

Fertilità, produttività e qualità del suolo

Fertilità del terreno

si riferisce alla capacità dei terreni di fornire alle piante 14 nutrienti necessari per la loro crescita (azoto, fosforo, potassio, calcio, magnesio, zolfo, ferro, manganese, rame, molibdeno, zinco, boro, cloro e nichel). Questi nutrienti devono essere presenti in forme ioniche (solubili e scambiabili) per l'assorbimento.

Se il terreno è sufficientemente fertile, le piante possono crescere in modo soddisfacente.

Però, fertilità e produttività non sono la stessa cosa. La produttività, oltre che dalla fertilità, dipende anche da altri elementi, come aria, acqua e temperatura e dalla gestione del suolo.

Quindi, terreni fertili potrebbero non essere produttivi a seconda delle altre proprietà e della gestione del suolo e la gestione di terreni improduttivi può rendere il suolo produttivo.

Produttività del suolo

è la capacità del suolo di fornire produzioni (tonnellate di biomassa) ottimali sulla base di pratiche di gestione standard. Un terreno scarsamente fertile può essere reso produttivo dall'aggiunta di fertilizzanti e un terreno asciutto può essere reso produttivo dall'irrigazione. Un suolo saturo d'acqua può essere naturalmente produttivo per il riso, ma non per la patata. Drenare il terreno potrebbe renderlo produttivo anche per le patate.

Qualità del suolo

Definita come la capacità di un terreno, in un ecosistema naturale o antropico, di sostenere la produttività delle piante e degli animali, mantenere o migliorare la qualità dell'acqua e dell'aria e sostenere la salute ed i fabbricati umani. Quindi definisce la capacità di un suolo di svolgere le proprie funzioni.

La qualità del suolo è una caratteristica piuttosto dinamica e può influenzare la sostenibilità dell'uso del suolo e la sua produttività. È il prodotto finale di tutti i processi degradativi o conservativi ed è dipendente dall'interazione delle componenti chimiche, fisiche e biologiche del suolo.

Qualità del suolo

E' stata proposta una classificazione (Eswaran, 1999), con un'impronta operativa che definisce soprattutto la capacità di un suolo di essere coltivato in modo sostenibile. Questa classificazione definisce diverse classi di qualità del suolo ed introduce due concetti:

- **Resilienza del suolo:** la capacità del suolo di ritornare a un livello di produzione quasi originale dopo esser stato degradato, ad esempio da una cattiva gestione. I terreni con bassa resilienza sono permanentemente danneggiati se sottoposti a fenomeni di degradazione. La valutazione di questa proprietà è soprattutto empirica visto che non è comunemente rilevata
- **Performance del suolo (produttività):** la capacità del suolo di produrre biomassa in condizioni di moderati livelli di input in termini di fertilizzanti e fitofarmaci.

Land quality class	Performance and resilience
Class I	High performance, high resilience
Class II	High performance, medium resilience
Class III	Medium performance, high resilience
Class IV	High performance, low resilience
Class V	Medium performance, medium resilience
Class VI	Low performance, high resilience
Class VII	Low performance, low resilience
Class VIII	Low performance, medium resilience
Class IX	very Low performance, low resilience

Classe I - Suoli molto produttivi con poche limitazioni, la gestione consiste in gran parte di pratiche di conservazione per minimizzare l'erosione

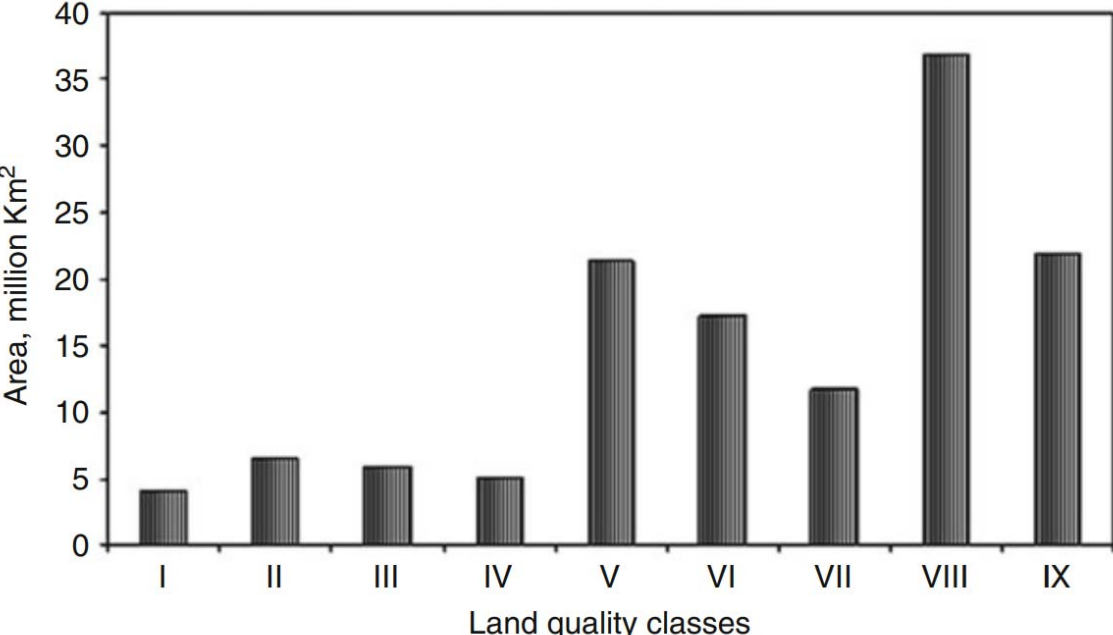
Classi II e III - I terreni sono buoni e hanno pochi problemi per una produzione sostenibile. La minore resilienza dei terreni di classe II li rende più a rischio.

Classi IV, V e VI - Questi terreni non dovrebbero essere usati per produzioni agricole possibilmente, in particolare i suoli appartenenti alla classe IV. Tutte e tre le classi richiedono importanti input di gestione. La scarsa fertilità è un limite importante. Il degrado del suolo deve essere costantemente monitorato.

Classe VII - Questi terreni non sono assolutamente adatti per la produzione agricola a basso input; la loro bassa resilienza li rende facilmente soggetti a degradazione. Dovrebbero essere conservati sotto copertura forestale o di prato; in parte potrebbero essere utilizzate per scopi ricreativi.

