



## Capitoli

- 1 · Inquinamento digitale e consumo energetico
- 2 · Data center, cloud e impatto ambientale
- 3 · Dispositivi elettronici ed e-waste
- 4 · Intelligenza Artificiale e Sostenibilità
- 5 · Buone pratiche di green computing
- 6 · Il digitale come strumento per la sostenibilità

## Autori e Gruppi di Lavoro

Gruppo	Tema	Autori
1	Inquinamento digitale e consumo energetico	Barone Marco, Asta Liborio, Brucia Tommaso
2	Data center, cloud e impatto ambientale	Candela Gabriele, Buffa Bennardo, Paolo Conti
3	Dispositivi elettronici ed e-waste	Andrea Karol D'Anna, Munna Filippo
4	Intelligenza Artificiale e Sostenibilità	Negurici Mario, Pizzo Giuseppe, Nalbaru Gabriel
5	Buone pratiche di green computing	Rimi Giuseppe, Touati Zine, Lipari Gabriele
6	Il digitale come strumento per la sostenibilità	Marco Veneroso, Gioele Vivona

Progetto di Educazione Civica — Classe 4BIT  
Anno scolastico 2025/2026



## Indice

Introduzione

Autori e gruppi di lavoro

---

Cap. 1 · Inquinamento digitale e consumo energetico — *Gruppo 1*

Cap. 2 · Data center, cloud e impatto ambientale — *Gruppo 2*

Cap. 3 · Dispositivi elettronici ed e-waste — *Gruppo 3*

Cap. 4 · Intelligenza Artificiale e Sostenibilità — *Gruppo 4*

Cap. 5 · Buone pratiche di green computing — *Gruppo 5*

Cap. 6 · Il digitale come strumento per la sostenibilità — *Gruppo 6*

---

Glossario

Fonti e sitografia generale

## Introduzione del Progetto

---

Questo eBook è il risultato di un percorso di Educazione Civica integrato con l'insegnamento dell'Informatica, svolto dalla classe 4 BIT nell'ambito del progetto laboratoriale «Il digitale è davvero green?».

Il progetto nasce da una domanda semplice ma profonda: le tecnologie digitali che usiamo ogni giorno sono davvero così “pulite” come sembrano?

Sei gruppi di studenti hanno affrontato altrettanti temi: dall'inquinamento digitale invisibile delle email, ai rifiuti elettronici ammassati nelle discariche del Ghana; dall'impatto ambientale dell'Intelligenza Artificiale, alle buone pratiche di green computing che ognuno può adottare oggi stesso.

Il risultato è un percorso di lettura che vi porterà a scoprire quanto sia complessa — e affascinante — la relazione tra il mondo digitale e l'ambiente. Ogni capitolo è autonomo ma fa parte di un discorso unico: la tecnologia non è né buona né cattiva. Dipende da come la usiamo.

---

*«La tecnologia non è il problema. Il problema è l'uso inconsapevole della tecnologia.»*

---

**“Giovanni De Feo, professore di Ingegneria Sanitaria Ambientale presso l'Università degli Studi di Salerno “**

# Inquinamento Digitale e Consumo Energetico



---

Barone Marco · Asta Liborio · Brucia Tommaso | Gruppo 1



## 1. Introduzione

Quando pensiamo al digitale, spesso lo immaginiamo come qualcosa di «pulito», fatto di dati invisibili che viaggiano nell'aria. In realtà, ogni e-mail inviata, ogni video guardato in streaming, ogni ricerca su internet consuma energia reale e produce emissioni di CO<sub>2</sub>. Questo capitolo esplora l'impatto ambientale spesso nascosto della nostra vita digitale.



## 2. Cos'è l'Inquinamento Digitale?

L'inquinamento digitale indica l'insieme delle emissioni di gas serra generate dalle tecnologie informatiche e dalle infrastrutture digitali. Include:

- › La produzione e lo smaltimento di dispositivi elettronici.
- › Il consumo energetico di miliardi di utenti nel mondo.
- › Il traffico dati generato da streaming, social media, email e cloud.



## 3. Il Consumo Energetico del Digitale

### 3.1 Internet e trasmissione dati

Ogni volta che guardi un video in HD su YouTube o Netflix, i server devono elaborare e trasmettere enormi quantità di dati. Guardare un'ora di video in streaming equivale, in termini di emissioni, a guidare circa 1 km in auto. Lo streaming video rappresenta oggi oltre il 60% del traffico internet globale.

### 3.2 Email e messaggistica

Una singola e-mail con allegato produce circa 50 g di CO<sub>2</sub>. Nel mondo vengono inviate oltre 300 miliardi di email al giorno. Una parte enorme di queste sono spam: email inutili che consumano energia inutilmente.

### 3.3 Criptovalute

Il mining di criptovalute (come Bitcoin) richiede calcoli enormi e quindi un consumo energetico elevatissimo. Si stima che la rete Bitcoin consumi più energia dell'intera nazione Argentina.



