INDICE

1. **Il capitale naturale**

   1.1. Servizi ecosistemici

   1.2. Sistema di contabilità economico-ambientale (SEEA)

   1.3. Interazione tra capitale naturale e capitale culturale

2. **Educazione ambientale**

   2.1. Sviluppo sostenibile

   2.2. Buone pratiche sull'educazione ambientale e coinvolgimento della comunità

3. **Impatti dell'uomo**

   3.1. Olocene vs Antropocene

   3.2. Degrado degli habitat naturali

   3.3. Impatti sugli ecosistemi forestali ed i servizi ecosistemici ad essi associati

4. **Incendi**

   4.1. Incidenza degli incendi

   4.2. Il consumo di suolo

   4.3. Inquinamento e cambiamento climatico

   4.4. Danni indiretti dati dall' incendio

   4.5. Cambiamenti strutturali e funzionali negli ecosistemi forestali

5. **Bibliografia**

Allegati: Carta tematica sugli incendi in Sicilia, grafica sui servizi ecosistemici, immagini.

1. IL CAPITALE NATURALE

1.1. Servizi ecosistemici

Il capitale naturale è dato dall'insieme di tutte le risorse naturali essenziali, in particolare, durante il primo rapporto sullo stato del capitale naturale in Italia è stato definito come "l'intero stock mondiale di risorse naturali comprendenti suolo, aria, acqua e risorse geologiche inclusi tutti gli organismi viventi". Il capitale naturale è quindi costituito dalla straordinaria ricchezza della natura e della vita sul nostro pianeta, grazie al quale la specie umana riesce a vivere. Ciò deriva dal fatto che le risorse del capitale naturale forniscono all'uomo beni e servizi, di valore diretto e indiretto, chiamati servizi ecosistemici, cioè i "benefici multipli forniti dagli ecosistemi al genere umano", secondo la definizione del *Millennium Ecosystem Assessment* (MEA, 2005). Il concetto di "servizi ecosistemi" nasce durante il summit del millennio a New York nel 2000 durante il quale vennero tradotte le caratteristiche ecosistemiche in termini economici in quanto questo era l'unico modo per far capire ai politici che il buon funzionamento di un ecosistema corrisponde ad un benefit anche in termini economici. Questo studio ha fatto un primo tentativo di valutazione economica degli ecosistemi traducendo l'importanza economica degli ecosistemi con appunto il termine capitale naturale con l'obbiettivo di far comprendere il valore naturale degli ecosistemi da cui dipende il benessere dell'uomo.

I servizi ecosistemici sono stati distinti in quattro grandi categorie:

1) Servizi di approvvigionamento, sono quelli più noti e comprendono tutte quelle risorse che fornisce la natura e di cui l'uomo può disporre per svolgere le azioni vitali. I servizi di approvvigionamento sono 4 ovvero:

- Cibo derivante dai prodotti agricoli, dal bestiame e dalle risorse alieutiche (pesca e acquacultura marina e di acqua dolce) come la produzione di cibo, di acqua potabile, materiali o combustibile.
- Materiali grezzi ovvero legname, fibre vegetali e animali come seta e lana.
- Acqua dolce per approvvigionamento umano, per l'agricoltura e l'allevamento di bestiame.
- Risorse medicinali ovvero sostanze estratte da piante medicinali a supporto dell'industria farmaceutica e non, ma comprende anche le risorse estratte da semi alghe e piante marine come alimenti funzionali per l'industria nutraceutica.

2) Servizi di regolazione che regolano gli ecosistemi e forniscono benefici immateriali che spesso non vengono riconosciuti quali

- Regolazione della qualità dell'aria e del clima a livello locale, servizio legato alla produzione di ossigeno, all'assorbimento di inquinanti in aria e in acqua da parte delle piante superiori (foreste sommerse e emerse), all'abbassamento della temperatura locale grazie all'ombreggiamento dato dalla presenza di chiome arboree e infine legato alle emissioni di metano e ammoniaca da parte del bestiame.
- Sequestro e stoccaggio del carbonio, legato al processo fotosintetico, per cui tutti i sistemi vegetali hanno la capacità di rimuovere CO2 atmosferica e disciolta in acqua, ma anche i gas serra nei tessuti vegetali.
- Moderazione di eventi estremi, come tsunami, trombe d'aria, alluvioni grazie ad esempio alle foreste marine o terrestri che si pongono a protezione dei sistemi urbanizzati.
- Trattamento delle acque reflue, ovvero filtrazione e decomposizione delle sostanze chimiche contenuti nei reflui agricoli e pastorali ad opera di organismi delle aree umide e dei sistemi radicali degli alberi.
- Prevenzione dell'erosione costiera (praterie sommerse), e dei suoli (foreste e sistemi agricoli misti).
- Impollinazione da parte di insetti, uccelli, pipistrelli che supportano la biodiversità terrestre.
- Controllo biologico ovvero controllo naturale dei parassiti e dei predatori, ad esempio, le piante hanno la capacità di controllare la presenza di patogeni e parassiti.
- Regolazione dei flussi idrici che avviene ad opera delle foreste (intercettazione, traspirazione, evaporazione e infiltrazione di acqua).

3) Servizi culturali ovvero benefici immateriali percepiti maggiormente:

- Attività sportive e ricreative effettuate in natura (passeggiate, attività subacquea, pesca)
- Turismo, principalmente i servizi culturali vengono commercializzati attraverso il turismo, infatti il turismo sostenibile in aree montane o costiere è in netta crescita.
- Ruolo estetico e di ispirazione cioè i paesaggi naturali possono rappresentare fonte di ispirazione, inoltre gli ecosistemi forniscono la base per ampliare la conoscenza scientifica.
- Valore spirituale della natura per le comunità locali.

4) Servizi di supporto questi contribuiscono indirettamente al benessere dell'umanità e forniscono un supporto ai processi naturali e agli altri tipi di servizi ecosistemici.

- Fornire un habitat per le specie ovvero gli ecosistemi forniscono lo spazio fisico e le condizioni ambientali idonee per la vita delle specie vegetali e animali
- Mantenimento della diversità genetica.

Fig.1: Servizi ecosistemici forniti al genere umano
Fonte: WWF, Living plant report (2016).

Tutti i servizi ecosistemici sono associati ai "costituenti del benessere" suddivisi in 5 categorie:

1) Sicurezza che comprende la sicurezza personale, accesso alle risorse e protezione dai disastri ambientali.
2) Beni di prima necessità come sostentamento e alimentazione adeguata, protezione e accesso ai beni primari.
3) Salute di cui fanno parte l'accesso ad aria e acqua pulita e il senso di benessere.
4) Buone relazioni sociali ovvero capacità di aiutare gli altri, mutuo rispetto e coesione sociale.
5) Libertà di scelta e azione cioè avere l'opportunità di essere capace a ottenere ciò che ciascun individuo importante per compiere azione e essere.

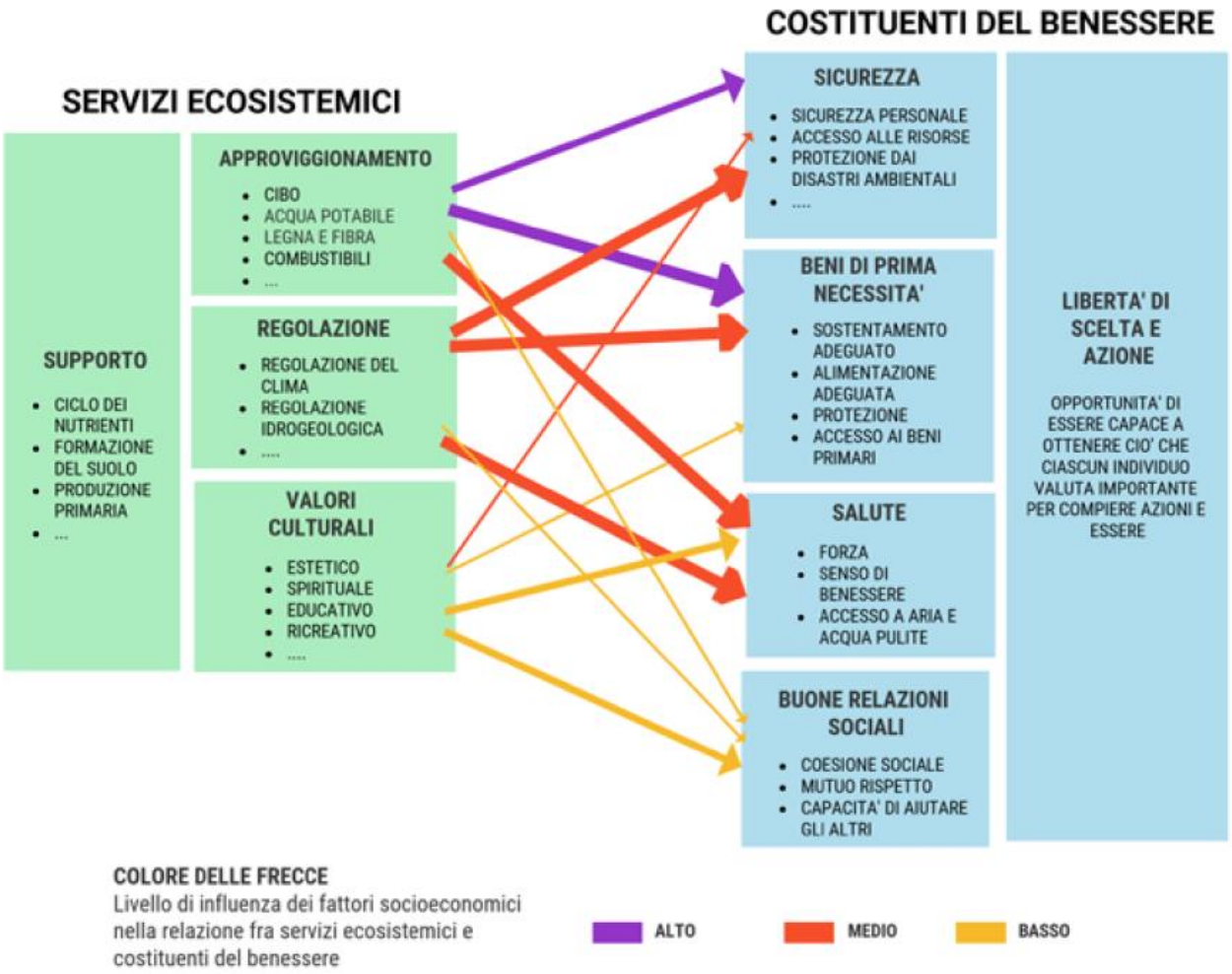

Fig.2: Relazione tra i servizi ecosistemici e i costituenti del benessere
Fonte: Millennium Ecosystem Assesment, 2005 (modificato).