Classe VIII e IX - Questi sono terreni che appartengono a ecosistemi molto fragili o sono molto antieconomici da sfruttare per produzioni agricole. Dovrebbero essere mantenuti sotto una copertura naturale. Alcune aree possono essere utilizzate per scopi ricreativi ma solo in condizioni controllate, mentre la raccolta del legname deve essere effettuata con una notevole attenzione a non arrecare danno all'ecosistema.

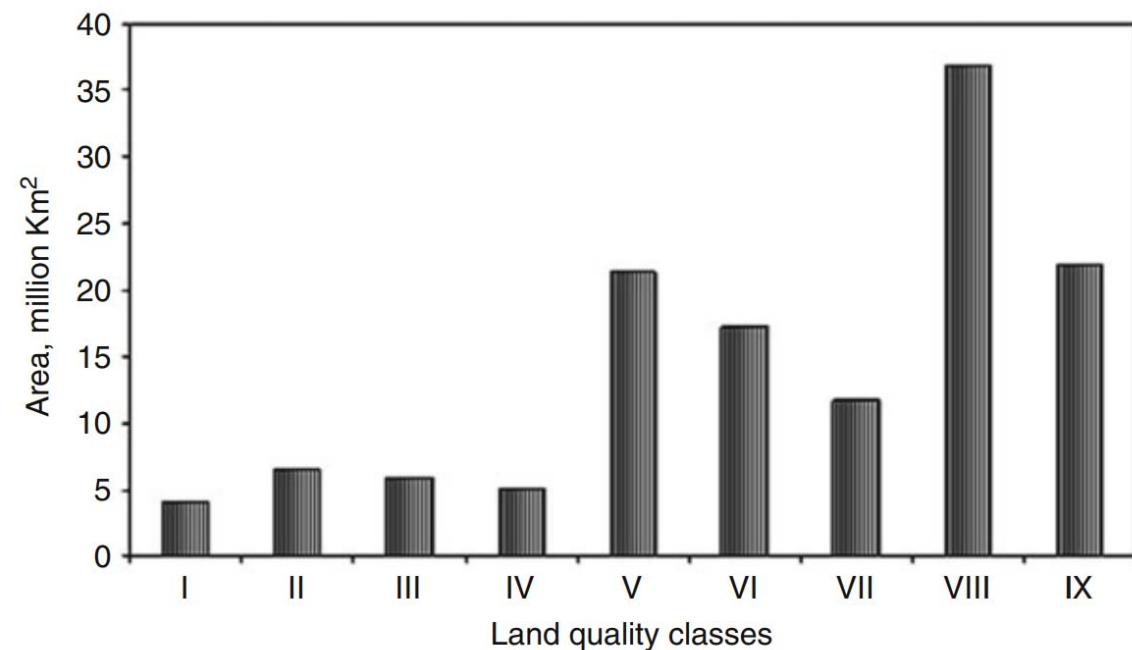
Porzioni di territorio appartenenti alle diverse classi



I suoli di Classe I sono presenti negli Stati Uniti, in Argentina, in Uruguay, nel sud Brasile, Europa, Cina settentrionale e Sudafrica, in particolare nella zona temperata. I suoli tropicali sono infatti generalmente di bassa produttività. Le terre di classe II e III sono presenti invece sia ai tropici che nelle zone temperate. La maggior parte di queste terre sono sotto qualche forma di agricoltura e irrigati, quando possibile, nelle zone semiaride.

Una parte importante delle terre di Classe IV, V e VI, in particolare la Classe V (performance e resilienza media), sono ai tropici. Occupano una parte significativa della superficie terrestre (26%, 36,8 milioni di km²) e sostengono più del 50% della popolazione del mondo. Nel bacino amazzonico, in Africa centrale e nel sud-est asiatico, questi suoli formano soprattutto foreste. Le terre di classe IV o di qualità inferiore possono essere gestite solo con livelli elevati input per poter essere resi produttivi.

Dal punto di vista della sostenibilità, le classi VII, VIII e IX non sono adatte all'agricoltura.



Porzioni di territorio appartenenti alle diverse classi

Continents	Percent of global arable land	Percent of global population	Per capita arable land (hectare)
Asia	31.94	56.7	0.11
North America	17.09	6.7	0.52
Africa	14.16	14.2	0.20
Europe	11.31	8.8	0.26
Eurasia	10.72	3.2	0.68
South America	7.88	5.8	0.27
Australia	3.47	0.30	2.23

Distribuzione delle terre coltivate tra i continenti

Degrado del suolo

Un suolo si definisce degradato quando all'interno di un ecosistema esso non è più in grado di svolgere le proprie funzioni ambientali e quando la potenziale produttività associata ad un uso del suolo diventa non sostenibile.

Quindi, il degrado del suolo è definito come la perdita o la riduzione misurabile della capacità attuale o potenziale dei suoli di produrre biomassa della quantità e qualità desiderata. Esso deriva sempre da una discrepanza tra la qualità del terreno e l'uso del suolo.

Diversi processi fisici, chimici e biologici sono responsabili per il degrado del suolo. I processi fisici includono deterioramento della struttura del suolo, formazione di croste, durezza, compattazione, erosione e desertificazione. I processi chimici includono lisciviazione, diminuzione della fertilità, acidificazione, salinizzazione e inquinamento. I processi biologici di degrado del suolo possono includere la riduzione del carbonio e la diminuzione della biodiversità del suolo.

Cause del degrado del suolo

Il degrado del suolo può derivare da cause naturali e cause indotte dall'uomo.