## 4. Dati a Confronto

Emissioni di CO<sub>2</sub> stimate per alcune attività digitali comuni:

Attività digitale	CO <sub>2</sub> stimata	Equivalenza
Email senza allegato	0,3 g	Quasi zero, ma × miliardi = molti kg
Email con allegato	50 g	Mezzo panino prodotto
1 ora di streaming HD	36 g CO <sub>2</sub>	1 km in auto
1 ricerca Google	0,2 g CO <sub>2</sub>	Bollire poca acqua
1 ora di videoconferenza	150 – 1.000 g CO <sub>2</sub>	Dipende dalla qualità video
1 ora di mining Bitcoin	Centinaia di kg CO <sub>2</sub>	Come un volo breve



## 5. L'Impatto Ambientale Globale

Il digitale non produce solo CO<sub>2</sub>. Le sue conseguenze ambientali sono molteplici:

- › **Consumo d'acqua:** i data center richiedono enormi quantità di acqua per il raffreddamento.
- › **Materie prime rare:** la produzione di chip e dispositivi richiede metalli rari estratti spesso con pratiche inquinanti.
- › **Rifiuti elettronici (e-waste):** approfondito nel Capitolo 3 di questo eBook.



## 6. Cosa Possiamo Fare Noi?

Ridurre l'inquinamento digitale è possibile, anche con piccoli gesti quotidiani:

- › Cancellare email inutili e disdire newsletter che non leggiamo.
- › Spegnere i dispositivi quando non li usiamo invece di lasciarli in standby.
- › Evitare di inviare allegati pesanti quando non necessario.



## 7. Riflessione Critica

Il digitale è spesso presentato come «green» rispetto alle industrie tradizionali: niente fabbriche fumanti, niente camion. Ma come abbiamo visto, le emissioni esistono — sono solo meno visibili. Come cittadini digitali consapevoli, dobbiamo chiederci:

- › Conosciamo davvero il costo ambientale delle nostre abitudini digitali?
- › I provider di servizi internet e i big tech fanno abbastanza per ridurre il loro impatto?



## 8. Fonti

- › **IEA – International Energy Agency:** [www.iea.org](http://www.iea.org)
- › **The Shift Project,** «Lean ICT: towards digital sobriety», 2019
- › **Greenpeace – Clicking Clean:** [www.greenpeace.org](http://www.greenpeace.org)
- › **Carbonfootprint.com:** [www.carbonfootprint.com](http://www.carbonfootprint.com)
- › **Ecosia:** [www.ecosia.org](http://www.ecosia.org)
- › **BBC Science Focus – «How much CO<sub>2</sub> does the internet produce?»:** [www.sciencefocus.com](http://www.sciencefocus.com)

## CAPITOLO 2

# Data Center, Cloud e Impatto Ambientale

Come funzionano le infrastrutture invisibili che sostengono Internet



Candela Gabriele -Buffa Bennardo-Paolo Conti Gruppo 2



## 1. Introduzione

Quando salviamo una foto su Google Drive, guardiamo una serie su Netflix o inviamo un messaggio tramite WhatsApp, abbiamo spesso l'impressione che i dati esistano semplicemente «nel cloud». In realtà il cloud non è una nuvola: è una rete mondiale di enormi edifici pieni di server chiamati data center.

Queste infrastrutture lavorano 24 ore su 24 per archiviare dati, elaborare informazioni e garantire il funzionamento dei servizi digitali che utilizziamo ogni giorno. Tuttavia, il loro funzionamento richiede grandi quantità di energia elettrica e risorse naturali.

Questo capitolo esplora il ruolo dei data center, il loro impatto ambientale e le possibili soluzioni per rendere il cloud più sostenibile.



## 2. Che cosa sono i Data Center?

Un data center è una struttura che ospita migliaia di computer e server collegati tra loro. I data center svolgono diverse funzioni:

- › Archiviazione di dati e documenti.
- › Gestione di siti web e applicazioni.
- › Elaborazione di richieste provenienti da utenti di tutto il mondo.
- › Supporto ai servizi cloud e ai sistemi di Intelligenza Artificiale.

## I principali operatori mondiali sono:

- › Google
- › Microsoft
- › Amazon Web Services (AWS)
- › Meta
- › Apple

Ogni giorno miliardi di persone utilizzano servizi che dipendono direttamente da queste infrastrutture.

## 3. Il Cloud Computing

Il termine cloud computing indica la possibilità di utilizzare risorse informatiche attraverso Internet senza possedere direttamente i server.

