avanzati) e sono fondati sull'integrazione tra le tre dimensioni dello sviluppo sostenibile (ambientale, sociale ed economica), quale presupposto per sradicare la povertà in tutte le sue forme.

Questo percorso è stato efficace?



PROTECTING **CHILDREN** FROM THE ENVIRONMENT

Air Pollution: An unseen threat to children's health

Each year, air pollution causes
570,000 deaths
in children under 5. This includes indoor,
outdoor and second-hand smoke.

In children, air
pollution can:



Stunt brain
development



Reduce lung function
& trigger asthma



Cancers



Chronic respiratory
illnesses



Cardiovascular
disease



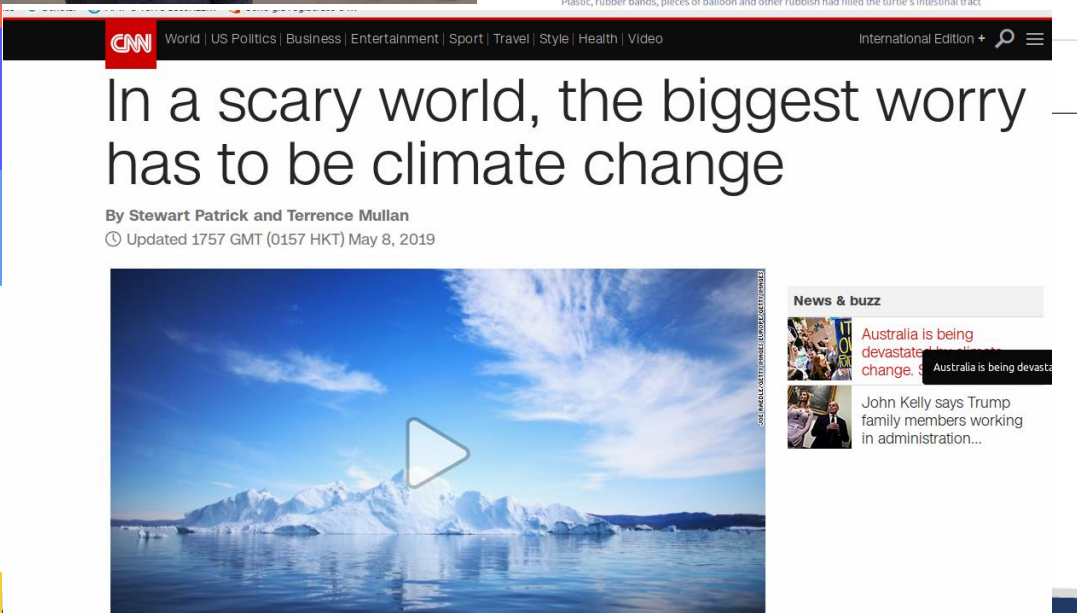
Stroke

It can also set the
stage for problems
later in life from:

Nearly a million children die from pneumonia
each year. Half of those are linked to air pollution.



World Health
Organization



Questo percorso è stato efficace?