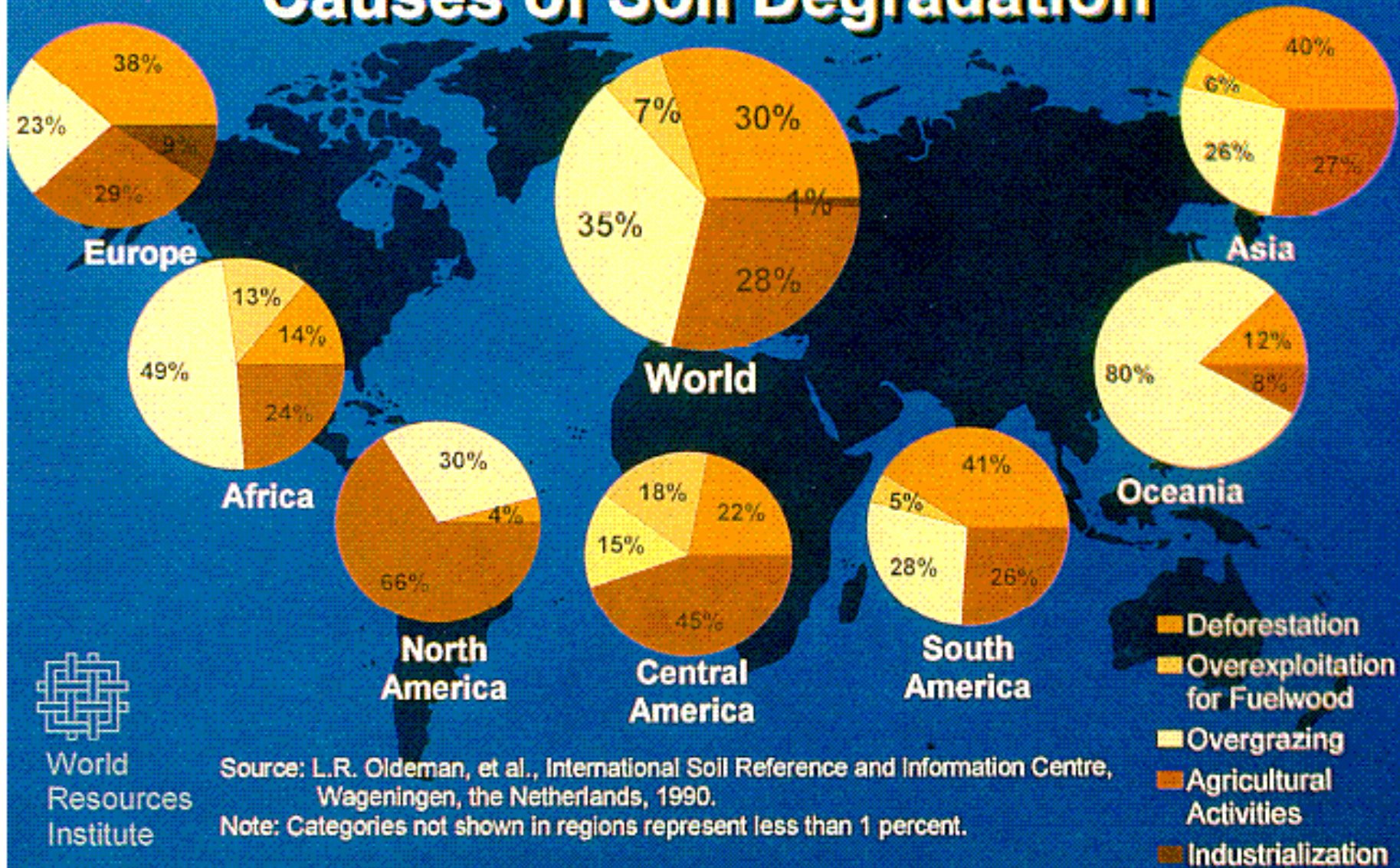
Fattori topografici e climatici (pendii ripidi, frequenti alluvioni e trombe d'aria, tempeste e vento ad alta velocità, piogge ad alta intensità, siccità nelle regioni aride) sono tra le cause naturali.

Deforestazione e sfruttamento eccessivo della vegetazione, coltivazione monospecie, carico del pascolo eccessivo, uso indiscriminato di prodotti agrochimici e mancanza di pratiche di conservazione del suolo sono invece alcune delle cause antropogeniche del degrado del suolo più diffuse.

In generale, la causa principale del degrado del suolo è il suo uso non appropriato, la cattiva gestione.

Le cinque cause principali del degrado del suolo indotto dall'uomo in tutto il mondo sono: deforestazione, sovrapascolamento, cattiva gestione dei terreni agricoli, sfruttamento eccessivo del suolo e attività industriali.

Causes of Soil Degradation



World Resources Institute

Source: L.R. Oldeman, et al., International Soil Reference and Information Centre, Wageningen, the Netherlands, 1990.
 Note: Categories not shown in regions represent less than 1 percent.