Esempi comuni:

- › **Google Drive** per archiviare file.
- › **OneDrive e Dropbox** per la condivisione di documenti.
- › **Netflix e Spotify** per lo streaming.
- › **Chat GPT e altri sistemi di IA generativa.**

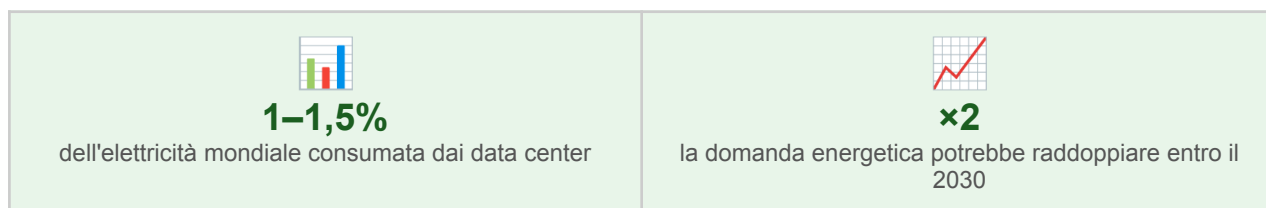
I vantaggi del cloud sono numerosi:

- ›  Accesso ai dati da qualsiasi luogo.
- ›  Collaborazione in tempo reale.
- ›  Riduzione dei costi hardware per utenti e aziende.

| *Tuttavia il cloud non elimina il consumo di risorse: semplicemente lo sposta nei data center.*

## 4. Consumo Energetico e Impatto Ambientale

I server devono rimanere accesi continuamente per garantire il funzionamento dei servizi digitali. Secondo l'International Energy Agency (IEA):



Le principali fonti di consumo sono:

Attività	Impatto
Alimentazione dei server	Elevato consumo elettrico
Raffreddamento	Utilizzo intensivo di energia e acqua
Trasmissione dati	Consumo delle reti di telecomunicazione
Produzione hardware	Emissioni e utilizzo di materie prime

## 5. Il Problema del Raffreddamento

I server producono enormi quantità di calore. Per evitare surriscaldamenti, i data center utilizzano sistemi di raffreddamento che consumano energia elettrica e grandi quantità di acqua.






Un grande data center può utilizzare milioni di litri d'acqua all'anno. In alcune regioni del mondo ciò genera preoccupazioni perché le risorse idriche potrebbero essere sottratte ad altri usi civili o agricoli.

*Dato chiave: il raffreddamento può arrivare a rappresentare il 40% del consumo energetico totale di un data center.*

*Una delle sfide principali dell'industria è ridurre questo dato attraverso soluzioni innovative.*

## 6. Le Soluzioni Green

Le aziende tecnologiche stanno sviluppando strategie per ridurre il proprio impatto ambientale. Tra le principali:

- ›  **Utilizzo di energia rinnovabile** proveniente da impianti solari ed eolici.
- ›  Raffreddamento con acqua marina o aria naturale.
- ›  Costruzione di data center in regioni fredde.
- ›  **Recupero del calore prodotto dai server** per riscaldare edifici e abitazioni.
- ›  Miglioramento dell'efficienza energetica dell'hardware.

*Google, Microsoft e Amazon hanno annunciato programmi per raggiungere la neutralità carbonica nei prossimi anni.*

## 7. Dati a Confronto

Indicatore	Valore stimato
Consumo elettrico globale dei data center	1–1,5% dell'elettricità mondiale
Ore di funzionamento	24 ore su 24
Utenti cloud nel mondo	Oltre 5 miliardi
Crescita prevista della domanda energetica	Fino al raddoppio entro il 2030
Principali consumi	Server, raffreddamento, reti

## 8. Riflessione Critica

Molte persone considerano il cloud una soluzione ecologica perché elimina documenti cartacei e supporti fisici. Ma possiamo davvero definire «immateriale» qualcosa che richiede milioni di server, enormi edifici e consumi energetici continui?

Come cittadini digitali consapevoli dovremmo chiederci:

- › Conserviamo online solo i dati realmente necessari?
- › Siamo consapevoli dell'energia richiesta dalle nostre attività digitali?
- › Le aziende tecnologiche stanno investendo abbastanza nelle energie rinnovabili?

## 9. Cosa Possiamo Fare Noi?

Piccole azioni quotidiane possono contribuire a ridurre l'impatto del cloud:

- › Eliminare file inutili dai servizi di archiviazione online.
- › Evitare copie duplicate degli stessi documenti.
- › Ridurre lo streaming ad alta definizione quando non necessario.
- › Utilizzare piattaforme che investono in energia rinnovabile.
- › Organizzare correttamente cartelle e archivi digitali.

## **Conclusione**

---

Il cloud computing ha rivoluzionato il modo in cui lavoriamo, studiamo e comunichiamo. Tuttavia, dietro l'apparente semplicità di un file salvato online si nasconde una complessa rete di infrastrutture che richiede energia, acqua e risorse materiali.

La vera sfida non consiste nel rinunciare al digitale, ma nel renderlo più efficiente e sostenibile. Comprendere il funzionamento dei data center significa diventare cittadini digitali più consapevoli e responsabili.