1992 - Severn Cullis-Suzuki
Rio De Janeiro conference

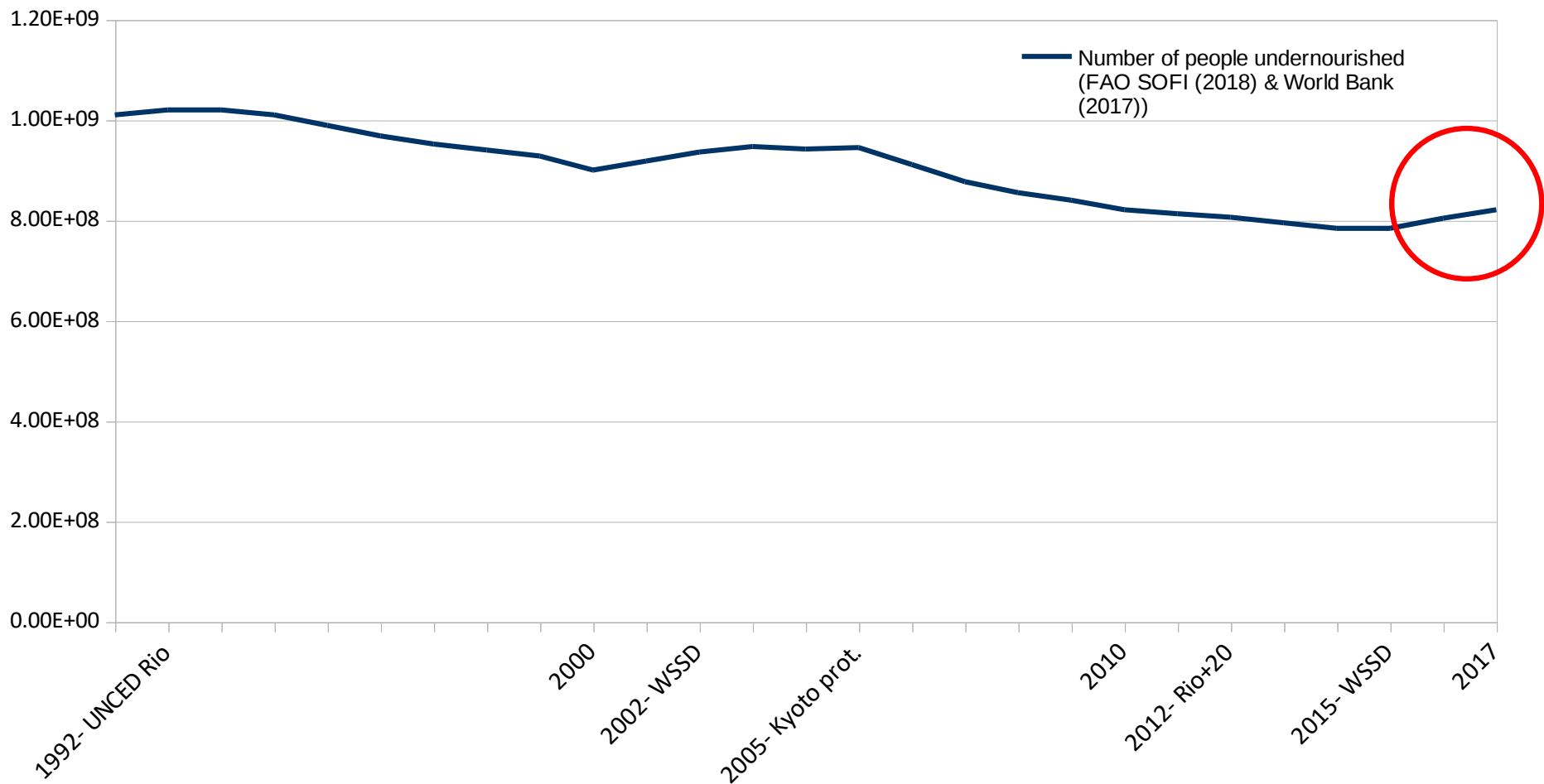
<https://youtu.be/lhesdVrawgc>



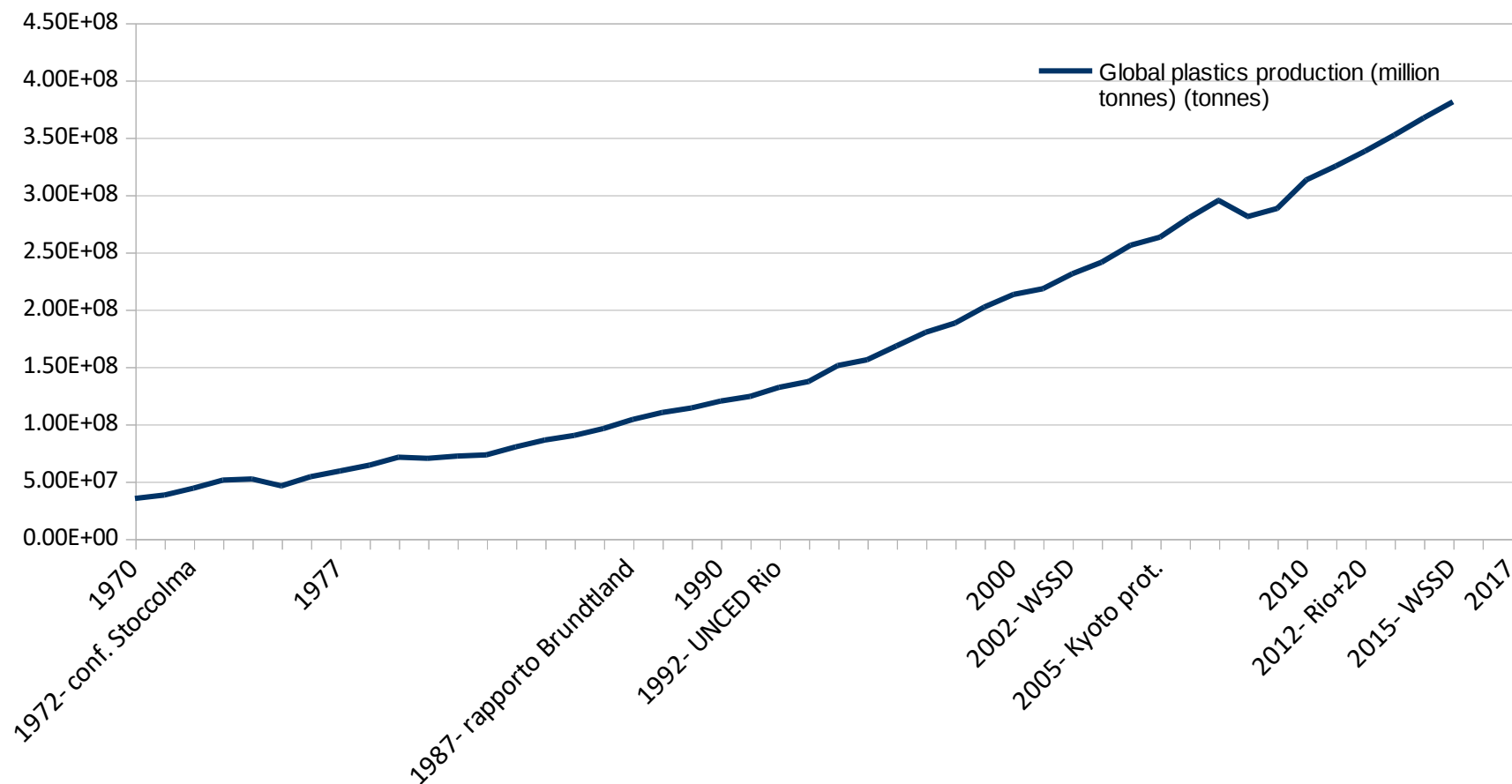