3.1 Sistema di contabilità economico- ambientale (SEEA)

Il Sistema di Contabilità Economica e Ambientale (SEEA) è un quadro metodologico sviluppato per integrare e armonizzare i dati economici e ambientali al fine di valutare il rapporto tra l'economia e l'ambiente. Il SEEA è stato sviluppato dall'Organizzazione delle Nazioni Unite (ONU) per fornire una struttura comune al fine di misurare e analizzare l'interazione tra attività economiche e sostenibilità ambientale. Il SEEA mira a fornire una base solida per analizzare i flussi di risorse naturali, i cambiamenti ambientali e l'impatto dell'attività economica sull'ambiente. Esso si basa sul concetto di sviluppo sostenibile, ovvero uno sviluppo in grado di assicurare "il soddisfacimento dei bisogni della generazione presente senza compromettere la possibilità delle generazioni future di realizzare i propri" (Commissione Brundtland per l'ambiente e l'uomo, 1987).

Il SEEA è suddiviso in diverse parti, ciascuna delle quali affronta aspetti specifici dell'interazione tra economia e ambiente. Alcune delle principali componenti del SEEA includono:

1. **Contabilità del flusso di risorse naturali:** Questa parte del SEEA tiene traccia dei flussi di risorse naturali, come acqua, suolo, energia e materiali, attraverso l'economia. Aiuta a rivelare come queste risorse vengono estratte, utilizzate, trasformate e smaltite. Ciò aiuta a comprendere come l'attività economica influenzi direttamente le risorse ambientali.
2. **Contabilità dell'inquinamento e delle emissioni:** Questa sezione traccia le emissioni di inquinanti e le emissioni di gas serra prodotte da diverse attività economiche, consentendo di valutare l'impatto ambientale di tali attività produttive.
3. **Contabilità del capitale naturale:** Il SEEA analizza anche il valore del capitale naturale, come foreste, risorse ittiche, suolo fertile e biodiversità. Aiuta a riconoscere e quantificare il ruolo del capitale naturale nella creazione di ricchezza economica. Inoltre, il SEEA fornisce strumenti per valutare il valore economico del capitale naturale, aiutando a integrare la sostenibilità nella pianificazione economica e nelle decisioni politiche.
4. **Contabilità del settore ambientale ed economico:** Il SEEA analizza le attività economiche e la loro interazione con l'ambiente, consentendo di identificare settori che hanno un impatto ambientale significativo e quelli che contribuiscono alla sostenibilità.
5. **Contabilità del flusso di rifiuti e materiali:** Questa sezione segue il flusso di materiali attraverso l'economia, inclusa la produzione, il consumo, il riciclaggio e lo smaltimento dei rifiuti.

Il SEEA è quindi uno strumento chiave per misurare e comprendere l'interazione tra economia e ambiente, consentendo di adottare politiche e pratiche più sostenibili e consente di valutare l'uso delle risorse, l'efficienza economica e l'impatto ambientale delle attività umane. È stato adottato a livello globale da molti paesi e organizzazioni internazionali per migliorare la valutazione della sostenibilità economica ed ecologica.

3.1 Interazione tra capitale naturale e capitale culturale

Il concetto dei servizi ecosistemici e del capitale naturale nel tempo si è evoluto in quanto è stato integrato il capitale naturale con il capitale sociale e il benessere umano. Infatti, il capitale naturale non ha un rapporto diretto con il benessere umano ma è un rapporto mediato dal

capitale sociale all'interno del quale si trovano il capitale umano e la società (Costanza *et al* 2017). Quindi la società e l'economia interagendo con i servizi ecosistemici forniscono il benessere per l'umanità.

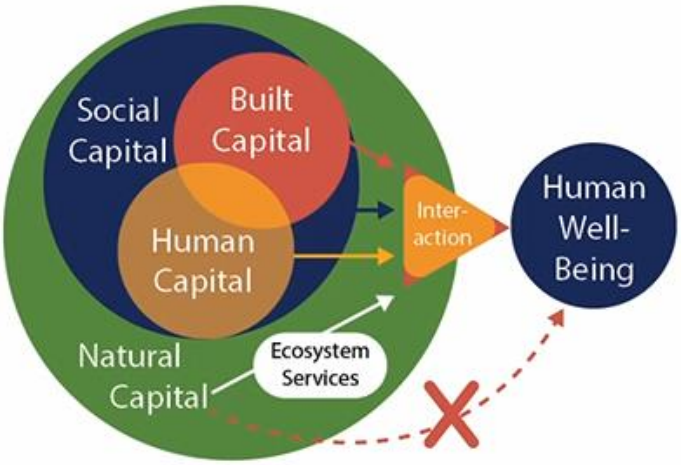

Fig. 3: Interazione tra il capitale naturale e il capitale culturale
Fonte: Costanza et al. 2017.

Il concetto di "capitale naturale" e "capitale culturale" si riferisce a due diversi aspetti delle risorse e dei beni di valore presenti in una società. Vediamo cosa rappresentano in dettaglio:
Il **capitale naturale** comprende tutte le risorse e i beni forniti dalla natura che sono essenziali per il benessere umano e per il funzionamento degli ecosistemi. Queste risorse includono l'aria, l'acqua, il suolo, la flora, la fauna, i minerali e molto altro. Il capitale naturale fornisce una vasta gamma di servizi ecosistemici, come la fornitura di cibo, acqua potabile, materiali da costruzione, regolazione del clima, controllo delle malattie e valore estetico. La gestione sostenibile del capitale naturale è fondamentale per il mantenimento della vita sulla Terra e per il benessere delle società umane.
Invece, il **capitale culturale** si riferisce alla ricchezza di conoscenze, valori, tradizioni, istituzioni e pratiche culturali di una società. Questo tipo di capitale non è tangibile come il capitale naturale, ma ha un valore immateriale e influisce profondamente sulle identità culturali, sulle relazioni sociali e sulle dinamiche comunitarie. Il capitale culturale comprende l'arte, la letteratura, la musica, la danza, la lingua, la religione, le festività, le tradizioni orali e molto altro. Essa contribuisce alla coesione sociale, all'identità nazionale e locale, e può anche avere implicazioni economiche e turistiche.
L'interazione tra il capitale naturale e il capitale culturale è un concetto che riflette la relazione complessa tra l'ambiente naturale e le influenze culturali umane. Questi due tipi di capitale

possono interagire in diversi modi, influenzando reciprocamente lo sviluppo sociale, economico e ambientale di una comunità o di una società nel suo complesso. Ecco alcune delle principali interazioni tra capitale naturale e capitale culturale:

1. **Valori culturali e conservazione ambientale**: Le credenze, i valori culturali e le tradizioni di una comunità possono influenzare la sua percezione e la cura per l'ambiente naturale circostante. Ad esempio, le pratiche culturali legate al rispetto della terra o degli animali possono promuovere la conservazione del capitale naturale.
2. **Utilizzo sostenibile delle risorse**: La cultura può influenzare la gestione e l'utilizzo delle risorse naturali. Le pratiche tradizionali di agricoltura, pesca e raccolta delle risorse possono essere integrate con la conoscenza scientifica moderna per promuovere l'utilizzo sostenibile delle risorse naturali.
3. **Turismo e patrimonio naturale**: Le risorse naturali, come paesaggi, parchi nazionali o siti di importanza ecologica, possono diventare attrazioni turistiche grazie al loro valore culturale e storico. Questo può contribuire all'economia locale e alla conservazione ambientale attraverso l'interesse e il sostegno dei visitatori.
4. **Innovazione e conoscenza tradizionale**: La conoscenza tradizionale delle comunità locali può fornire informazioni preziose per la gestione sostenibile delle risorse naturali. L'integrazione di pratiche culturali e conoscenze locali con la scienza moderna può portare a soluzioni innovative per le sfide ambientali.
5. **Impatti culturali delle modifiche ambientali**: I cambiamenti ambientali, come la perdita di biodiversità o i disastri naturali, possono influenzare le pratiche culturali, i modi di vita e le identità delle comunità. Questi impatti possono portare a cambiamenti nella percezione culturale del territorio e nella conservazione delle tradizioni.
6. **Educazione ambientale e sensibilizzazione culturale**: Il capitale culturale può essere utilizzato per promuovere la consapevolezza ambientale e l'educazione nelle comunità. Le narrazioni culturali e le pratiche tradizionali possono essere utilizzate per comunicare messaggi relativi alla conservazione e alla sostenibilità.

In definitiva, l'interazione tra il capitale naturale e il capitale culturale è una sfida e un'opportunità per sviluppare approcci integrati che tengano conto delle dimensioni culturali ed ecologiche nella gestione delle risorse e nella pianificazione del territorio. L'equilibrio tra queste due forme di capitale è cruciale per garantire uno sviluppo sostenibile che rispetti sia l'integrità dell'ambiente naturale che le identità culturali e i valori delle comunità umane.

2. EDUCAZIONE AMBIENTALE

3.1 Sviluppo sostenibile

L'educazione ambientale è un processo di apprendimento finalizzato a sviluppare la consapevolezza, la comprensione e l'apprezzamento dell'ambiente naturale e delle questioni ambientali. Questo tipo di educazione mira a incoraggiare comportamenti sostenibili, promuovere la conservazione delle risorse naturali e affrontare le sfide ambientali globali. L'educazione ambientale è essenziale per affrontare sfide come il cambiamento climatico, la perdita di biodiversità e l'inquinamento. Aiuta le persone a comprendere come le loro azioni influenzano l'ambiente e promuove uno stile di vita più sostenibile e responsabile.

Infatti, gli ultimi due secoli che vanno dal 1800 al 2000 sono stati caratterizzati dall'uso di un modello di sviluppo basato sul prelievo di risorse e sullo sviluppo economico. Questo è il modello di economia lineare che non tiene in considerazione dei possibili effetti sull'ambiente: è caratterizzato da un trend senza alterazione tra il prelievo, la produzione di beni e di risorse e la produzione di rifiuti associati ai sistemi produttivi creati.

Lo sviluppo tradizionale è basato sul prelievo di risorse e sul concetto che l'ambiente in cui l'uomo si trova è un ambiente da sfruttare per migliorare la propria esistenza, ci si basa sul prelievo delle risorse e sul loro sfruttamento per lo sviluppo economico.