---

*«Il cloud non è una nuvola: è una rete di infrastrutture reali che dobbiamo imparare a utilizzare in modo sostenibile.»*

---

## **Fonti**

---

- › **International Energy Agency (IEA)** – Data Centres and Data Transmission Networks
- › European Environment Agency (EEA)
- › The Green Web Foundation
- › Google Sustainability Reports
- › Microsoft Sustainability Reports
- › International Telecommunication Union (ITU)
- › **International Energy Agency** – Electricity 2024 Report

## CAPITOLO 3

# Dispositivi Elettronici ed E-waste



Andrea Karol D'Anna-Munna Filippo | Gruppo 3



## 1. Introduzione: cosa c'è davvero dentro il tuo smartphone?

Ogni giorno utilizziamo smartphone, tablet, laptop, cuffie wireless e decine di altri dispositivi elettronici. Li accendiamo senza chiederci cosa ci sia dentro, come siano stati costruiti o cosa accadrà loro una volta rotti o sostituiti.

Eppure, dietro ogni schermo c'è una storia complessa che coinvolge miniere in Congo, fabbriche in Asia, lavoratori senza protezioni e discariche a cielo aperto in Ghana. Questo capitolo racconta quella storia.



**62 Mt**

di e-waste prodotto nel  
2022 (Global E-waste  
Monitor 2024)



**+82%**

rispetto al 2010: la  
crescita più rapida tra  
tutti i tipi di rifiuto



**22,3%**

la percentuale di e-waste  
effettivamente riciclata  
nel mondo



**~91 Mld €**

il valore recuperabile  
ogni anno dai RAEE  
(UE, 2023)

Fonte: Global E-waste Monitor 2024 — ITU, UNITAR, UNEP

## 2. Che cos'è l'e-waste?

---

Con il termine e-waste (rifiuti elettronici) si indicano tutti i dispositivi elettrici ed elettronici guasti, obsoleti o non più utilizzati. In Italia vengono chiamati RAEE: Rifiuti di Apparecchiature Elettriche ed Elettroniche.

L'e-waste è oggi il tipo di rifiuto in più rapida crescita al mondo. La varietà di prodotti che rientrano in questa categoria è enorme:

- › **Dispositivi personali:** smartphone, tablet, laptop, cuffie, smartwatch.
- › **Elettronica di consumo:** televisori, monitor, stampanti, fotocamere.
- › **Elettrodomestici:** lavatrici, frigoriferi, forni a microonde, aspirapolvere.
- › **Componenti e accessori:** cavi, caricatori, batterie, lampadine a risparmio energetico.




*Il problema non è solo la quantità: è che l'e-waste contiene materiali preziosi e materiali tossici allo stesso tempo. Recuperare i primi e neutralizzare i secondi è la sfida centrale del riciclo elettronico.*

## 3. Il ciclo di vita di un dispositivo: dall'estrazione allo smaltimento



---

Per capire l'impatto ambientale dei nostri dispositivi, dobbiamo seguirli dall'inizio alla fine. Questo percorso si chiama Life Cycle Assessment (LCA) — valutazione del ciclo di vita — e comprende quattro fasi principali.

Fase	Descrizione	Impatto ambientale
 Estrazione	Miniere di litio, cobalto, coltan, terre rare in Congo, Cile, Australia	Deforestazione, inquinamento delle falde acquifere, lavoro minorile, conflitti armati
 Produzione	Assemblaggio in fabbriche ad alto consumo energetico (Asia: Cina, Vietnam, Taiwan)	Emissioni CO <sub>2</sub> , scarichi chimici industriali, uso di solventi e acidi
 Uso	Consumo elettrico continuo: ricarica, standby, connessione a internet	Dipende dal mix energetico del paese. Su scala globale: enorme
 Fine vita	Smaltimento, riciclo formale o informale, deposito nei cassetti	Rilascio di metalli pesanti nel suolo e nelle acque, rischi gravi per la salute

## 4. Cosa c'è dentro: le materie prime e il loro costo umano

I dispositivi elettronici contengono decine di metalli e materiali rari, spesso estratti in condizioni ambientali e sociali critiche:

- › **Litio e cobalto** → batterie ricaricabili. Estratti principalmente in Congo, Cile e Australia. Il Congo produce oltre il 70% del cobalto mondiale, spesso in miniere artigianali con lavoro minorile.
- › **Coltan** → condensatori e processori. Il Congo Democratico è responsabile dell'80% della produzione mondiale. La sua estrazione è collegata a conflitti armati che finanziano milizie locali.
- › **Terre rare (neodimio, disprosio)** → magneti, altoparlanti, motori elettrici. La loro estrazione produce rifiuti radioattivi e fortemente inquinanti.
- › **Oro, argento, rame** → connessioni e circuiti. Presenti in piccole quantità ma ad alto valore: un milione di smartphone contiene circa 300 kg di rame e 30 kg di oro.