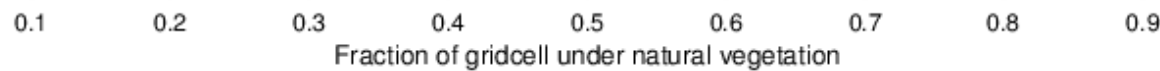
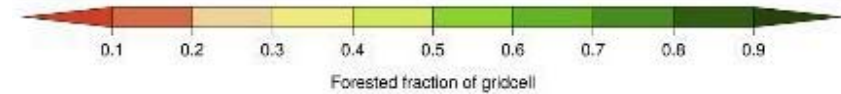
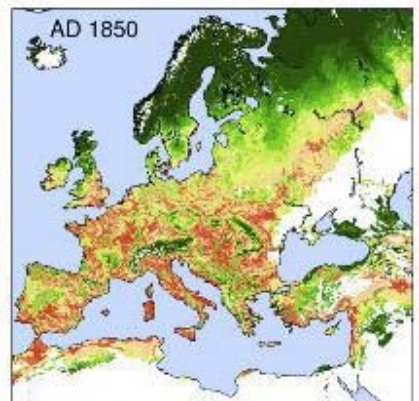
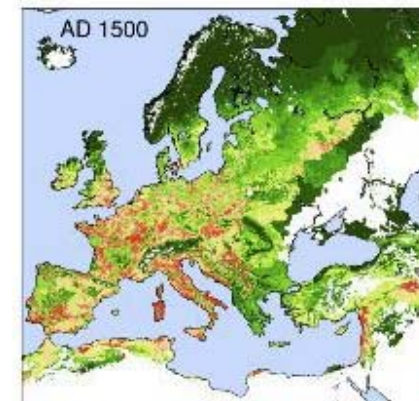
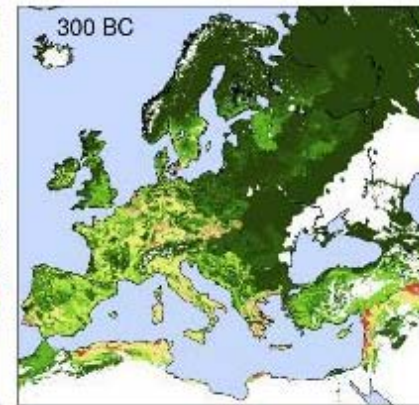
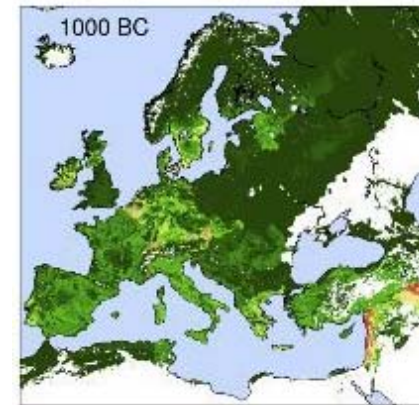
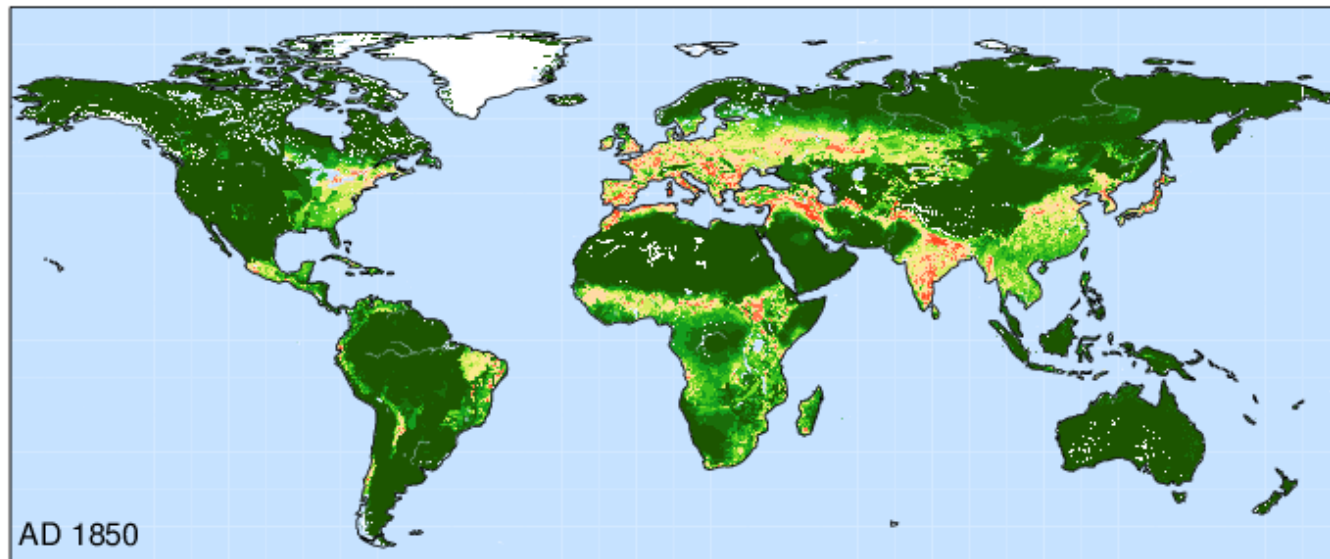
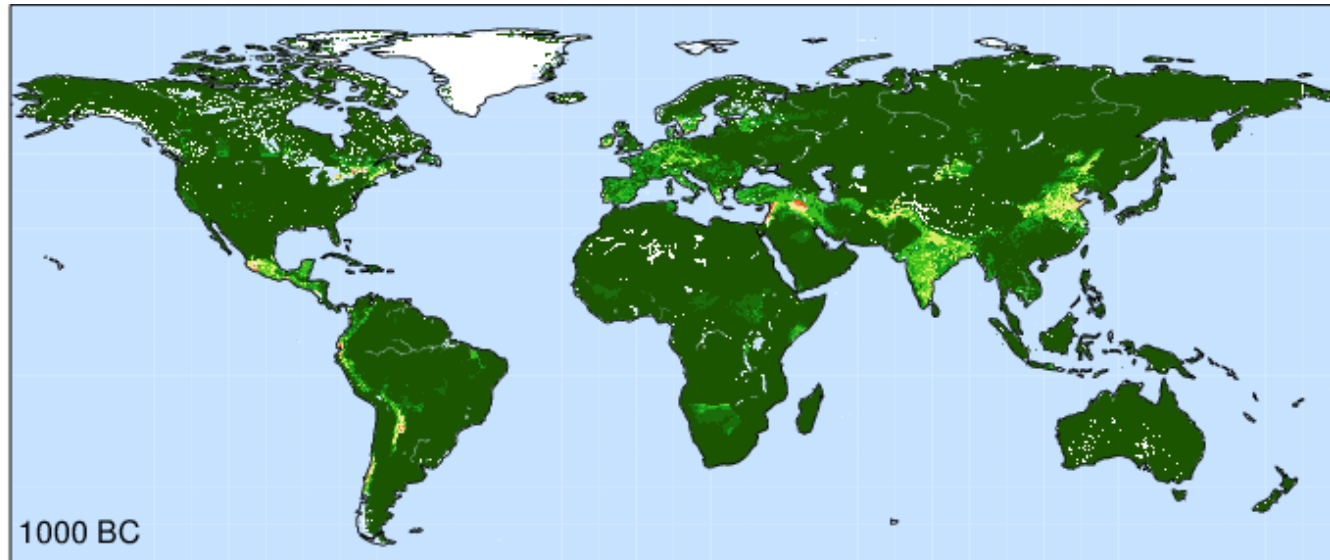
Deforestazione: il cambiamento di uso del suolo da foresta a qualsiasi altro.