Da circa 10 anni è nato un nuovo concetto di sviluppo sostenibile cioè un nuovo modello nato per far fronte ai problemi ambientali riconosciuti a livello globale perché non ci si può basare solo sullo sviluppo economico ma in un modello di sviluppo della popolazione umana deve essere incluso anche la conservazione dell'ambiente e l'equità sociale. Non si parla più di economia lineare basta sul prelievo, sfruttamento e produzione di rifiuti ma si parla di economia circolare e di riciclaggio ovvero riutilizzare la materia di prima di cui è fatto il rifiuto per produrre nuova materia prima a fine ciclo. L'economia circolare ha l'obbiettivo complessivo di aumentare l'efficienza delle materie prime che entrano nei cicli produttivi quindi si basa su una migliore selezione delle materie prime, sull'aumento dell'efficienza dei cicli produttivi per evitare gli scarti lungo la catena di produzione, migliorare la performance della distribuzione delle risorse e infine prevede dei cicli di recupero di parti o riutilizzo del prodotto per altre funzioni. Inoltre prevede anche la riduzione di rifiuti che alla fine del ciclo porta ad una diminuzione della quantità dei rifiuti prodotti. I modelli naturali funzionano esattamente così, questo modello economico circolare nasce proprio come imitazione dei cicli naturali rendendo più efficienti l'uso delle risorse.

Fig.4: Economia lineare vs economia circolare
Fonte: Parlamento europeo 2015

Sempre più studi hanno dimostrato un degrado ambientale di conseguenza bisogna agire tempestivamente. Quindi dalla fine del secolo scorso le organizzazioni governative come le Nazioni Unite e gli organi associati insieme ai rappresentanti dei vari paesi, hanno iniziato a riunirsi per poter stipulare delle linee guida e fare dei patti tra paesi sulle tematiche ambientali e sociali per provare a invertire la tendenza. La prima conferenza è stata quella di Stoccolma per l'ambiente umano nel 1972. Vi è il riconoscimento del nesso tra l'ambiente e il benessere umano e la consapevolezza dei limiti dei sistemi naturali sia nel fornire risorse che nell'assorbire gli impatti, ovvero l'uomo sta consumando sia troppa energia che troppe risorse. Vi fu la necessità di educare le persone sulle tematiche ambientali, proprio perché l'uomo non veniva considerato facente parte dell'ecosistema stesso. In questa occasione nacque l'UNEP ovvero l'ente per la protezione ambientale delle Nazioni Unite. La dichiarazione finale di Stoccolma fu che l'uomo ha un diritto fondamentale alla libertà, all'uguaglianza e a condizioni di vita soddisfacenti in un ambiente che gli consenta di vivere nella dignità e nel benessere, ed è altamente responsabile della protezione e del miglioramento dell'ambiente davanti alle generazioni future. Poi nel 1987 con la commissione mondiale sull'ambiente e sullo sviluppo cioè con il rapporto Brundtland fu coniata la prima definizione di sviluppo sostenibile ovvero uno sviluppo che risponde alle esigenze del presente senza compromettere le capacità delle generazioni future di soddisfare le proprie, ovvero lo sviluppo si deve basare sullo sfruttamento delle risorse senza esaurirle affinché le generazioni future ne possano godere. Poi nel 1992 ci fu il summit di Rio de Janeiro in cui l'obbiettivo era quello di valutare lo stato di salute del pianeta e adottare un piano d'azione (Agenda 21) per affrontare ai problemi ambientali del 21° secolo. Il 20% degli abitanti della terra consuma l'80% delle risorse disponibili e sono responsabili

dell'80% delle emissioni di CO2 le cui conseguenze si pagano a livello globale. In questo summit fu coniato il concetto del Principio di precauzione: se non sappiamo cosa può comportare un'azione (danno o rischio) è meglio non procedere con l'azione in questione. Quindi in caso di rischio, di danno grave o irreversibile, l'assenza di certezza scientifica assoluta non deve servire da pretesto per differire l'adozione di misure adeguate ed effettive dirette a prevenire il degrado ambientale. In questo contesto nacque la convenzione quadro delle nazioni unite sul cambiamento climatico UNFCCC: fu riconosciuto a livello globale un cambiamento del clima associato alle emissioni di CO2 e quindi i paesi presenti firmarono questa convenzione per adottare specifici protocolli atti a stabilire i limiti di emissioni. Fu anche stipulata la convenzione della biodiversità (*Biological Diversity Convention)*, questa convenzione aveva l'obbiettivo di tutela della biodiversità riconoscendo il valore della diversità biologica, uso durevole dei suoi elementi e la ripartizione giusta dei vantaggi derivanti dallo sfruttamento delle risorse genetiche. Tutti questi summit hanno dei ruoli fondamentali e sono molto simbolici perché l'efficacia dei summit si riconosce nell'impegno di ognuno dei paesi che partecipa che devono mantenere gli impegni sottoscritti, che però non tutti fanno nel tempo.

2.2 Buone pratiche sull'educazione ambientale e coinvolgimento della comunità

L'educazione ambientale è uno strumento fondamentale per sensibilizzare i cittadini e le comunità ad una maggiore responsabilità e attenzione alle questioni ambientali e al buon governo del territorio. Il concetto di educazione ambientale si è sviluppato in quanto il rapporto tra l'uomo e l'ambiente si va sempre più deteriorando. È nata come rimedio con cui contrastare un danno (Angelini *et al*. 2007).

L'educazione ambientale riveste un ruolo essenziale nella sensibilizzazione delle nuove generazioni e fornisce la conoscenza necessaria per assumere comportamenti responsabili a tutela della salute e dell'ambiente.

Le buone pratiche sull'educazione ambientale e il coinvolgimento della comunità sono fondamentali per promuovere la consapevolezza ambientale, incoraggiare comportamenti sostenibili e creare una cultura di responsabilità nei confronti dell'ambiente. Ecco alcune strategie e pratiche che possono essere adottate per raggiungere questi obiettivi:

1. **Programmi educativi integrati:** Sviluppare programmi educativi che includano l'educazione ambientale nelle scuole e nelle università, incoraggiando gli studenti a comprendere le questioni ambientali e ad adottare comportamenti sostenibili.
2. **Formazione di insegnanti e educatori:** Fornire formazione specifica agli insegnanti e

agli educatori su come integrare l'educazione ambientale nei loro programmi di studio e nelle loro attività.

3. **Laboratori ed esperienze pratiche:** Organizzare laboratori, gite educative e attività pratiche che coinvolgano gli studenti e la comunità nel monitoraggio ambientale, nel riciclaggio, nella pulizia dei parchi e in altre attività pratiche.
4. **Coinvolgimento dei genitori:** Coinvolgere i genitori nelle attività educative, creando un collegamento tra l'apprendimento in classe e le pratiche sostenibili a casa.
5. **Eventi e manifestazioni pubbliche:** Organizzare eventi, workshop, conferenze e manifestazioni pubbliche per promuovere la consapevolezza ambientale e coinvolgere la comunità nel dialogo e nell'azione.
6. **Campagne di sensibilizzazione:** Lanciare campagne di sensibilizzazione sui social media, tramite materiale educativo e pubblicità per diffondere messaggi chiari e coinvolgenti sulla sostenibilità.
7. **Promozione del volontariato ambientale:** Creare programmi di volontariato per coinvolgere i membri della comunità nell'aiutare a preservare l'ambiente.
8. **Collaborazione con le scuole:** Lavorare con scuole e istituzioni educative per integrare l'educazione ambientale nei curricula scolastici e promuovere progetti congiunti.
9. **Creazione di spazi verdi:** Promuovere la creazione e la manutenzione di spazi verdi, giardini comunitari e parchi che siano luoghi di apprendimento e connessione con la natura.

Queste buone pratiche possono contribuire a creare un'educazione ambientale efficace e coinvolgere la comunità in modo significativo per promuovere uno stile di vita sostenibile e la conservazione dell'ambiente.

3. IMPATTI DELL'UOMO

3.1 Olocene vs Antropocene

L'Olocene e l'Antropocene sono due periodi storici che si riferiscono alle diverse fasi dell'evoluzione della Terra e al ruolo significativo dell'attività umana nei cambiamenti ambientali. L'Olocene è l'attuale epoca geologica, iniziata circa 11.700 anni fa alla fine dell'ultima era glaciale. È caratterizzato da un clima relativamente stabile, in cui l'umanità ha prosperato e ha sviluppato agricoltura, insediamenti permanenti e società complesse. Durante l'Olocene, le specie animali e vegetali si sono adattate alle condizioni climatiche predominanti, e molte delle attuali forme di vita e paesaggi si sono sviluppate. L'Antropocene, invece, è un termine proposto per descrivere "l'epoca geologica in cui l'ambiente terrestre presenta modificazioni permanenti causate dall'azione del genere umano". Questo termine suggerisce che l'umanità è diventata una forza geologica su scala planetaria. Mentre non esiste ancora un consenso definitivo tra gli scienziati geologi sulla formalizzazione dell'Antropocene come epoca geologica ufficiale, ci sono molte prove dell'impatto dell'attività umana sul clima, la biodiversità, i cicli biogeochimici e altro ancora. L'idea dell'Antropocene sottolinea come l'attività umana abbia causato cambiamenti ambientali accelerati, tra cui:

- **Aumento delle emissioni di gas serra:** L'uso diffuso di combustibili fossili ha portato all'aumento delle concentrazioni di gas serra nell'atmosfera, causando il riscaldamento globale e i cambiamenti climatici.
- **Estinzione di specie:** L'espansione delle attività umane ha portato alla perdita di habitat, deforestazione e inquinamento, contribuendo all'estinzione di numerose specie animali e vegetali.
- **Modifiche nei cicli biogeochimici:** Le attività umane hanno alterato i cicli naturali dei nutrienti, come l'azoto e il fosforo, influenzando gli ecosistemi terrestri e marini.
- **Inquinamento:** L'uso di materiali sintetici, come plastica e sostanze chimiche industriali, ha causato inquinamento su scala globale.

L'Antropocene rappresenta un'importante riflessione sul ruolo dell'umanità nella storia del pianeta e sottolinea la necessità di adottare misure sostenibili per mitigare l'impatto ambientale delle nostre azioni. L'uomo si pone al centro della natura con una visione egoista nei confronti della natura. Infatti, con le azioni umane l'ambiente terrestre, inteso come l'insieme delle caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche in cui si crea ed evolve la vita, è profondamente condizionato dagli effetti

dell'azione umana (Latini *et al*. 2020). L'uomo non vede la natura come strumento per la propria sopravvivenza, ma viene intesa come un insieme di risorse da sfruttare al massimo per il proprio benessere. L'uomo tutt'oggi non ha la contezza di ciò ci circonda e di quanto gli ecosistemi siano indispensabili per la nostra vita.