*Paradosso: questi metalli preziosi vengono estratti con enorme fatica e costo ambientale, e poi spesso buttati nella spazzatura con il dispositivo. Il valore totale recuperabile dai RAEE globali è stimato in circa 91 miliardi di euro l'anno. (Fonte: UE, 2023)*

## 5. L'e-waste nel mondo: i dati che non ti aspetti

Indicatore	Dato	Fonte
E-waste prodotto nel 2022	62 milioni di tonnellate	Global E-waste Monitor 2024
Crescita dal 2010 ad oggi	+82%	Global E-waste Monitor 2024
Tasso di riciclo formale	Solo il 22,3%	Global E-waste Monitor 2024
Valore recuperabile dai RAEE	~91 miliardi di €/anno	Unione Europea, 2023
E-waste pro capite in Europa	17,6 kg/abitante/anno	EEA, 2023
Caso simbolo smaltimento illegale	Agbogbloshie, Accra (Ghana)	ONU – UNEP

*Il dato più sconcertante: solo 1 dispositivo su 4 viene riciclato correttamente. Gli altri 3 finiscono in discarica, vengono bruciati, o restano nei cassetti di casa.*

## 6. Aspetti critici: obsolescenza e ineguaglianza globale

### L'obsolescenza programmata

Uno dei fattori principali che alimenta la crescita dell'e-waste è l'obsolescenza programmata: la pratica, da parte dei produttori, di progettare i dispositivi in modo che diventino inutilizzabili o difficilmente riparabili dopo un certo periodo.

Questa strategia porta i consumatori a sostituire i dispositivi molto più frequentemente del necessario. Un esempio concreto: uno smartphone viene sostituito in media ogni 2-3 anni, nonostante potrebbe funzionare perfettamente per 5-7 anni con una manutenzione adeguata.

*Il problema non è solo tecnico: aggiornamenti software non più disponibili, batterie non sostituibili, pezzi di ricambio introvabili. Tutto concorre a rendere il dispositivo «vecchio» prima del tempo.*

### L'ineguaglianza globale nello smaltimento

Una parte consistente dell'e-waste prodotto nei paesi ricchi viene esportata illegalmente nei paesi in via di sviluppo, spesso sotto forma di «donazioni di dispositivi usati». Una volta arrivati in Africa, Asia o America Latina, questi dispositivi vengono smontati o bruciati da lavoratori — spesso bambini — privi di qualsiasi protezione.

Il caso più noto al mondo è quello di Agbogbloshie, quartiere della capitale del Ghana, Accra, definito dall'ONU «la più grande discarica elettronica del mondo». Qui lavoratori giovanissimi bruciano cavi e schede madri per estrarre i metalli, respirando ogni giorno fumi tossici che causano cancro, malattie neurologiche e respiratorie.

*Fonte: ONU – UNEP, Agbogbloshie e-waste report — <https://www.unep.org>*

### Il diritto alla riparazione (Right to Repair)

Un tema sempre più centrale nel dibattito pubblico è il Right to Repair — il diritto alla riparazione: la possibilità per i consumatori e le officine indipendenti di riparare i propri dispositivi, accedendo a pezzi di ricambio e manuali tecnici. Molti produttori ostacolano attivamente la riparazione per incentivare l'acquisto di nuovi modelli.

Nel 2023 l'Unione Europea ha adottato nuove normative per garantire questo diritto, obbligando i produttori di alcuni elettrodomestici a fornire pezzi di ricambio per almeno 7-10 anni dopo la commercializzazione. La direttiva europea sull'ecodesign 2024/1781 va nella stessa direzione.

*Riferimento: Direttiva UE sull'ecodesign 2024/1781 → <https://eur-lex.europa.eu> | Right to Repair Europe → <https://repair.eu>*

## 7. Soluzioni possibili: cosa può fare ognuno di noi

Il problema dell'e-waste non è irreversibile. Esistono soluzioni concrete a tutti i livelli — dai comportamenti individuali alle politiche internazionali.

 Come singoli cittadini	 Imprese e produttori	 Normativa e istituzioni
<ul style="list-style-type: none"><li>› Acquistare dispositivi ricondizionati o di seconda mano</li><li>› Scegliere marchi che garantiscono riparabilità</li><li>› Portare i vecchi dispositivi nei punti RAEE</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>› Progettare dispositivi con design modulare e riparabili</li><li>› Garantire aggiornamenti software a lungo termine</li><li>› Usare materiali riciclati nella produzione</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>› Rafforzare la normativa RAEE in Europa e nel mondo</li><li>› Vietare l'esportazione illegale di e-waste</li><li>› Incentivare l'economia circolare nell'elettronica</li></ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>› Far riparare prima di sostituire</li> <li>› Donare dispositivi funzionanti ad associazioni</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Adottare sistemi di take-back per i dispositivi usati</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Promuovere l'ecodesign (direttiva 2024/1781)</li> </ul>
--	---	--

## **Conclusion**

I dispositivi elettronici sono strumenti straordinari che hanno trasformato il modo in cui lavoriamo, comunichiamo e apprendiamo. Ma questa trasformazione ha un costo ambientale e sociale che troppo spesso viene ignorato.