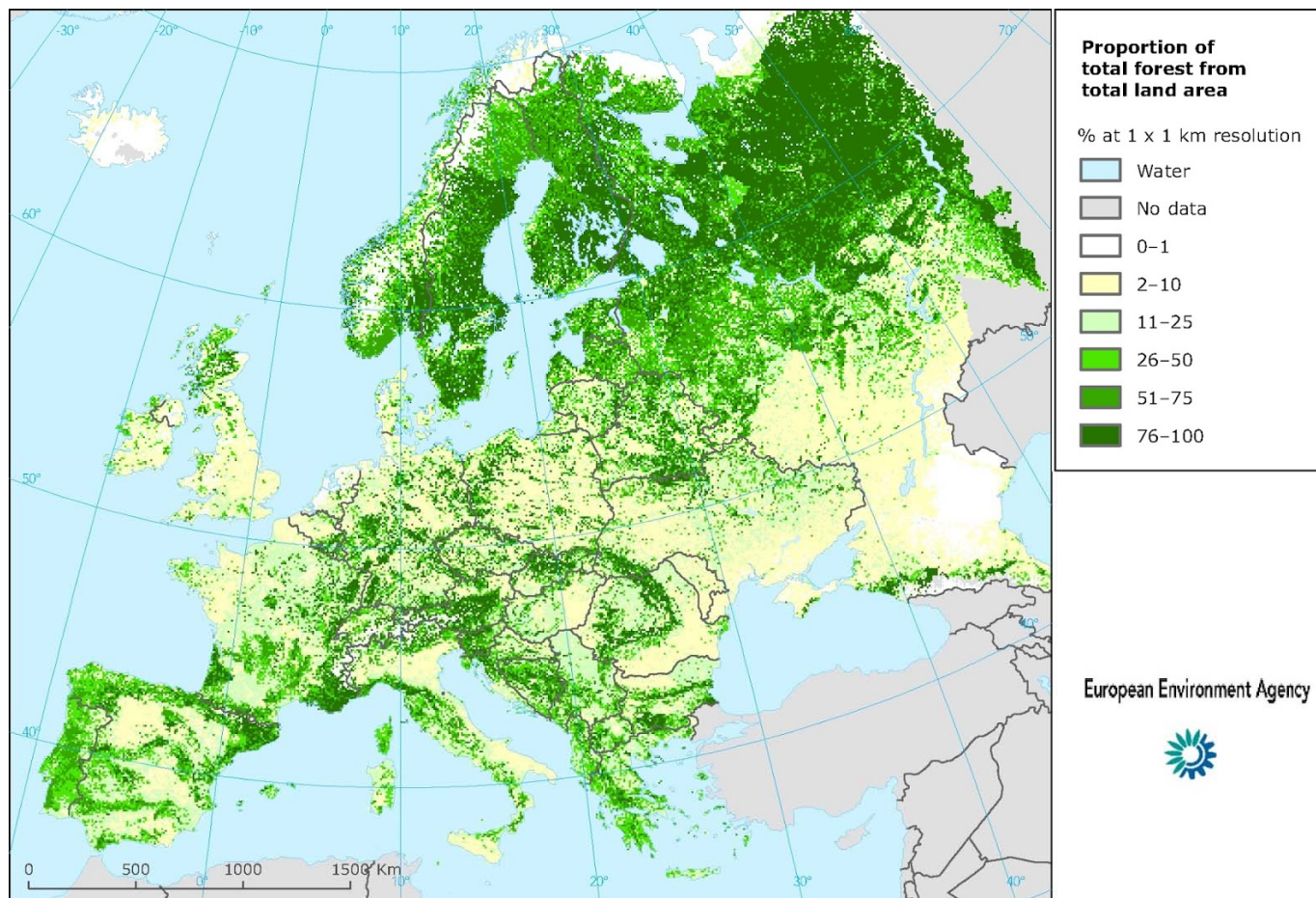
Sette paesi (Russia, Brasile, Canada, Stati Uniti, Cina, Indonesia e Repubblica Democratica del Congo) rappresentano oltre il 60% della superficie forestale totale. Dieci paesi o aree non hanno foreste e altri 54 paesi hanno meno del 10% di copertura forestale del territorio (FAO 2010).

Per millenni, il genere umano ha influenzato le foreste e l'impatto è stato enorme. Circa la metà delle aree forestali che coprivano la terra sono state deforestate. Ogni anno scompaiono altri 16 milioni di ettari, soprattutto nei paesi in via di sviluppo. Il World Resources Institute (1997) stima che solo il 22% della copertura forestale originaria è rimasta intatta. La maggior parte di questo totale è in tre grandi aree: il Canada e la foresta boreale dell'Alaska, la foresta boreale della Russia e la foresta tropicale del bacino del nordovest dell'Amazzonia e il massiccio della Guyana (Guyana, Suriname, Venezuela, Colombia, ecc.).

Nelle ultime decine di anni, la maggior parte della deforestazione ha interessato le foreste tropicali. I tassi di deforestazione annui sono del 2% nell'America Latina e in Asia e dello 0.8% in Africa. I paesi con la più grande area totale di deforestazione sono l'Indonesia, il Sudan, il Myanmar e la Repubblica Democratica del Congo.



In Europa, Nord Africa e Medio-oriente la deforestazione si è stabilizzata. Soprattutto in Europa, si assiste a fenomeni di riforestazione, dalle nuove piantagioni forestali alla graduale ricrescita ed espansione della superficie forestale. Tuttavia, le restanti foreste naturali sono molto degradate, semmai ne esistano ancora.



Secondo la FAO che le cause principali della deforestazione sono legate all'estensione dell'agricoltura di sussistenza (più comune in Africa e in Asia) e la conversione, da parte del governo, delle zone forestali ad altri usi del suolo come l'allevamento su larga scala (più comune in America Latina e anche in Asia). Povertà, disoccupazione e un'ingiusta distribuzione della terra costringono molti contadini senza terra a invadere la foresta per mancanza di altri mezzi economici



I processi di deforestazione comprendono il disboscamento industriale, il taglio raso ed indiscriminato, gli incendi boschivi, la shifting cultivation. Gli effetti diretti ed indiretti della deforestazione sono la perdita di foreste, la perdita di biodiversità, i disastri naturali come cicloni, inondazioni e siccità, diminuzione della qualità dell'acqua, erosione del suolo e sedimentazione.

Il taglio degli alberi su superfici estese espone il terreno nudo all'effetto rovente del sole e all'azione battente delle piogge scatenando fenomeni di erosione da parte del vento e dell'acqua.