3.2 Degrado degli habitat naturali

Il degrado degli habitat naturali si riferisce alla riduzione della qualità, dell'integrità e della funzionalità degli ambienti naturali a causa dell'azione umana. Questo degrado può avere impatti significativi sulla biodiversità, sugli ecosistemi e sulla salute del pianeta nel suo complesso. Alcuni dei principali fattori che contribuiscono al degrado degli habitat naturali includono:

1. **Deforestazione:** La rimozione su larga scala delle foreste per far spazio all'agricoltura, all'industria e all'urbanizzazione può portare alla perdita di habitat vitali per molte specie vegetali e animali.

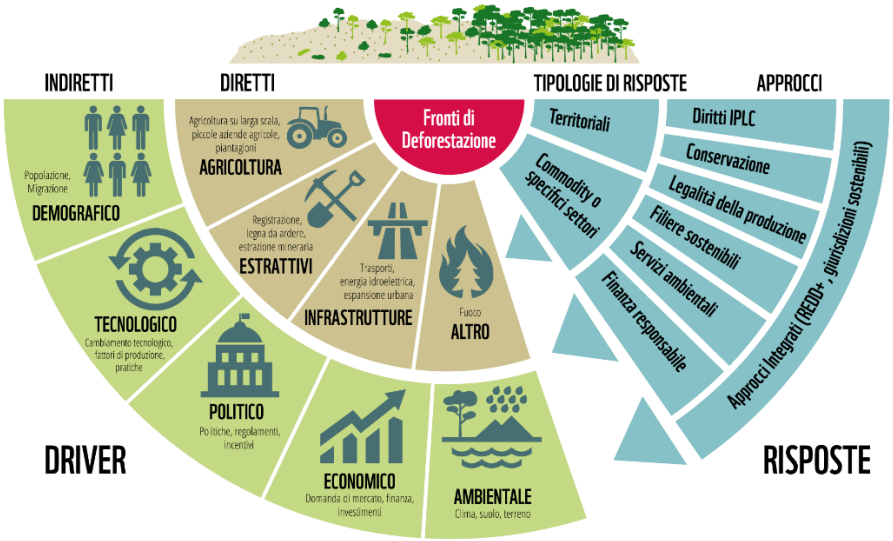

Fig.5: Fonti di deforestazione.
Fonte: WWF

2. **Urbanizzazione:** La crescita delle aree urbane può portare alla distruzione e frammentazione degli habitat naturali, alterando gli equilibri ecologici e riducendo le opportunità di sopravvivenza per molte specie.
3. **Agricoltura intensiva:** L'uso eccessivo di pesticidi, fertilizzanti chimici e la conversione di terre per l'agricoltura intensiva possono causare l'inquinamento del suolo e delle risorse idriche, oltre a distruggere habitat naturali.

4. **Inquinamento:** L'inquinamento atmosferico, idrico e del suolo può danneggiare direttamente gli habitat naturali e influenzare la salute delle piante, degli animali e degli ecosistemi.
5. **Impatti climatici:** I cambiamenti climatici, inclusi l'aumento delle temperature e i modelli di precipitazioni alterati, possono influenzare negativamente la distribuzione e la qualità degli habitat naturali.
6. **Introduzione di specie invasive:** L'introduzione di specie vegetali e animali non native può disturbare gli equilibri ecologici negli habitat naturali e minacciare le specie autoctone.
7. **Sfruttamento delle risorse naturali:** L'estrazione mineraria, l'uso insostenibile delle risorse ittiche e altre attività estrattive possono causare la distruzione degli habitat naturali e la perdita di biodiversità.
8. **Modifiche del paesaggio:** La costruzione di infrastrutture come strade, dighe e insediamenti umani può causare la frammentazione degli habitat naturali e limitare la mobilità delle specie.
9. **Cambiamenti nell'uso del suolo:** Le modifiche nell'uso del suolo, come il disboscamento per l'agricoltura o l'urbanizzazione, possono alterare radicalmente gli habitat naturali.

Il degrado degli habitat naturali può portare alla perdita di specie, alla diminuzione della biodiversità e alla compromissione della capacità degli ecosistemi di fornire servizi vitali, come la purificazione dell'acqua, la regolazione del clima e la produzione di cibo. Per affrontare questo problema, sono necessarie misure di conservazione e gestione sostenibile degli habitat, nonché sforzi congiunti a livello globale per preservare la salute e l'integrità degli ecosistemi naturali.

3.3 Impatti sugli ecosistemi forestali ed i servizi ecosistemici ad essi associati

Gli ecosistemi forestali sono complessi sistemi naturali che comprendono una vasta gamma di organismi viventi e interazioni tra di loro e l'ambiente circostante.

I sistemi forestali terrestri sono suddivisi in biomi nei diversi continenti (Fig. 5), e i biomi sono associati alle piante dominanti che li caratterizzano. In particolare, le principali caratteristiche che regolano la distribuzione delle piante, a grande o piccola scala, sono le differenze di temperature e le precipitazioni.

Gli alberi e le piante arboree costituiscono la struttura predominante dell'ecosistema forestale, creando strati verticali che includono il sottobosco, il piano intermedio e il piano superiore della canopia. Questa stratificazione offre habitat variabili per una vasta gamma di specie animali e vegetali. Infatti, gli ecosistemi forestali ospitano una straordinaria diversità biologica, comprese specie di piante, animali, funghi, insetti e microorganismi. Molti habitat specializzati esistono all'interno delle foreste, sostenendo popolazioni di specie endemiche e rare.

Le foreste svolgono un ruolo essenziale nei cicli biogeochimici, come il ciclo del carbonio e dell'acqua. Assorbendo il biossido di carbonio attraverso la fotosintesi, le piante contribuiscono a regolare il clima globale e a mitigare il cambiamento climatico. Mentre, per quanto riguarda la regolazione del ciclo dell'acqua, le foreste contribuiscono alla captazione delle precipitazioni, all'assorbimento dell'acqua nel suolo e alla regolazione del flusso idrico nei corsi d'acqua.
Un'altra caratteristica chiave degli ecosistemi forestali è l'interazione tra piante, microorganismi e materia organica che contribuisce alla formazione e alla struttura del suolo, influenzando la sua fertilità e stabilità.
Gli impatti sugli ecosistemi forestali e i servizi ecosistemici ad essi associati sono il risultato di una serie di fattori che includono deforestazione, degrado forestale, cambiamenti climatici e attività umane. Questi impatti hanno conseguenze significative sulla biodiversità, sulla fornitura di risorse naturali e sui servizi che gli ecosistemi forestali offrono all'umanità.
In particolare, la deforestazione, ovvero la rimozione delle foreste per far spazio all'agricoltura, all'industria e all'urbanizzazione, è uno dei principali fattori che minacciano gli ecosistemi forestali. Questo porta alla perdita di habitat per numerose specie animali e vegetali, nonché alla diminuzione della biodiversità.
In particolare la perdita di habitat è identificato come il responsabile dell'85% della perdita di specie quindi della diminuzione della diversità secondo le liste rosse dell'IUCN. Queste liste categorizzano le specie in: specie in pericolo, specie a rischio di estinzione e specie non a rischio. In generale questo è un problema che si verifica a livello di tutti gli organismi presenti sul pianeta. Dal grafico (Fig. 6) è possibile osservare che le due grandi categorie considerate responsabili di perdita di biodiversità a livello globale sono la perdita di habitat (rosso) e il sovrasfruttamento (giallo). Queste categorie a seconda degli organismi vediamo che hanno delle percentuali diverse. La sopravvivenza delle specie che appartengono agli uccelli, ai rettili e agli anfibi è maggiormente influenzata dalla perdita di habitat, per i mammiferi è dato circa da un 40% per la perdita di habitat e dal 40% per il sovrasfruttamento, infine i pesci sono influenzati soprattutto dal sovrasfruttamento. In linea generale quindi la perdita di habitat è una delle componenti che incide maggiormente nella perdita di biodiversità.

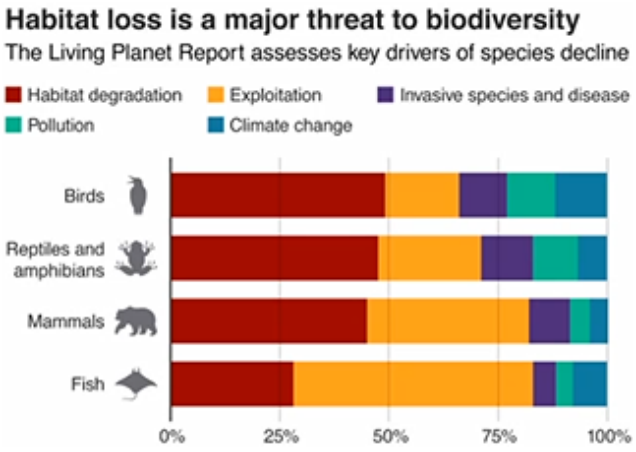

Fig. 6: Perdita di habitat.
Fonte: WWF, Living Planet 2018.

Il degrado forestale, invece, si verifica quando le foreste subiscono danni o modifiche significative che ne riducono la loro integrità. Questo può includere l'incendio, l'abbattimento selettivo degli alberi e il sovra pascolamento. Il degrado forestale può influenzare la struttura dell'ecosistema, la copertura vegetale e la funzionalità degli habitat. L'espansione insostenibile dell'agricoltura, dell'industria e dell'urbanizzazione nelle aree forestali può accelerare sia il degrado che la deforestazione. Le decisioni di sviluppo devono bilanciare la crescita economica con la conservazione degli ecosistemi forestali.

Gli ecosistemi forestali offrono una vasta gamma di servizi ecosistemici, tra cui la regolazione del clima, la purificazione dell'aria e dell'acqua, la protezione dai disastri naturali, la produzione di legname e risorse non legnose, e la ricreazione. Gli impatti sugli ecosistemi forestali portano alla perdita o al degrado dei servizi ecosistemici ad essi associati che possono compromettere la capacità di fornire queste risorse per le comunità locali e l'industria.