2018 – Greta Thunberg –
United nations

<https://youtu.be/HzeekxtyFOY>

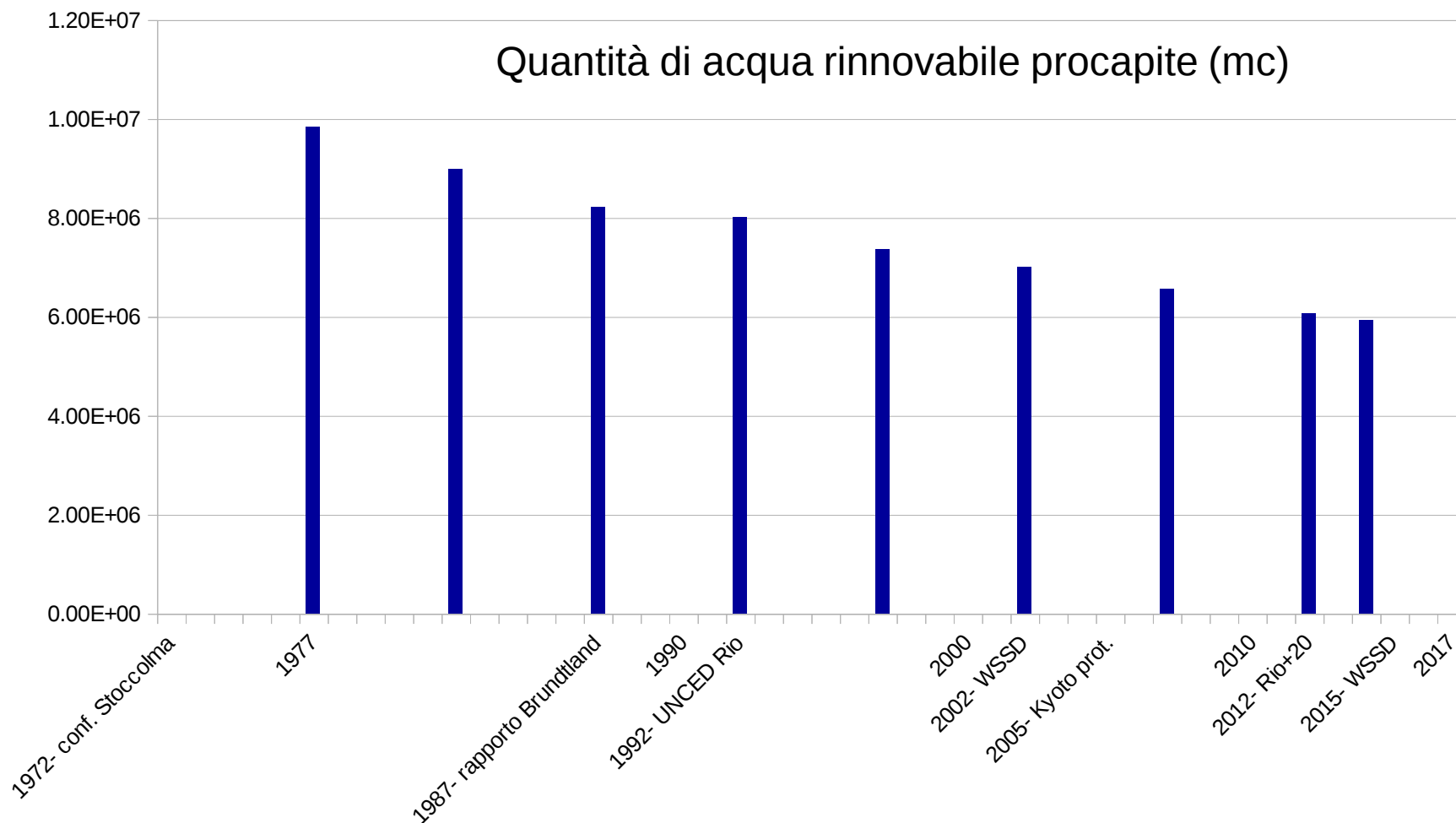
Questo percorso è stato efficace?