L'e-waste è uno dei sintomi più visibili di un modello economico lineare — produci, usa, getta — che non è sostenibile. La sfida del nostro tempo è passare a un modello circolare, in cui i materiali vengono recuperati, i dispositivi riparati e la tecnologia progettata per durare.

*«Come cittadini digitali, abbiamo la responsabilità e il potere di fare scelte più consapevoli: informarci, scegliere meglio, riparare prima di buttare, e pretendere dai produttori e dai governi politiche più sostenibili.»*

## **Fonti**

Fonte	URL
Global E-waste Monitor 2024 – ITU, UNITAR, UNEP	<a href="https://globalewaste.org">https://globalewaste.org</a>
European Environment Agency (EEA) – E-waste in Europe 2023	<a href="https://www.eea.europa.eu">https://www.eea.europa.eu</a>
Direttiva UE sull'ecodesign 2024/1781	<a href="https://eur-lex.europa.eu">https://eur-lex.europa.eu</a>
Greenpeace Italia – Rapporto e-waste 2022	<a href="https://www.greenpeace.org/italy">https://www.greenpeace.org/italy</a>
iFixit – Guide alla riparazione dei dispositivi	<a href="https://www.ifixit.com">https://www.ifixit.com</a>
ONU-UNEP – Agbogloblosie e-waste report	<a href="https://www.unep.org">https://www.unep.org</a>
Ministero dell'Ambiente italiano – RAEE	<a href="https://www.mase.gov.it">https://www.mase.gov.it</a>
Right to Repair Europe	<a href="https://repair.eu">https://repair.eu</a>

# Intelligenza Artificiale e Sostenibilità



Negurici Mario · Pizzo Giuseppe · Nalbaru Gabriel | Gruppo 4

## 1.Introduzione- Il Significato di IA, Sostenibilità, Impatto ambientale

### Che cos'è l'Intelligenza Artificiale?

Nel 1955 John McCarthy definì l'Intelligenza Artificiale come la capacità di far agire una macchina con modalità che sarebbero considerate intelligenti se un essere umano si comportasse allo stesso modo.

Oggi possiamo descriverla in modo più semplice: l'IA è un sistema che analizza dati, riconosce schemi ricorrenti e prende decisioni con un certo grado di autonomia, migliorando le proprie prestazioni nel tempo grazie all'apprendimento automatico.

*Esempio pratico: una calcolatrice esegue sempre le stesse operazioni; un assistente virtuale invece «impara» dall'uso e migliora le proprie risposte nel tempo. (Fonte: sistemihs.it)*

Come sottolinea il filosofo Floridi (2022), l'IA rappresenta «una nuova forma dell'agire, non dell'intelligenza»: non pensa davvero, ma esegue compiti con un'efficacia che può superare le nostre capacità.

### Che cos'è la Sostenibilità?

La sostenibilità è la capacità di soddisfare i bisogni del presente senza compromettere la possibilità delle generazioni future di soddisfare i propri. Questa definizione nasce dal Rapporto Brundtland (1987) ed è oggi alla base dell'Agenda 2030 dell'ONU.

La sostenibilità si articola in tre dimensioni che devono rimanere in equilibrio:

- › **Ambientale:** preservare ecosistemi, risorse naturali e biodiversità.
- › **Economica:** sviluppo equo e duraturo per tutti i Paesi.

› **Sociale:** giustizia, inclusione e benessere delle comunità.

Il legame con l'IA riguarda soprattutto la dimensione ambientale: l'IA è in grado di preservare le risorse naturali? E a che prezzo energetico? (Fonte: myclimate.org)

## Che cos'è l'Impatto ambientale?

L'impatto ambientale è l'insieme delle conseguenze che le attività umane generano sull'ambiente naturale: emissioni di gas serra, consumo di risorse non rinnovabili, degradazione degli ecosistemi e perdita di biodiversità.

Ogni nostra scelta — personale o collettiva — influisce sull'equilibrio della Terra. Tra queste scelte rientra anche l'utilizzo dell'intelligenza artificiale.

(Fonte: wildsteps.com)

## 2. Il digitale è davvero green? I dati sull'IA

L'intelligenza artificiale non è «invisibile» dal punto di vista ambientale. Ogni richiesta a un modello IA richiede calcoli enormi, eseguiti in data center che consumano grandi quantità di energia elettrica.