A causa dell'elevata temperatura, la sostanza organica del suolo viene decomposta a un ritmo più rapido e gli aggregati del suolo si rompono all'impatto delle gocce di pioggia



Il tasso di infiltrazione dell'acqua è ridotto e quindi aumenta lo scorrimento superficiale e l'erosione che ne deriva

La deforestazione trasforma il suolo in una fonte di gas serra

Una volta che la foresta viene tagliata per il raccolto o pascolo, i suoli possono diventare una grande fonte di emissioni di carbonio.

Solo la deforestazione tropicale rappresenta circa il 20% delle emissioni totali di biossido di carbonio (CO₂) (IPCC, 2007).

In luoghi come l'Indonesia, le foreste paludose di pianura sono ricche di materia organica parzialmente decomposta, nota come torba. Durante periodi prolungati di siccità, come durante gli eventi di «El Niño», la torba diventa infiammabile, soprattutto se già ci sono stati eventi di degrado ambientale come un taglio eccessivo. Quando questi ecosistemi bruciano, rilasciano enormi quantità di anidride carbonica e altri gas serra.

Shifting cultivation o agricoltura «slash-and-burn»

è una tecnica agricola antica praticata dalle popolazioni che vivono ai bordi della foresta pluviale. In questo sistema, un appezzamento di foresta, di solito su pendii dolci o sulle cime delle colline, viene prima ripulito dalla vegetazione e le ramaglie vengono bruciate in loco. Prima dei monsoni avviene la semina e le colture vengono raccolte dopo 6-8 mesi. Quindi la terra viene lasciata a maggese e gli agricoltori liberano una nuova zona di foresta per la coltivazione della stagione successiva.



Anticamente si ritornava sulla stessa particella solo dopo 15-20 anni, dando modo alla vegetazione di recuperare, ma il periodo di rotazione ora è diminuito a meno di 3 anni.

Sovrapascolamento

un terreno adibito a pascolo utilizzato da un numero tale di individui da influenzare negativamente la crescita, la qualità o la composizione delle specie vegetali che possono crescere in quel terreno.

Il sovrapascolamento è una delle principali cause di degrado del suolo in tutto il mondo rappresentando il 35,8% di tutte le forme di degrado. Questo problema è particolarmente allarmante in Australia e in Africa, dove rappresenta l'80% e 50%, rispettivamente, di tutte le forme di degrado del suolo, mentre è meno esteso in Europa (23%).



Il sovrapascolamento è la principale causa di desertificazione nelle terre aride. Il bestiame è infatti la principale fonte di reddito in molti paesi aridi e semiaridi. Qui, il sovrapascolamento causa una catena di degrado critica, riducendo la copertura vegetale e la fertilità del suolo e aumentando l'erosione.

Gli animali domestici ripuliscono rapidamente il suolo da tutta la vegetazione, in un territorio già caratterizzato da una bassa copertura vegetale e quindi in stress. Inoltre, gli animali hanno zoccoli affilati che facilmente rompono il terreno, lasciandolo suscettibile all'erosione.

L'erosione diminuisce il contenuto di sostanza organica e la fertilità e questi fattori conducono alla desertificazione attraverso una ridotta disponibilità di nutrienti per la crescita delle piante.



Rimozione dello strato superficiale del suolo (desurfacing)

Gli scopi di questa pratica possono essere molteplici, compresi la costruzione di strade, ferrovie e la fabbricazione di mattoni. La maggior parte dei campi di mattoni, per esempio, si trova in fertili terre alluvionali per la presenza di terreni a tessitura idonea.

La porzione superficiale è la parte più fertile del suolo; contiene la quantità più elevata di sostanza organica, e nutrienti minerali e possiede le condizioni fisico-chimiche più adatte per la crescita delle piante. Per questo, la rimozione dello strato superficiale del suolo è particolarmente impattante, diminuendo sia la qualità del suolo che la sua produttività.



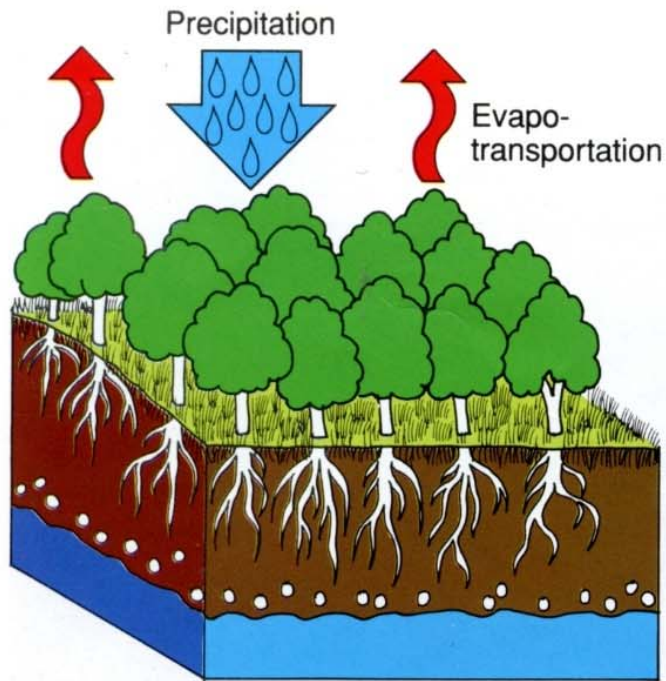
Monocoltura

È un sistema efficiente economicamente, ma può avere un impatto negativo sull'ecologia e sulla fertilità del suolo. Le radici della vegetazione utilizzano gli stessi nutrienti del suolo e nella stessa proporzione durante tutto il ciclo vegetativo. Lo stato nutritivo del terreno diventa quindi squilibrato dopo un periodo prolungato in queste condizioni. In più, proliferano particolari tipi di insetti e parassiti e le colture diventano sempre più dipendenti dai pesticidi.