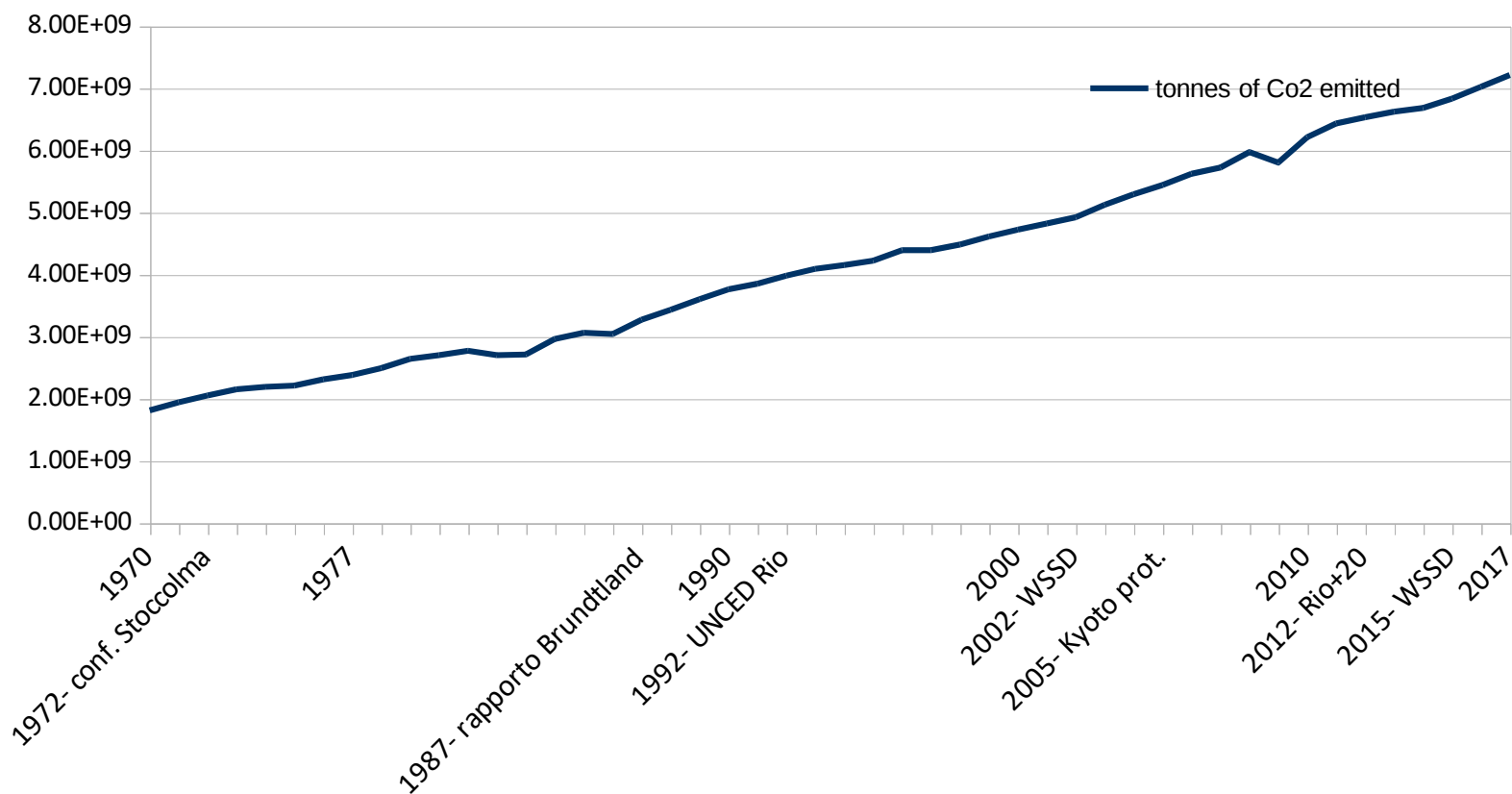
Questo percorso è stato efficace?



Questo percorso è stato efficace?