Fonte: IEA (Agenzia Internazionale per l'Energia) — citata in karmamatrix.com

### Quanto consuma una singola richiesta?

Secondo un approfondimento di Karma Metrix, anche una richiesta banale a un chatbot IA — come scrivere semplicemente «Grazie!» — genera un consumo di energia equivalente a quello necessario per far bollire un bicchiere d'acqua.

Moltiplicato per miliardi di richieste al giorno, questo dato diventa enorme. L'addestramento iniziale di un grande modello linguistico come ChatGPT richiede invece un consumo energetico paragonabile a quello di centinaia di abitazioni per un anno intero.

### La sfida degli Accordi di Parigi

Per rispettare gli obiettivi di decarbonizzazione previsti dagli Accordi di Parigi ed evitare gli effetti più catastrofici del cambiamento climatico, le emissioni del settore tecnologico dovrebbero essere dimezzate entro il 2030.

Ad oggi, la traiettoria è opposta: il settore è in forte crescita e le emissioni aumentano. Questo rende urgente trovare un equilibrio tra sviluppo dell'IA e rispetto dell'ambiente.

Fonte: Karma Metrix — «Intelligenza Artificiale e Sostenibilità: un equilibrio possibile?»



## 3. L'IA al servizio della sostenibilità: tre esempi concreti

Nonostante l'impatto energetico, l'IA può anche essere una potente alleata della sostenibilità, se usata con intelligenza. Ecco tre esempi reali.

### Esempio 1 — Riduzione dello spreco alimentare

Secondo la FAO, circa un terzo del cibo prodotto nel mondo viene sprecato ogni anno. Si tratta di un problema enorme, sia dal punto di vista ambientale (emissioni di metano da cibo in decomposizione) che sociale (fame nel mondo).

L'IA può analizzare i dati relativi a produzione, distribuzione e consumo degli alimenti in tempo reale, consentendo di ottimizzare la catena di approvvigionamento, migliorare la gestione delle scorte e limitare sprechi lungo tutta la filiera.

## Esempio 2 — Smart Grid: reti elettriche intelligenti

Le smart grid sono reti elettriche che utilizzano algoritmi di intelligenza artificiale per prevedere la domanda energetica ora per ora e regolare automaticamente la distribuzione dell'energia in tempo reale.

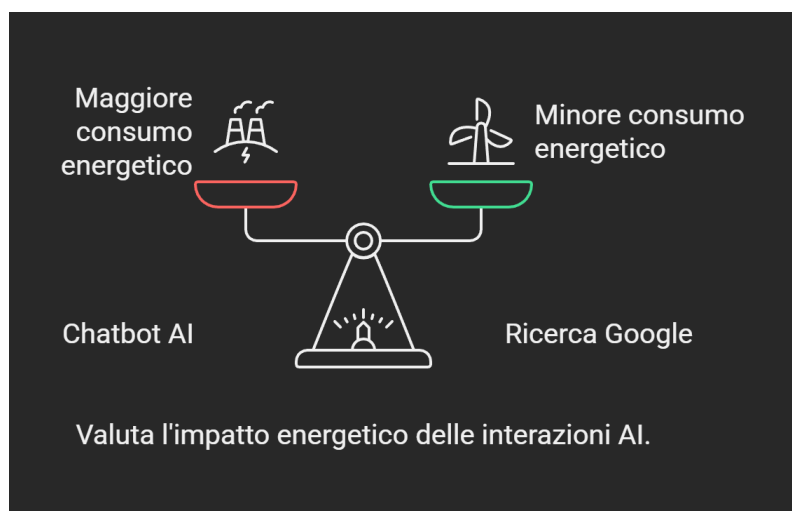
Questo permette di ridurre gli sprechi nella trasmissione dell'energia e favorisce l'integrazione delle fonti rinnovabili — solare ed eolico — nelle reti nazionali, rendendole più stabili ed efficienti.



Fonte: «Smart Grids: il futuro delle reti elettriche intelligenti»

## Esempio 3 — Gestione delle risorse naturali

Attraverso sistemi di monitoraggio avanzati basati sull'IA, è possibile controllare in tempo reale il consumo di acqua nelle reti idriche, la qualità e la salute del suolo agricolo e lo stato delle foreste. Questi strumenti permettono di intervenire prima che le risorse vengano sfruttate in modo eccessivo, contribuendo a proteggere gli ecosistemi naturali. È un esempio di come la tecnologia possa supportare — e non sostituire — le politiche ambientali.

## 4. Punti di forza e debolezze: un bilancio critico



 <b>PUNTI DI FORZA</b>	 <b>DEBOLEZZE E LIMITI</b>
Analisi di enormi quantità di dati in modo rapido ed efficiente	Elevato consumo energetico per addestramento e utilizzo
Supporta l'integrazione delle energie rinnovabili nelle reti	Dipendenza dalla qualità e quantità dei dati disponibili
Riduce sprechi alimentari, idrici ed energetici	Costi elevati di implementazione: non accessibile a tutti
Monitoraggio ambientale e climatico in tempo reale	Necessità di competenze tecniche specialistiche
Maggiore efficienza dei sistemi produttivi e infrastrutturali	Rischio di affidarsi all'IA trascurando il ruolo umano e politico

## 5. Il ruolo del cittadino digitale

---

Come ogni tecnologia complessa, l'IA offre grandi opportunità ma richiede una guida etica chiara. Un'IA sostenibile non nasce da sola: dipende dalle scelte progettuali, politiche e culturali di tutti noi.