Cattiva gestione dell'irrigazione

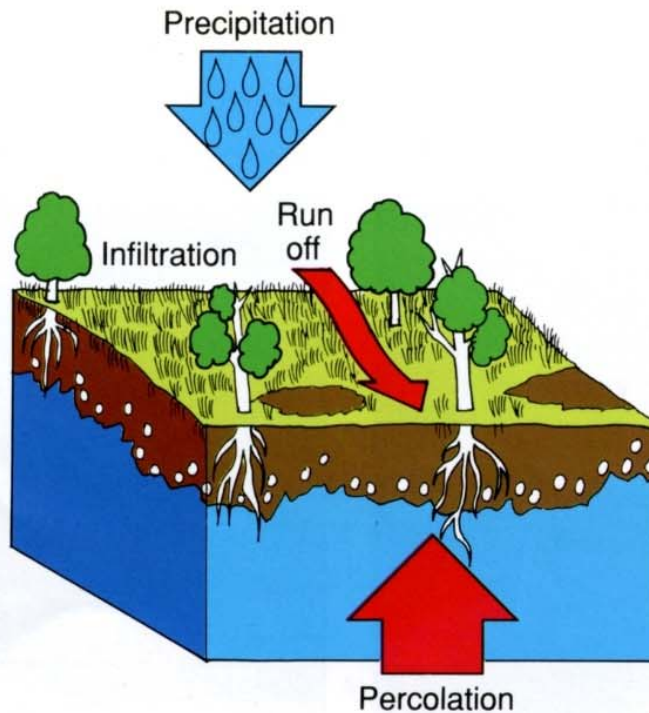
Dove c'è una forte carenza di umidità non è possibile la crescita delle piante. Tuttavia, l'irrigazione nelle terre aride può ulteriormente favorire la desertificazione attraverso la salinizzazione e l'alcalinizzazione del suolo.

In climi semiaridi l'acqua di irrigazione evapora rapidamente, lasciando i sali naturali (cloruri, solfati, e carbonati di sodio, potassio, calcio e magnesio) in prossimità o sulla superficie del suolo. L'accumulo prolungato di questi sali rende sempre più difficile alle piante estrarre acqua dal suolo a causa della forte igroscopicità dei sali. In queste situazioni, l'acqua di irrigazione deve considerare anche il «fabbisogno di lisciviazione», cioè l'acqua extra che deve servire per lisciviare i sali dal terreno.



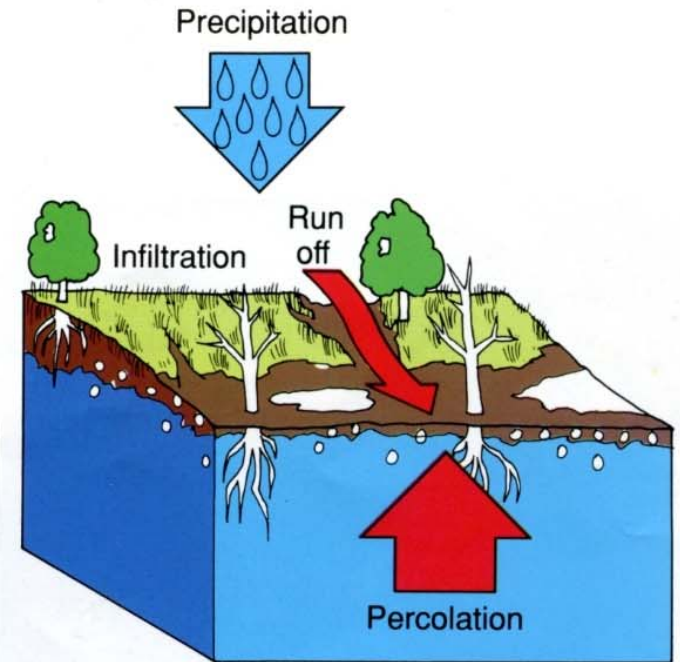
Before clearing

Most water is used where it falls. The system is in balance.



After clearing

Saline groundwater rises and is concentrated at the surface by evaporation. Vegetation growth is affected.



Later

Accumulation of salt at the surface kills protective plant cover. The land is open to erosion.



Utilizzo di mezzi meccanici pesanti



Sono utilizzati nell'agricoltura o nella selvicoltura meccanizzata nei paesi sviluppati. Macchine di diverse tonnellate possono compattare notevolmente il suolo in maniera anche quasi irreversibile, soprattutto nella parte non superficiale del suolo.

L'estrazione mineraria

Contribuisce in modo significativo all'inquinamento del suolo, in particolar modo con i metalli pesanti. Un esempio può essere lo smaltimento del Cd dalle miniere di Zn nelle acque del fiume Jintzu (in Giappone) che contaminò i terreni e i chicchi di riso causando la malattia chiamata sindrome di itai-itai. Numerosi sono i casi da inquinamento da Hg causati dall'estrazione dell'oro.

Armi e munizioni

Sono una fonte di inquinamento del suolo in regioni in cui ci sono conflitti e non. I campi di tiro spesso lasciano terreni contaminati da metalli o altre sostanze. Campioni di suolo provenienti da un impianto per la distruzione di armi in Belgio hanno mostrato un'alta concentrazione di arsenico, rame e piombo.

L'uranio impoverito è un'importante fonte di inquinamento del suolo. È altamente tossico ed è stato usato in combattimento attivo dalle forze statunitensi e britanniche. Solo nel 1991, durante la prima guerra del Golfo, sono state utilizzate 2866 tonnellate di uranio impoverito.

Agenti defolianti furono usati dall'esercito americano nella guerra del Vietnam. Il famoso agente arancione conteneva diossina che è una delle sostanze chimiche più potenti. In Vietnam ci sono aree in cui i livelli di diossina nel suolo superano di cento volte i livelli tollerati dalla legge

Uso indiscriminato del suolo per il conferimento dei rifiuti

I rifiuti possono essere di vario tipo: industriali, urbani, agricoli e nucleari.

Agrochemicals

Comprendono fertilizzanti, concimi, ammendanti, ormoni e fitofarmaci.

Fertilizzanti e concimi introducono metalli pesanti come arsenico, cadmio, uranio e vanadio. I fertilizzanti fosfatici contengono una notevole quantità di Cd.

Ammendanti come il letame di polli e maiali sono ricchi di zinco, arsenico e rame.