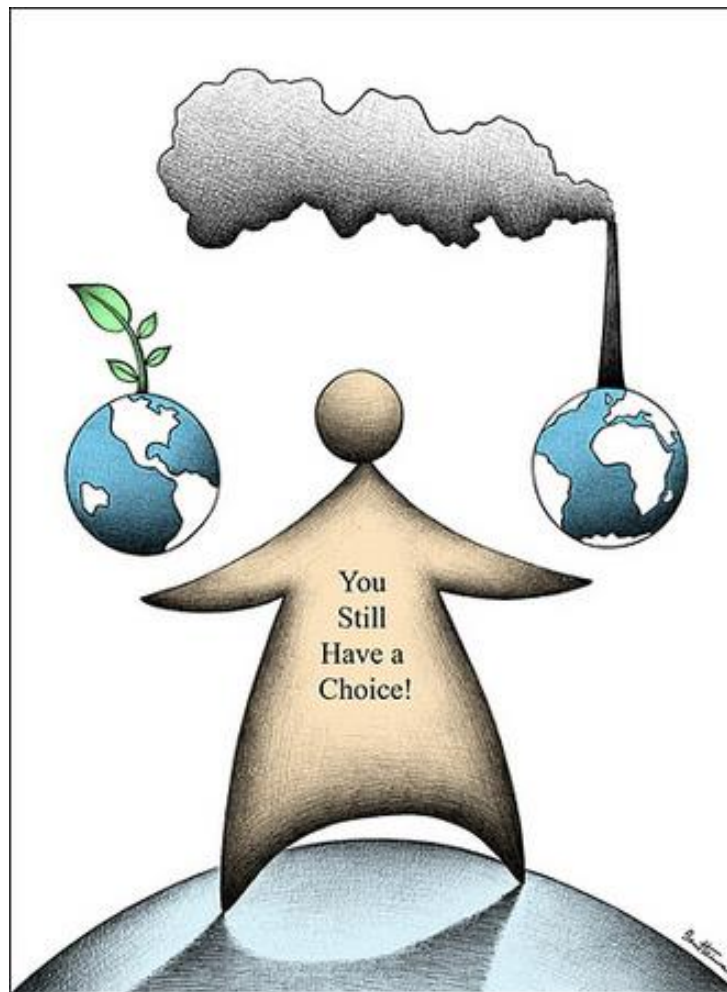


Questo percorso è stato efficace?



I pilastri della sostenibilità

1. Tempo
2. Limiti biofisici
3. Relazioni



1. Tempo

Carrying capacity è una nota espressione ecologica che indica il numero di individui di una popolazione che un dato territorio può sostenere; il verbo “to carry” infatti significa tenere, portare.

Il concetto di sostenibilità supera quella espressione perché aggiunge un elemento: il verbo “to sustain”, infatti, significa mantenere nel tempo.

Sostenibile, dunque, è qualcosa che ha la capacità di sopravvivere o esistere nel tempo e ciò significa considerare le dinamiche dell’attività umana non come semplice sequenza di cambiamenti di stato ma come evoluzione.



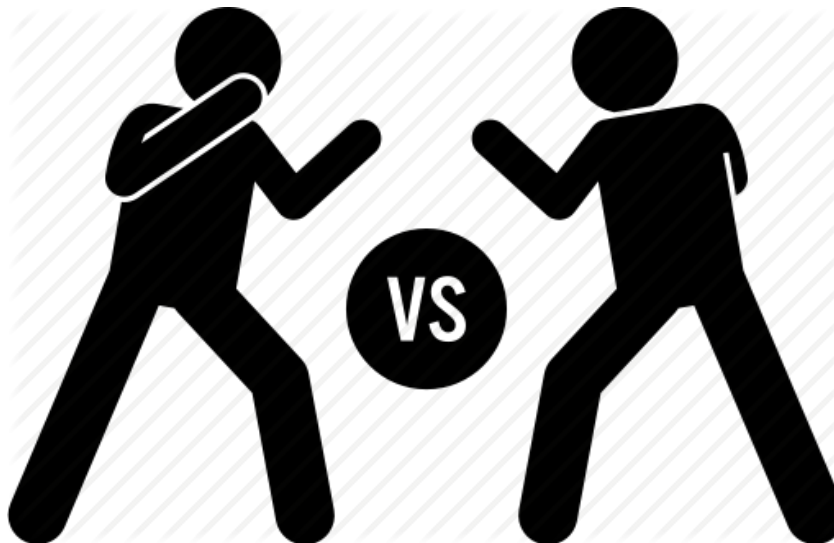
2. Limiti biofisici

La natura ha imparato a usare la più certa e abbondante forma di energia, quella del sole, nutrendo con essa i meccanismi primordiali a partire dalla fotosintesi: ha ottimizzato la gestione delle risorse, degli scarti e dell'energia degradata, chiudendo i cerchi o espellendo il calore in eccesso nello spazio.

La natura è riuscita a sopravvivere nel tempo.

La specie umana tende a ignorare queste strategie comportandosi paradossalmente in modo opposto:

- Biodiversità
- Energia solare
- Chiusura dei cicli



- Omologazione, consumismo
- Energia fossile
- Uso scriteriato risorse e sistema di produzione lineare senza possibilità di chiudere i cicli, crescita economica indiscriminata

3. Relazioni

Negli ecosistemi naturali la vita viene garantita dal continuo scambio di materia e di energia tra le componenti viventi (biotiche) e non viventi (abiotiche) e dal continuo flusso di energia rinnovabile, proveniente dal Sole. Questi scambi possono essere analizzati quantitativamente tramite la termodinamica.

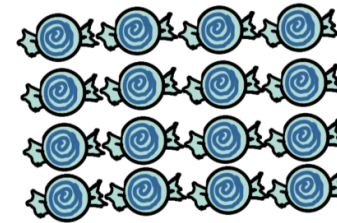
La termodinamica è la scienza dei limiti.