È fondamentale conservare e gestire in modo sostenibile gli ecosistemi forestali per garantire la loro integrità ecologica, la biodiversità e la fornitura continua di servizi e risorse essenziali per le comunità umane e per l'intero pianeta. La gestione delle foreste deve bilanciare le esigenze umane con la conservazione degli habitat naturali e delle specie.

La gestione forestale sostenibile è un approccio che mira a bilanciare l'utilizzo delle risorse forestali con la conservazione a lungo termine degli ecosistemi forestali, promuovendo la biodiversità, la qualità dell'ambiente e il benessere umano. La gestione forestale sostenibile è fondamentale per conservare la biodiversità, preservare gli ecosistemi forestali e garantire la fornitura continua di risorse forestali per le generazioni attuali e future. La sua implementazione richiede una collaborazione tra governi, industrie, organizzazioni ambientali e comunità locali.

Fig.7: Ruolo della gestione forestale sostenibile.
Fonte: CREA.

4. INCENDI

4.1. Incidenza degli incendi

Gli incendi forestali hanno un impatto significativo sugli ecosistemi forestali e sulle comunità umane in tutto il mondo. L'incidenza degli incendi forestali può essere influenzata da una serie di fattori, tra cui il clima, la vegetazione e la gestione forestale. Ad esempio, le condizioni climatiche, come temperature elevate, bassa umidità dell'aria e venti forti, possono creare un ambiente favorevole per lo sviluppo e la propagazione degli incendi, così come periodi di siccità prolungata possono aumentare la suscettibilità delle foreste agli incendi.

Anche la densità, il tipo e lo stato della vegetazione influenzano la potenziale propagazione degli incendi, infatti le foreste con vegetazione secca, morta o sovrappopolata sono particolarmente vulnerabili agli incendi. Infine, la gestione forestale svolge un ruolo importante nell'incidenza degli incendi. Infatti, la rimozione selettiva degli alberi, il mantenimento di tagliate di sicurezza, la prevenzione dei parassiti e altre pratiche possono influenzare la probabilità di incendi e la loro diffusione.

Gli incendi forestali possono avere impatti diversi, tra cui:

- **Distruzione di habitat:** Gli incendi possono distruggere habitat vitali per molte specie animali e vegetali, causando la perdita di biodiversità.
- **Emissioni di gas serra:** Gli incendi rilasciano grandi quantità di biossido di carbonio nell'atmosfera, contribuendo al cambiamento climatico.
- **Danni alle proprietà:** Gli incendi possono distruggere case, infrastrutture e proprietà private, causando perdite economiche e umane.
- **Impatto sulle risorse:** Gli incendi possono danneggiare le risorse forestali, come il legno e i prodotti non legnosi, influenzando l'industria forestale.
- **Inquinamento atmosferico:** Gli incendi possono causare inquinamento atmosferico locale e regionale a causa del rilascio di particolato e sostanze chimiche nocive.

La prevenzione degli incendi forestali, il monitoraggio attivo, la pianificazione del territorio e la gestione sostenibile delle risorse forestali sono importanti strategie per mitigare l'incidenza e gli impatti degli incendi. Inoltre, l'educazione pubblica e la consapevolezza dell'importanza di pratiche sicure e responsabili in ambienti forestali possono contribuire a ridurre il rischio di incendi.

Il fuoco è un fattore ambientale di primaria importanza, da sempre presente nella maggior parte degli ambienti terrestri, che ha influenzato la vegetazione fin dalla comparsa delle prime piante

terrestri e ha contribuito all'evoluzione sia delle specie che delle comunità (Secondo rapporto sullo stato del capitale naturale in Italia).

Gli incendi forestali sono un problema ricorrente in Italia, specialmente durante i mesi estivi, quando le condizioni climatiche, con temperature elevate e bassa umidità dell'aria, possono favorire lo sviluppo e la propagazione degli incendi. L'Italia ha una grande estensione di territorio boschivo e agricolo, ed è quindi particolarmente suscettibile agli incendi, sia naturali che causati dall'attività umana. In Italia il problema degli incendi boschivi ha assunto grande rilevanza con decine di migliaia di ettari percorsi ogni anno. Secondo le statistiche annuali EFFIS (European Forest Fire Information System). Secondo i dati EFFIS, la stagione estiva del 2021 per l'Italia è stata particolarmente importante per la superficie incendiata, si parla infatti di circa 160 mila ettari di bosco andati in fumo, circa quattro volte la media di quanto bruciato fra il 2008 ed il 2020. L'87% dei roghi si sono concentrati in sole tre regioni: Sicilia, Sardegna e Calabria.

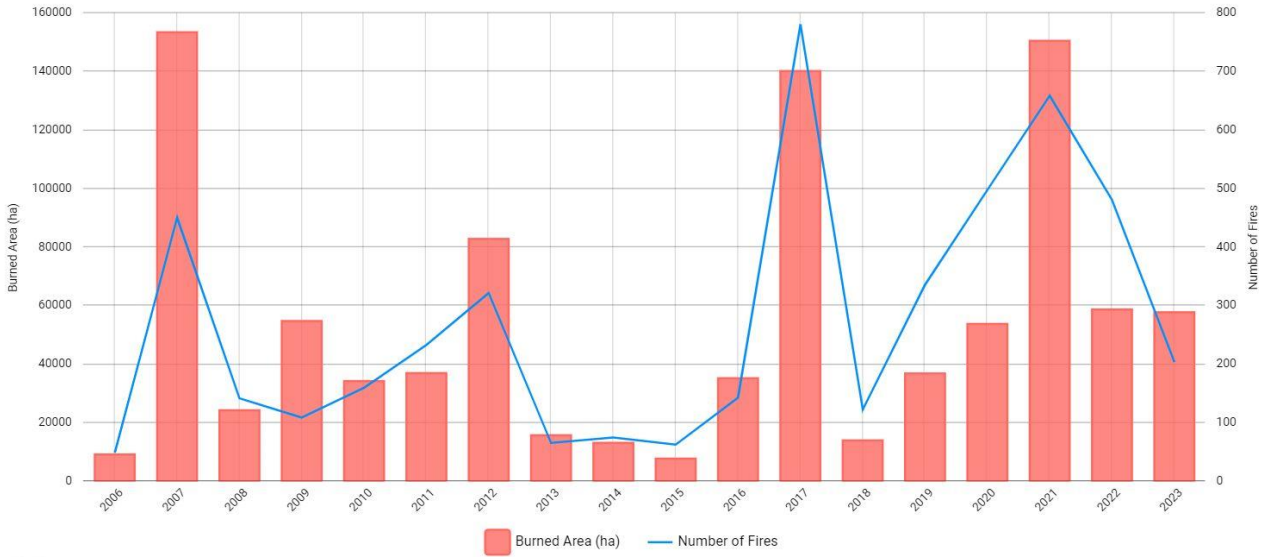

Fig.8: Statistiche annuali in Italia di aree bruciate e numero di incendi.
Fonte: EFFIS

Negli ecosistemi mediterranei, il regime degli incendi è guidato sinergicamente dalle condizioni meteo-climatiche e dalla vegetazione. Lunghi periodi di temperature elevate e scarse precipitazioni contribuiscono a rendere la vegetazione combustibile più secca e quindi più adatta ad alimentare il fuoco e a favorire l'insorgenza di incendi di grandi dimensioni. D'altra parte, le condizioni meteo-climatiche più calde e secche (ma anche gli incendi ripetuti in una stessa area e i cambi di uso del suolo) possono limitare disponibilità della vegetazione e questo può comportare la transizione del regime degli incendi guidato dal clima verso uno limitato dalla disponibilità di combustibile vegetale (Pausas & Fernández-Muñoz, 2012). Per quanto riguarda le cause, nel bacino del Mediterraneo (e l'Italia non fa eccezione) l'insorgenza degli

incendi boschivi è per il 95% legata a fattori di tipo antropico mentre le cause naturali, come i fulmini, rappresentano la quota residuale (Ganteaume *et al*. 2013). Circa la metà degli incendi ha una matrice dolosa (Ager *et al.* 2014), cioè vengono appiccati con la specifica intenzione di procurare un danno, mentre il resto è legato a cause dipendenti da imprudenza, negligenza ed imperizia (come una sigaretta accesa buttata con poca cautela, fuochi realizzati per bruciare sterpaglie e di cui poi si perde il controllo, barbecue troppo vicini alla vegetazione disidrata).
Come si può osservare dalla fig. 9, le aree più colpite dagli incendi in Sicilia nel 2021 risultano essere la provincia di Enna (70%), Catania (69%), Trapani (56%) e Palermo (54%).

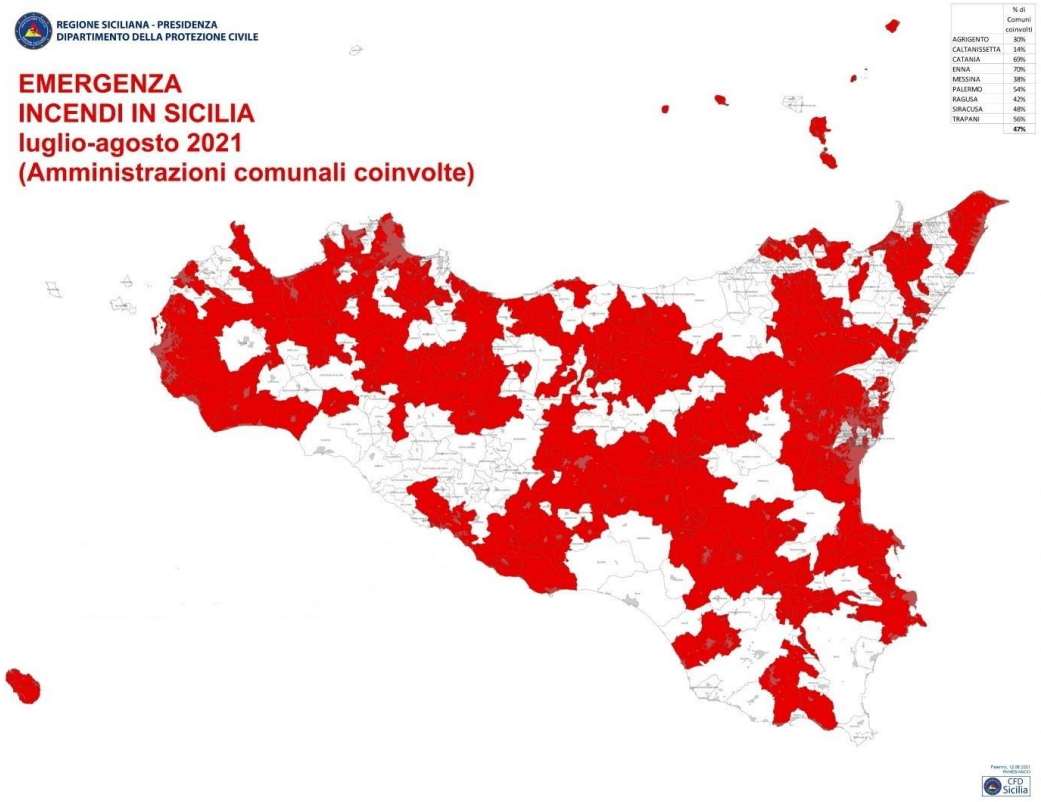

Fig.9: Aree colpite da incendi in Sicilia nel 2021.
Fonte: presidenza della regione siciliana, dipartimento della protezione civile.