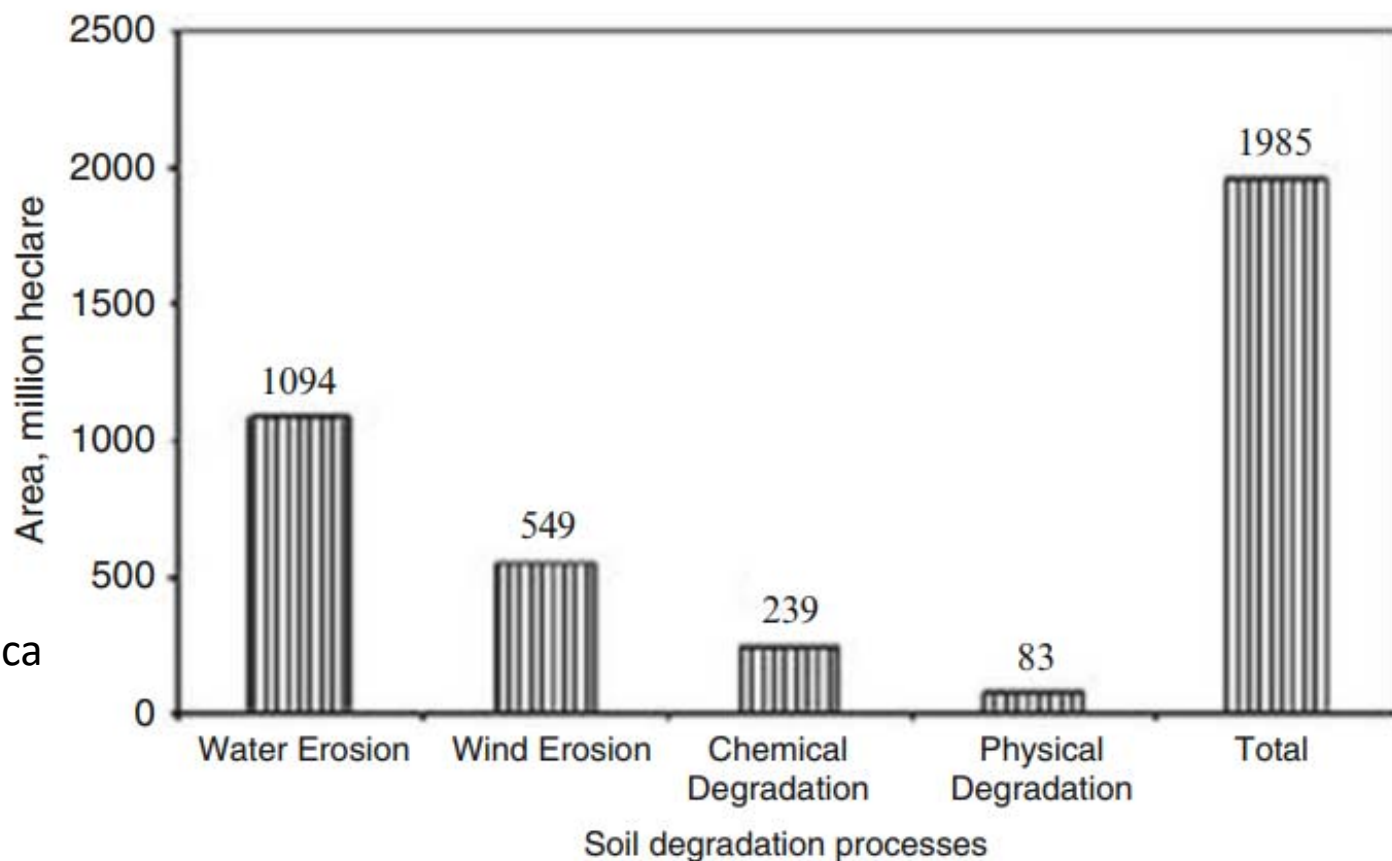
I fitofarmaci comprendono insetticidi, erbicidi e fungicidi. Alcuni composti (organofosforici, organoclorurati, carbammati e piretroidi) sono sostanze chimiche altamente tossiche e alcuni sono anche persistenti. Il loro uso indiscriminato non è desiderabile

Categorizzazione delle forme di degrado

GLASOD (Global Assessment of Human-induced Soil Degradation)

Nel 1990, il progetto GLASOD ha prodotto una prima mappa mondiale del degrado del suolo indotto dall'uomo, utilizzando un approccio basato sugli esperti. La mappa aveva lo scopo di aumentare la consapevolezza sui problemi di degrado del suolo in occasione della conferenza UNCED del 1992 a Rio de Janeiro.

1. Erosione dovuta all'acqua
2. Erosione dovuta al vento
3. Deterioramento chimico
4. Deterioramento fisico
5. Deterioramento dell'attività biologica



Soil degradation types and subtypes

Type	Subtypes
W: Water erosion	Wt: loss topsoil Wd: terrain deformation/mass movement Wo: off-site effects Wo: reservoir sedimentation Wof: flooding Woc: coral reef and seaweed destruction
E: Wind erosion	Et: loss of topsoil Ed: terrain deformation Eo: overblowing
C: Chemical deterioration	Cn: Loss of nutrients and/or organic matters Cs: Salination Ca: Acidification Cp: Pollution Ct: Acid sulphate soils Ce: Eutrication
P: Physical deterioration	Pc: compaction, sealing, and crusting Pw: water logging Pa: lowering of water table Ps: subsidence of organic soils Po: other physical activities such as mining and urbanization
B: Degradation of biological activity	

Table 1.3 Extent of degraded lands in different regions of the world

Region	Agricultural land			Permanent pasture			Forests		
	Total Mha	Degraded Mha	%	Total Mha	Degraded Mha	%	Total Mha	Degraded Mha	%
Africa	187	121	65	793	243	31	683	130	19
Asia	536	206	38	978	197	20	1,273	344	27
South America	142	64	45	478	68	14	896	112	13
Central America	38	28	74	94	10	11	66	25	38
North America	236	63	26	274	29	11	621	4	1
Europe	287	72	25	156	54	35	353	92	26
Oceania	49	8	16	439	4	19	156	12	8
World	1,475	562	38	3,212	685	21	4,041	719	18

Kertesz (2009), FAO (1990), and Scherr (1999)

Rispetto al superficie mondiale, considerando solo questi tre usi del suolo (area agricola, pascolo permanente e foreste), la percentuale di aree degradate è del 23% e quella di aree fortemente degradate è del 14%.