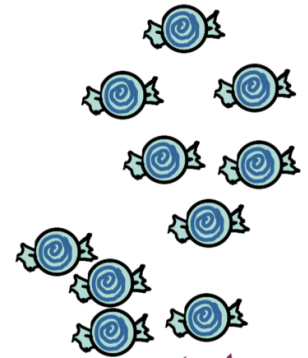
3. Relazioni

Legge della conservazione dell'energia afferma che, in ogni processo, l'energia non si crea né si distrugge ma si trasforma da una forma ad un'altra.

Legge dell'entropia: in corrispondenza di ogni trasformazione energetica una parte di energia utilizzata si degrada. Questo degrado o perdita di capacità di compiere lavoro è detta entropia. Una parte di questa energia viene persa dal sistema sotto forma di calore: nessuna trasformazione ha un'efficienza del 100%.



Low Entropy
order



High Entropy
disorder

3. Relazioni

Sistemi aperti, chiusi ed isolati

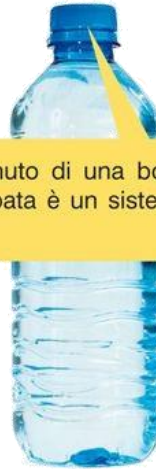
I **sistemi aperti** scambiano energia e materia con l'ambiente. I **sistemi chiusi** scambiano con l'ambiente soltanto energia ma non materia.

I **sistemi isolati** non scambiano con l'ambiente né energia né materia.

Una compressa effervescente che si scioglie in un bicchiere d'acqua è un sistema aperto.



Il contenuto di una bottiglia tappata è un sistema chiuso.



Il contenuto di un thermos è un sistema isolato.



3. Relazioni

L'entropia dei sistemi isolati non può mai decrescere poiché l'energia totale di un sistema isolato non cambia (legge della conservazione dell'energia).

Un sistema isolato tende verso gli stati più stabili, cioè stati a maggiore entropia (legge dell'entropia).

L'entropia è una buona misura dell'ordine o del disordine di un sistema, dove un sistema si intende ordinato se è composto da strutture complesse ed articolate, mentre si intende disordinato se tende verso l'uniformità.

Dunque **gli stati più stabili in natura sono gli stati disordinati** e viceversa.



3. Relazioni

La biosfera è un sistema chiuso che necessita di energia dall'esterno e all'interno della quale i materiali devono essere usati più volte per mantenere al minimo il livello di entropia.

EARTH

The **Earth System** is essentially a **CLOSED SYSTEM**.

A **CLOSED SYSTEM** is a system in which there is only an exchange of heat or energy and no exchange of matter.



Energy flows through, material cycles within.

La crescita non può continuare indefinitamente poiché la Terra e le sue risorse non sono infinite.

Solo terminando la crescita sarà possibile costruire lo sviluppo

CRESCITA: aumento del flusso totale di risorse naturali dall'ambiente all'economia e viceversa (come rifiuti).

SVILUPPO: miglioramento qualitativo, evoluzione verso un sistema migliore (ma non più grande).

Principi di Daly



→ **Principio del rendimento sostenibile:**

non prelevare risorse a un tasso superiore a quello con cui l'ambiente è in grado di rigenerarle.

→ **Principio della capacità di assorbimento:**

non immettere scarti a un tasso superiore a quello con cui l'ambiente è in grado di degradarli

Indicatori di sostenibilità

La sostenibilità è uno stato ideale e quindi un concetto non misurabile (non è un fenomeno fisico di per sé).

Possiamo cercare di misurare l'insostenibilità, come distanza dalla sostenibilità.

Indicatori di sostenibilità

“What we measure affects what we do. If we have the wrong measures, we will strive for the wrong things.”



J. Stiglitz, Financial Times, 14.9.2009

Indicatori di sostenibilità

The Beyond GDP conference, organised by the European Commission, European Parliament, Club of Rome, OECD, and WWF, brought together over 650 delegates from more than 50 countries to explore how to improve the measurement of progress, true wealth and the well-being of nations.

“GDP is an indicator of economic market activity. It was not intended to be an accurate measure of well-being. Even Simon Kuznets, ... one of the main originators of GDP, said: ‘the welfare of a nation can scarcely be inferred from a measure of national income’”.



“We cannot face the challenge of the future with the instruments of the past!”

J.M. Barroso, ex presidente della Commissione Europea

Complementary indicators are needed. There was widespread agreement that GDP is not sufficient and the majority of the experts attending the workshop supported the idea of complementary indicators.