In particolare, nella provincia di Enna più precisamente nel comune di Piazza Armerina è presente una area naturale protetta ovvero il Bosco Bellia. Questa zona negli ultimi anni è stata soggetta a numerosi incendi boschivi, portando ad un deterioramento dell'habitat.
Confrontando, ad esempio, la stagione estiva 2022 e quella del 2023, è possibile osservare il passaggio del fuoco in questa zona (Fig. 10 e 11).

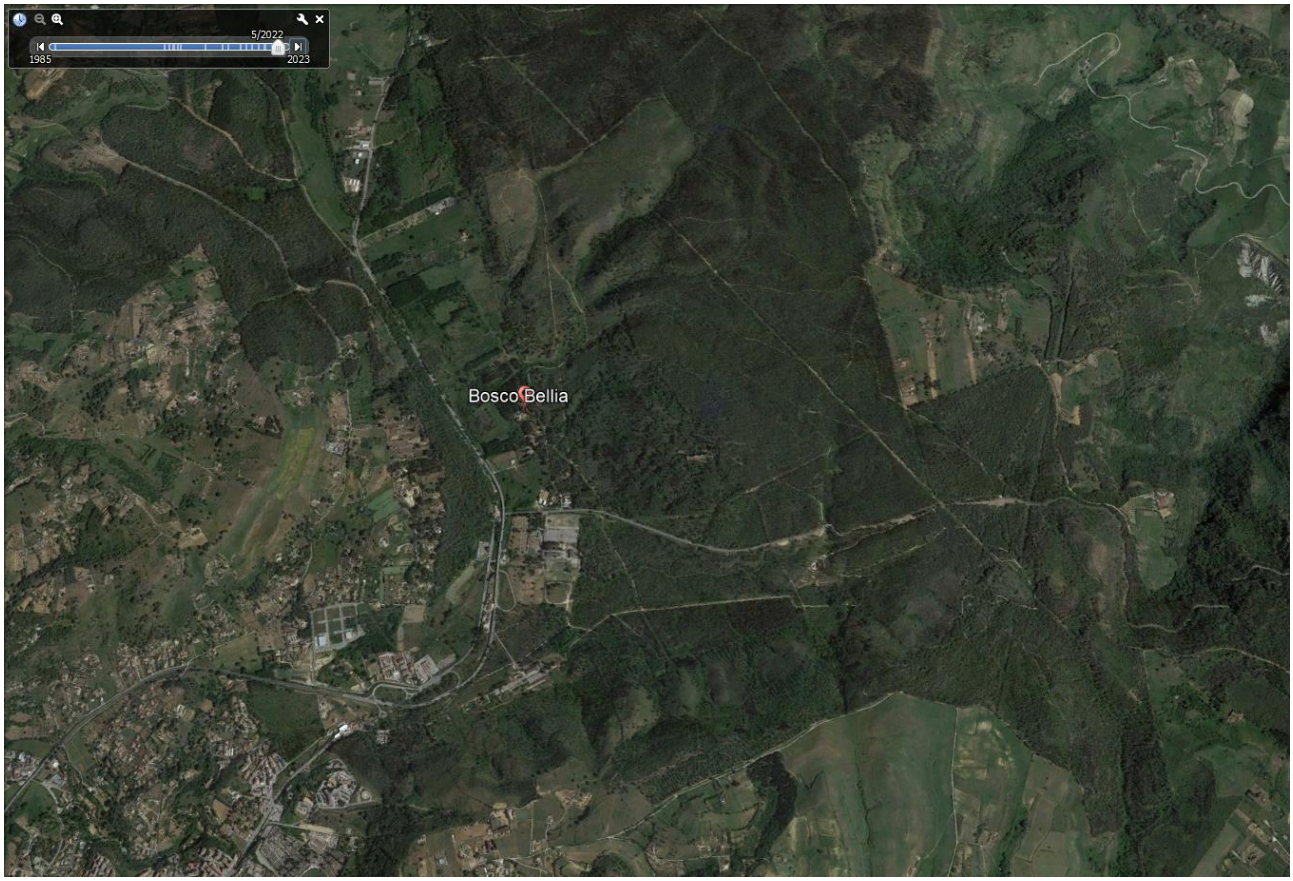

Fig. 10: Stato del Bosco Bellia nel 2022.
Fonte: Google Earth.

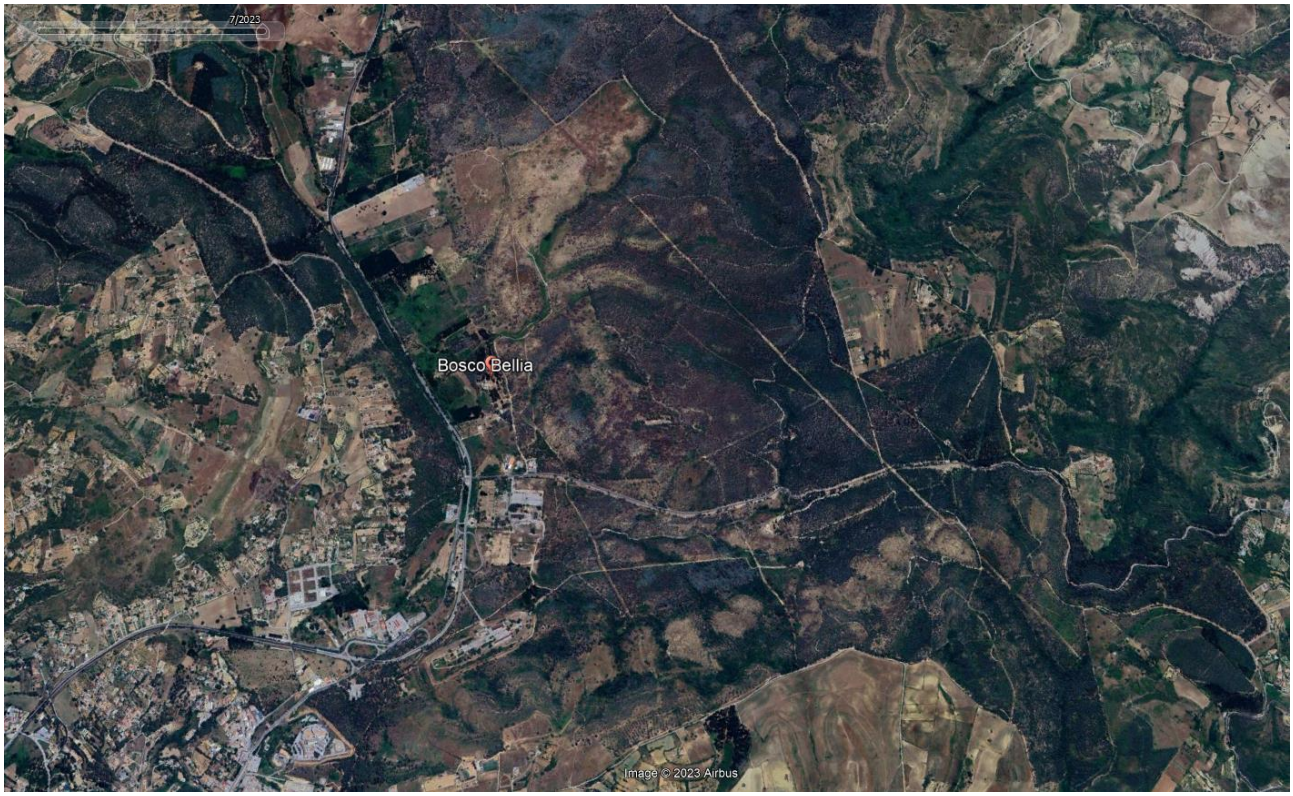

Fig. 11: Stato del Bosco Bellia nel 2023.
Fonte: Google Earth.

Nel dettaglio, l'incendio che ha causato le maggiori perdite è avvenuto in località Santa Caterina con una superficie totale di 758,15 ettari.

Fig.12: Area dell'incendio in località Santa Caterina.
Fonte: Sistema informativo forestale- Regione Sicilia.

4.5 Il consumo di suolo

Il suolo è uno dei componenti fondamentali dell'ecosistema terrestre ed è una risorsa naturale preziosa che svolge molteplici ruoli essenziali per la vita sulla Terra. È uno strato superficiale di materiale che copre la superficie terrestre ed è costituito da minerali, materia organica, acqua, aria e organismi viventi. Il suolo fornisce una vasta gamma di servizi ecosistemici essenziali per il benessere umano e il funzionamento degli ecosistemi. Questi servizi sono le diverse modalità attraverso le quali il suolo supporta la vita, la produzione di cibo, la regolazione dell'ambiente e molti altri aspetti della nostra società. Ecco alcuni dei principali servizi ecosistemici forniti dal suolo:

1. **Produzione di cibo:** Il suolo è la base per la coltivazione delle piante alimentari, fornendo loro i nutrienti necessari per crescere. La fertilità del suolo è essenziale per la produzione agricola e la sicurezza alimentare.
2. **Regolazione dell'acqua:** Il suolo agisce come un serbatoio d'acqua naturale, assorbendo e rilasciando acqua nel corso del tempo. Questa capacità di regolare il flusso delle acque piovane contribuisce a prevenire inondazioni e secche.
3. **Filtraggio dell'acqua:** Il suolo agisce come un filtro naturale per l'acqua, rimuovendo impurità e inquinanti mentre l'acqua si infiltra attraverso i suoi strati. Questo processo migliora la qualità dell'acqua negli acquiferi e nelle risorse idriche superficiali.
4. **Ciclo dei nutrienti:** Il suolo è coinvolto nel ciclo dei nutrienti, degradando la materia organica e rilasciando nutrienti come azoto, fosforo e potassio per le piante. Questo supporta la crescita delle piante e la salute degli ecosistemi.
5. **Habitat per la biodiversità:** Il suolo ospita una vasta gamma di organismi, come batteri, funghi, vermi e insetti, che svolgono un ruolo fondamentale nella decomposizione della materia organica, nel riciclo dei nutrienti e nella formazione del suolo stesso.
6. **Stoccaggio del carbonio:** La materia organica presente nel suolo agisce come un serbatoio di carbonio, contribuendo a catturare il carbonio atmosferico e mitigando il cambiamento climatico.
7. **Regolazione del clima:** Il suolo influisce sul microclima locale, contribuendo alla regolazione delle temperature attraverso il rilascio di calore e l'assorbimento dell'umidità.
8. **Archivio storico:** Gli strati del suolo possono contenere informazioni sulla storia ambientale, climatica e umana, offrendo una sorta di archivio naturale delle attività passate.