Indicatori di sostenibilità

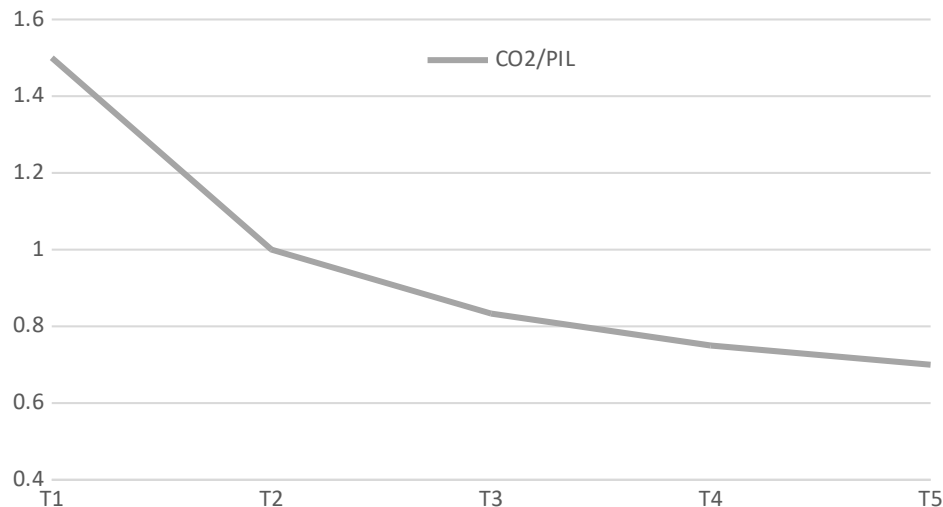
Buoni indicatori (di sostenibilità) devono essere:

- Basati su solidi fondamenti scientifici
- Rilevanti
- Trasparenti
- Quantificabili
- Limitati nel numero

Indicatori estensivi o intensivi?

Estensivi: dipendono dalla taglia del sistema (ad es. energia, massa, volume).

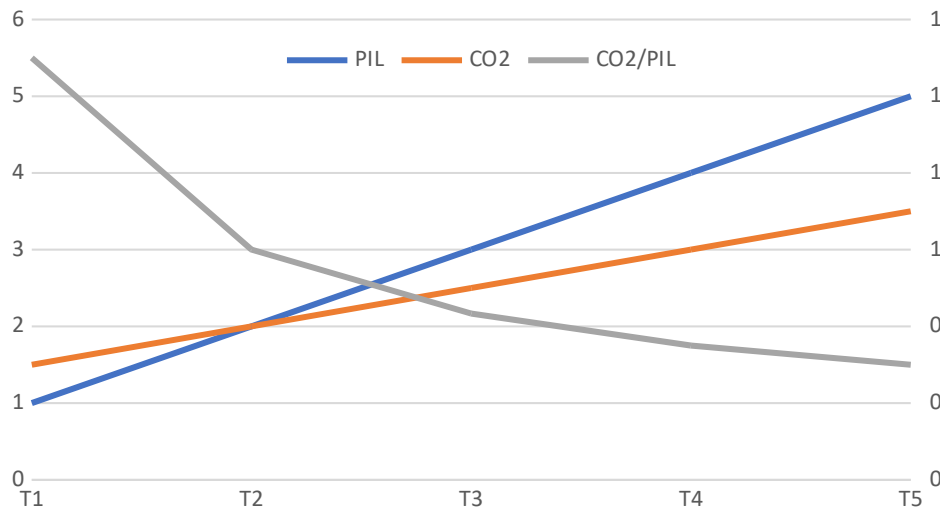
Intensivi: NON dipendono dalla taglia del sistema (ad es. temperatura, densità, pressione, efficienza).



Indicatori estensivi o intensivi?

Estensivi: dipendono dalla taglia del sistema (ad es. energia, massa, volume).

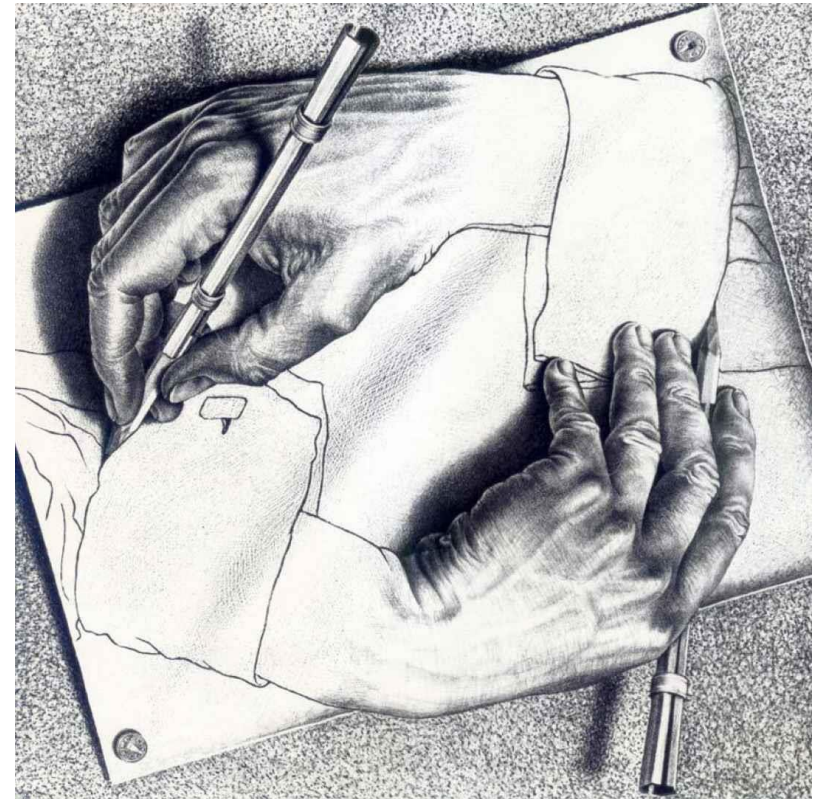
Intensivi: NON dipendono dalla taglia del sistema (ad es. temperatura, densità, pressione, efficienza).



Paradosso di Jevons

Nel 1865, l'economista William Stanley Jevons osservò il forte aumento di consumo di carbone dopo che Watt aveva migliorato l'efficienza della macchina a vapore.

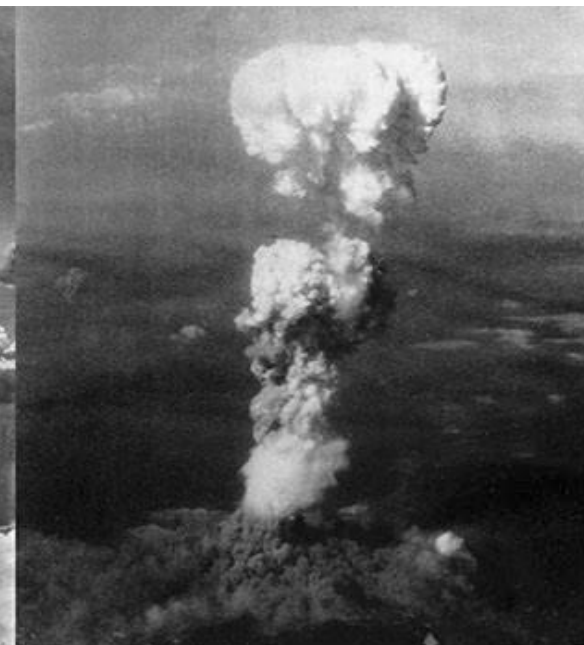
In molti pensavano che l'aumento dell'efficienza dei motori avrebbe fatto diminuire il consumo di carbone, ma il consumo totale in effetti aumentò nonostante la riduzione della quantità di carbone per unità di output.



Indicatori estensivi o intensivi?



Nagasaki



Hiroshima

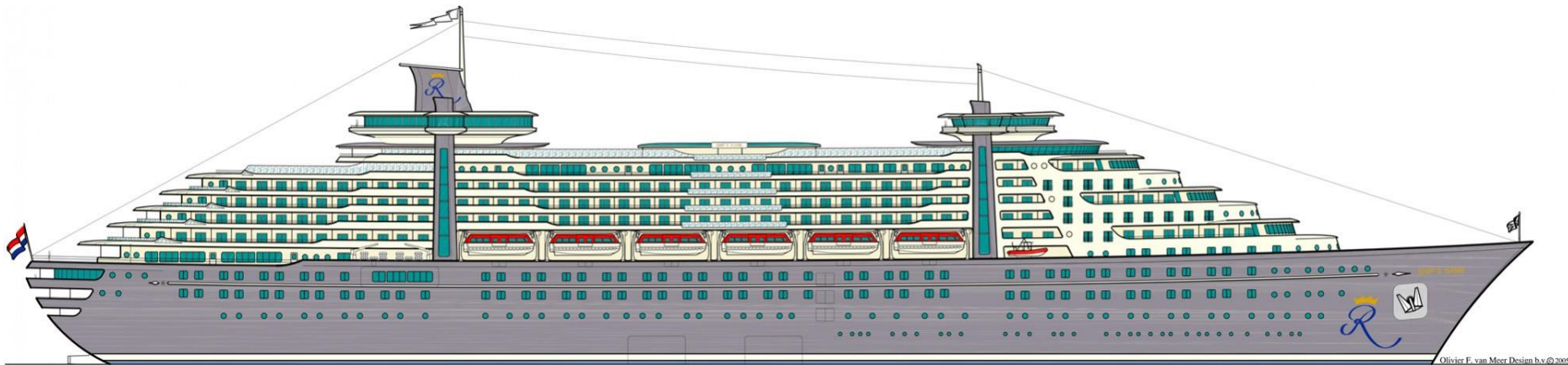
Se la fine è malvagia, l'efficienza può solo peggiorare le cose

Indicatori estensivi o intensivi?

La metafora della nave

Se vogliamo che una nave galleggi, dobbiamo distribuire il carico in modo efficiente su entrambi i lati, sia nella parte anteriore che nella parte posteriore.

Tuttavia, anche se è estremamente importante caricare il carico in modo efficiente, è ancora più importante assicurarsi che non venga posizionato troppo carico sulla nave.



È di scarso conforto se una nave sovraccarica affonda in modo efficiente

Indicatori estensivi

La insostenibilità è legata a parametri estensivi perché dipende da limiti biofisici.

Il miglioramento dei parametri intensivi (efficienza, energy intensity, CO₂ per unità di prodotto , etc.) non è sufficiente a ridurre l'insostenibilità.

- Impronta ecologica
- Emergy
- Analisi del ciclo di vita (LCA)
- Exergy
- Network analysis
- Bilancio CO₂