La conservazione e la gestione sostenibile del suolo sono cruciali per preservare questi servizi ecosistemici. Le pratiche agricole e di gestione del territorio che promuovono la salute del suolo, la riduzione dell'erosione e la conservazione della biodiversità sono essenziali per garantire che il suolo continui a fornire questi importanti benefici alle comunità umane e agli ecosistemi.

Dall’altro lato però, fenomeni come gli incendi, possono portare al consumo di suolo e conseguentemente alla perdita dei servizi ecosistemici per l’umanità. Per consumo di suolo vero e proprio, noto anche come impermeabilizzazione del suolo o urbanizzazione, si intende il processo di trasformazione di terreni agricoli, naturali o semi-naturali in aree urbane, industriali o infrastrutturali. Questo processo comporta la copertura del suolo con pavimentazione, edifici, strade

e altre infrastrutture, impedendo il contatto diretto del terreno con l'atmosfera e l'acqua. Il consumo di suolo ha implicazioni significative per l'ambiente, l'uso delle risorse e la pianificazione territoriale. Tuttavia, gli incendi possono anche avere effetti che portano al consumo e alla perdita di suolo e alla sua conseguente trasformazione. Ecco alcuni modi in cui gli incendi possono contribuire al consumo di suolo:

1. **Erosione del suolo:** Dopo un incendio, la vegetazione che normalmente protegge il suolo può essere distrutta. Questo aumenta il rischio di erosione del terreno a causa delle piogge e del vento. L'erosione può causare la perdita di uno strato superficiale di suolo fertile, contribuendo al consumo di suolo.

2. **Compattazione del suolo:** Le alte temperature durante gli incendi possono causare la compattazione del suolo. Il suolo compattato può avere una maggiore permeabilità e una minore capacità di assorbire l'acqua, aumentando il rischio di erosione e contribuendo al consumo di suolo.

3. **Danni alle proprietà del suolo:** Gli incendi possono alterare le proprietà fisiche e chimiche del suolo, influenzando la sua struttura, la capacità di trattenere acqua e nutrienti, e la sua fertilità. Questi cambiamenti possono influire sulla capacità del suolo di sostenere la crescita delle piante e possono richiedere misure di recupero del suolo.

4. **Perdita di materiale organico:** Gli incendi possono distruggere la materia organica presente nel suolo, compromettendo la sua fertilità e la sua capacità di supportare la vegetazione.

5. **Alterazioni nell'idrologia:** Gli incendi possono influenzare il ciclo dell'acqua, modificando la capacità del suolo di trattenere e assorbire l'acqua. Questo può portare a inondazioni più intense e a un aumento del rischio di erosione, contribuendo al consumo di suolo.

6. **Attività di ricostruzione:** Dopo un incendio, le attività di ricostruzione, come la costruzione di infrastrutture o il ripristino delle aree colpite, possono comportare la copertura del suolo con materiali artificiali come cemento e asfalto, contribuendo al consumo di suolo.

Nel 2022 ISPRA ha pubblicato il rapporto sul consumo del suolo in Italia, aggiornando i dati a scala nazionale, regionale e comunale grazie anche all'impiego del Sistema Nazionale per la protezione ambientale (SNPA) (Fig.12).

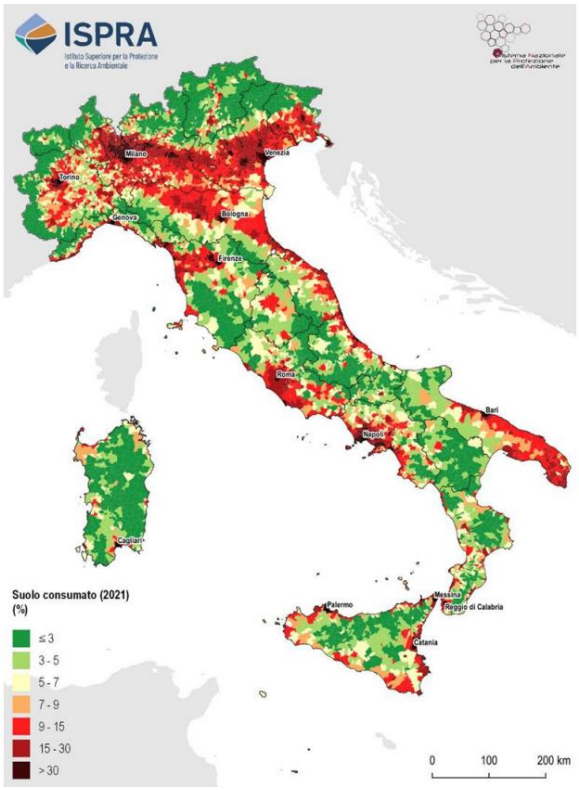

Fig.13: Suolo consumato a livello comunale nel 2021 (%).

Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA.

Ne risulta un quadro abbastanza preoccupante, infatti, il consumo di suolo in Italia continua a crescere, nonostante si sia verificato un importante rallentamento negli ultimi anni probabilmente legato anche alla crisi economica.

In Sicilia, invece, il consumo di suolo si è diffuso maggiormente nelle aree costiere rispetto alee zone più intere (Fig. 13).

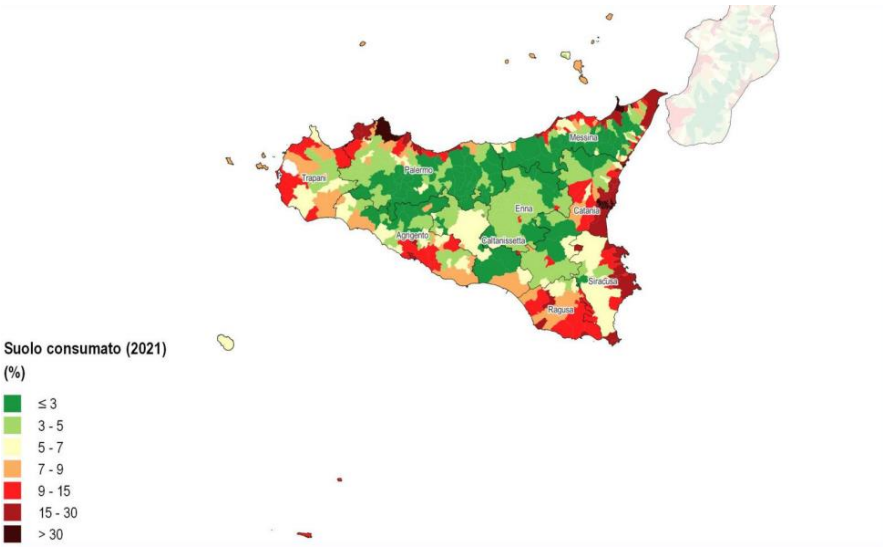

Fig.14: Suolo consumato nel 2021 (%) in Sicilia.
Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

4.5 Inquinamento e cambiamento climatico

I cambiamenti climatici hanno un impatto su scala globale sugli ecosistemi forestali. L'aumento delle temperature, i modelli di precipitazioni alterati e gli eventi climatici estremi possono influenzare la salute delle foreste, la distribuzione delle specie e la complessità dell'ecosistema. Questi cambiamenti possono portare alla morte degli alberi, alla diffusione di parassiti e a disturbi degli equilibri ecologici. L'aumento delle temperature e i cambiamenti nei modelli di precipitazione causati dai cambiamenti climatici possono aumentare la frequenza e l'intensità degli incendi, inoltre condizioni climatiche estreme possono creare situazioni di incendio più gravi.

Gli incendi hanno implicazioni significative sull'inquinamento atmosferico e sul cambiamento climatico, influenzando la qualità dell'aria e contribuendo alle emissioni di gas serra. Questi impatti possono avere conseguenze a breve e lungo termine sia a livello locale che globale. Ecco come gli incendi possono influenzare l'inquinamento e il cambiamento climatico:

Inquinamento atmosferico:

1. **Emissione di particolato fine:** Gli incendi rilasciano grandi quantità di particolato fine nell'atmosfera, costituito da piccole particelle solide e liquide. Queste particelle possono essere trasportate dal vento su lunghe distanze e causare problemi respiratori e di salute nelle persone esposte.
2. **Emissione di inquinanti chimici:** Gli incendi possono rilasciare una serie di inquinanti chimici nell'atmosfera, tra cui monossido di carbonio (CO), ossidi di azoto (NOx), composti organici volatili (COV) e sostanze chimiche tossiche. Questi inquinanti possono contribuire alla formazione dell'ozono troposferico e all'inquinamento dell'aria.
3. **Impatti sulla qualità dell'aria:** L'inquinamento atmosferico derivante dagli incendi può peggiorare la qualità dell'aria nelle aree circostanti, causando problemi respiratori, irritazioni agli occhi, e aumentando il rischio di malattie cardiovascolari.

Cambiamento climatico:

1. **Emissioni di gas serra:** Gli incendi emettono grandi quantità di gas serra, come il biossido di carbonio (CO_2), il metano (CH_4) e il protossido d'azoto (N_2O). Queste emissioni possono contribuire al riscaldamento globale e all'accentuazione del cambiamento climatico. Ad esempio nella figura 14, è riportato l'andamento delle

emissioni di CO_2 dalla metà del secolo scorso fino al 2020. Vediamo che prima erano presenti circa 350 ppm (parti per milione) di CO_2 in atmosfera. Questa concentrazione era considerata, per l'ambiente e per la salute umana, come un livello di sicurezza da non superare. Nel 2020, invece, abbiamo oltrepassato i 400 ppm. Infatti, le recenti concentrazioni giornaliere registrate attestano che ci sono già circa 420 ppm di CO_2 in atmosfera.

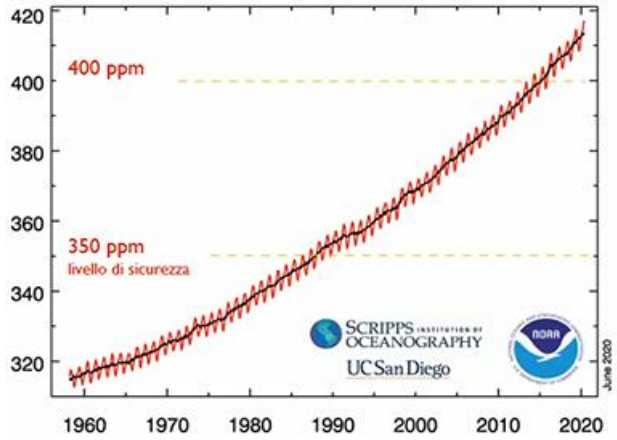

Fig. 15: Concentrazioni di CO_2 in atmosfera.

Fonte: Scripps institution of oceanography.

2. **Feedback climatici:** Il cambiamento climatico può influenzare la frequenza e l'intensità degli incendi. Allo stesso tempo, gli incendi possono rilasciare grandi quantità di carbonio nell'atmosfera, contribuendo a un feedback positivo in cui il riscaldamento globale può aumentare la probabilità di incendi futuri.
3. **Danneggiamento degli ecosistemi carbon-sequestering:** Gli incendi possono distruggere e danneggiare ecosistemi, come le foreste, che svolgono un ruolo chiave nel catturare e immagazzinare il carbonio atmosferico. Questo può portare alla liberazione di grandi quantità di carbonio precedentemente immagazzinato nel suolo e nella vegetazione.
4. **Alterazione dei cicli biogeochimici:** Gli incendi possono influenzare i cicli biogeochimici, come il ciclo del carbonio e del nitrogreno, alterando la dinamica degli elementi chiave nei sistemi ecologici.
5. **Impatti sugli ecosistemi polari:** Gli incendi in regioni come l'Artico possono avere effetti particolarmente pronunciati a causa dell'accelerazione del riscaldamento nella zona, portando a un cambiamento nei processi biogeochimici e nell'equilibrio termico.

La comprensione di come gli incendi interagiscono con l'inquinamento atmosferico e il cambiamento climatico è cruciale per sviluppare strategie di gestione e adattamento che possano mitigare gli effetti negativi su entrambi gli aspetti. La prevenzione degli incendi, la gestione forestale sostenibile e il controllo delle emissioni sono tutte parti importanti degli sforzi per affrontare questi problemi complessi.

4.5 Danni indiretti dati dall' incendio

Gli incendi possono causare una serie di danni indiretti alle persone, oltre ai danni diretti come perdite di vite umane, lesioni e danni materiali. I danni indiretti sono spesso legati agli effetti a lungo termine degli incendi sull'ambiente, sulla salute umana e sulle infrastrutture. Ecco alcuni esempi di danni indiretti dati dall'incendio all'uomo:

5. **Problemi di salute a lungo termine:** L'esposizione all'inquinamento atmosferico derivante dagli incendi può causare problemi di salute a lungo termine, come malattie respiratorie croniche, problemi cardiaci e altre condizioni mediche.
5. **Stress e impatti psicologici:** Gli incendi possono causare stress emotivo e psicologico nelle persone colpite, specialmente se devono affrontare la perdita di proprietà, l'evacuazione forzata o la distruzione dell'ambiente circostante.
5. **Impatti socioeconomici:** Gli incendi possono avere impatti significativi sull'economia locale e nazionale. La perdita di abitazioni, imprese e infrastrutture può comportare costi di riparazione, ricostruzione e interruzioni economiche.
5. **Perdita di posti di lavoro:** Gli incendi possono danneggiare le industrie locali, come l'agricoltura, il turismo e altre attività economiche, causando la perdita di posti di lavoro e la diminuzione dei redditi.
5. **Rischio di inondazioni e frane:** Dopo un incendio, la mancanza di vegetazione può aumentare il rischio di inondazioni e frane durante forti piogge. Questi eventi possono danneggiare ulteriormente le proprietà e mettere a rischio la sicurezza delle persone.
5. **Accesso limitato a risorse:** Gli incendi possono interrompere l'accesso a risorse essenziali come acqua potabile, cibo, cure mediche e altri servizi fondamentali.
5. **Sospensione delle attività quotidiane:** Gli incendi possono costringere le persone a sospendere le loro attività quotidiane, come andare a scuola o al lavoro, a causa di strade chiuse, evacuazioni e pericoli per la salute.

5. **Dislocazione delle comunità:** Le persone colpite dagli incendi possono essere costrette a evacuare le loro case e le loro comunità, causando disagi, incertezze e il distacco dalla propria rete sociale.
5. **Impatti sulla salute pubblica:** Gli incendi possono contribuire all'inquinamento dell'aria e dell'acqua, aumentando il rischio di malattie trasmesse dall'aria e dall'acqua e colpendo la salute pubblica in generale.
5. **Pressione sui servizi di emergenza e sanitari:** Gli incendi possono sovraccaricare i servizi di emergenza e sanitari, limitando la capacità di rispondere ad altre esigenze mediche e di sicurezza.

È importante affrontare sia gli impatti diretti che quelli indiretti degli incendi attraverso la prevenzione, la pianificazione di emergenza, la gestione sostenibile delle risorse naturali e la promozione della resilienza delle comunità.

In realtà, la conseguenza più importante alla quale non viene dato il giusto peso è la perdita dei servizi ecosistemici che un ambiente degradato, a causa dell'incendio, non potrà più fornire all'essere umano. Ricordiamo la fornitura di legname, la produzione di cibo, la regolazione del ciclo dell'acqua, il sequestro del carbonio attraverso la fotosintesi, la conservazione della biodiversità e la possibilità di godere di spazi ricreativi e turistici.

4.5 Cambiamenti strutturali e funzionali negli ecosistemi forestali

Gli incendi possono causare una serie di cambiamenti strutturali e funzionali negli ecosistemi forestali a causa dei loro effetti sulla vegetazione, sul suolo e sulla biodiversità. Questi cambiamenti possono influenzare la composizione degli ecosistemi, le dinamiche delle popolazioni e la funzionalità complessiva dell'ambiente. Ecco alcuni esempi di cambiamenti che possono verificarsi:

Cambiamenti strutturali:

1. **Distruzione della vegetazione:** Gli incendi possono distruggere o danneggiare gravemente la vegetazione presente, eliminando alberi, arbusti, erbe e altre piante. Questo può portare a una significativa riduzione della copertura vegetale.

2. **Stratificazione alterata:** Gli incendi possono interrompere la stratificazione naturale degli ecosistemi forestali, con effetti sulle diverse componenti dell'habitat, come la canopia, il sottobosco e il piano intermedio.

3. **Perdita di copertura del suolo:** Con la distruzione della vegetazione, il suolo può essere esposto all'erosione causata dalle piogge e dal vento, portando a una possibile perdita di terreno e a un impoverimento del suolo.
4. **Danneggiamento del sottosuolo:** Gli incendi possono danneggiare le radici e il sottosuolo, influenzando la capacità delle piante di rigenerarsi e crescere.

Cambiamenti funzionali:

1. **Alterazioni nell'idrologia:** Gli incendi possono modificare la capacità del suolo di assorbire l'acqua e influenzare la distribuzione e il flusso dell'acqua nelle zone circostanti. Ciò può portare a inondazioni o a una minore disponibilità di acqua.
2. **Cambiamenti nel ciclo dei nutrienti:** Gli incendi possono influenzare il ciclo dei nutrienti del suolo e delle piante, compromettendo la disponibilità di nutrienti essenziali per la crescita delle piante.
3. **Rischio di erosione:** La distruzione della vegetazione può aumentare il rischio di erosione del terreno, con conseguente perdita di suolo fertile e inquinamento delle acque superficiali.
4. **Riduzione della biodiversità:** Gli incendi possono causare la perdita di habitat e la morte di molte specie animali e vegetali. Questo può portare a una riduzione della diversità biologica nell'ecosistema.
5. **Cambiamenti nell'habitat:** Gli incendi possono creare nuovi tipi di habitat o promuovere l'insediamento di specie vegetali e animali che sono ben adattate alle condizioni post-incendio.
6. **Rischio di invasione biologica:** Dopo un incendio, alcune specie invasive possono sfruttare le condizioni perturbate per stabilirsi e proliferare, mettendo a rischio la biodiversità locale.
7. **Cambiamento della successione ecologica:** Gli incendi possono influenzare la successione ecologica, ovvero il processo attraverso il quale un ecosistema si evolve nel tempo a seguito di disturbi naturali o umani.

È importante notare che gli effetti degli incendi sugli ecosistemi forestali possono variare a seconda delle caratteristiche locali, della frequenza degli incendi, delle specie presenti e di altri fattori. La gestione post-incendio, compresa la pianificazione della riforestazione e della rigenerazione naturale, è cruciale per facilitare il recupero degli ecosistemi e mitigare i danni a lungo termine.

5. Bibliografia

A. A. Ager, H. K. Preisler, B. Arca, D. Spano, M. Salis (2014). Wildfire risk estimation in the Mediterranean area.

Aurelio Angelini, Pietro Pizzuto (2007). Manuale di ecologia, sostenibilità ed educazione ambientale.

Comitato per il capitale naturale (2018). Secondo rapporto sullo stato del capitale naturale in Italia.

Ganteaume, A., Camia, A., Jappiot, M., Jesus San-Miguel-Ayanz, Marlène Long-Fournel, Corinne Lampin (2013). A Review of the Main Driving Factors of Forest Fire Ignition Over Europe.

Gianni Latini, Marco Bagliani, Tommaso Orusa (2020). Lessico e nuvole: le parole del cambiamento climatico

Millennium Ecosystem Assessment MEA, 2005. Ecosystem and Human Well-Being, General Synthesis. Island Press, Washington D.C

Pausas, J.G., Fernández-Muñoz, S. (2012). Fire regime changes in the Western Mediterranean Basin: from fuel-limited to drought-driven fire regime.

Robert Costanza, Rudolf de Groot, Paul Sutton, Sander van der Ploeg, Sharolyn J. Anderson, Ida Kubiszewski, Stephen Farber, R. Kerry Turner (2014). Changes in the global value of ecosystem services.