### Cosa dice la legge europea?

L'Europa si è mossa per regolamentare lo sviluppo dell'IA con due strumenti fondamentali:

- › **GDPR:** regola la protezione dei dati personali, impedendo usi non autorizzati delle informazioni degli utenti.
- › **AI Act:** la prima legge al mondo sull'IA, promuove sistemi human-centric — cioè centrati sull'essere umano — trasparenti, verificabili e sostenibili.

*Fonte: SostenibileOggi — «Intelligenza artificiale ed etica: una riflessione critica per un futuro sostenibile»*

### Cosa possiamo fare noi?

Essere cittadini digitali consapevoli significa capire che ogni nostra scelta ha un peso. Per esempio:

- › **Limitare le richieste superflue ai chatbot IA** riduce i consumi energetici.
- › **Scegliere servizi digitali che usano energie rinnovabili** premia chi investe nella sostenibilità.
- › **Informarsi e partecipare al dibattito pubblico sull'IA** è un atto di cittadinanza attiva.
- › **Non delegare tutto alla tecnologia:** il cambiamento parte anche dalle scelte individuali e politiche.

## 6. Conclusione

---

L'analisi svolta mostra che l'Intelligenza Artificiale è uno strumento dalla doppia natura: da un lato consuma enormi quantità di energia e risorse; dall'altro, se orientata correttamente, può diventare un alleato prezioso per la sostenibilità ambientale.

Integrata con le energie rinnovabili e accompagnata da politiche ambientali adeguate, l'IA ha il potenziale per ridurre gli sprechi, migliorare l'efficienza energetica e contribuire alla costruzione di un futuro più sostenibile.

---

*«Costruire un'IA sostenibile e responsabile non è solo un esercizio teorico, ma una necessità per garantire fiducia, equità e resilienza in un ecosistema tecnologico sempre più complesso. La sfida centrale per il futuro è massimizzare i benefici ambientali riducendo i costi energetici.»*

---

*Fonte: [agendadigitale.eu](https://www.agendadigitale.eu)*

 **Sitografia**

Fonte	Contenuto
<a href="https://sistemihs.it/intelligenza-artificiale/">sistemihs.it/intelligenza-artificiale/</a>	Definizione di Intelligenza Artificiale (McCarthy, 1955); concetto di apprendimento automatico
<a href="https://myclimate.org">myclimate.org</a>	Definizione di sostenibilità (Rapporto Brundtland, 1987); tre dimensioni; Agenda 2030 ONU
<a href="https://wildsteps.com">wildsteps.com</a>	Definizione di impatto ambientale; effetti su aria, acqua, suolo, flora e fauna
<a href="https://karmamatrix.com">karmamatrix.com</a>	Dati IEA su consumi data center; emissioni CO <sub>2</sub> dei modelli linguistici; proiezioni 2026
<a href="https://22-med.it">22-med.it</a>	Applicazione IA per ottimizzare la catena alimentare; dati FAO sugli sprechi
Smart Grids: il futuro delle reti elettriche intelligenti	Algoritmi IA per gestione reti energetiche; integrazione solare ed eolico
SostenibileOggi	Etica dell'IA; questioni di privacy; GDPR e AI Act; governance multilivello
<a href="https://agendadigitale.eu">agendadigitale.eu</a>	Sfide future; scelte progettuali e culturali per un'IA responsabile

## CAPITOLO 5

# Green Computing

Buone pratiche per un digitale sostenibile






Rimi Giuseppe - Touati Zine - Lipari Gabriele | Gruppo 5

## 1. Che cos'è il Green Computing?

Ogni giorno utilizziamo dispositivi digitali per studiare, comunicare e divertirci. Spesso però dimentichiamo che internet, i computer e gli smartphone hanno un impatto reale sull'ambiente. Ogni volta che inviamo un'email, guardiamo un video in streaming o salviamo un file sul Cloud, consumiamo energia elettrica — prodotta in parte da combustibili fossili.

Il Green Computing — detto anche informatica sostenibile — è lo studio e la pratica di utilizzare le risorse informatiche in modo efficiente, riducendo al minimo l'impatto ambientale. Non si tratta di smettere di usare la tecnologia, ma di usarla in modo più consapevole e responsabile.

 <b>~1%</b> della domanda globale di elettricità consumata dai data center	 <b>=</b> emissioni CO <sub>2</sub> paragonabili all'intera industria aeronautica mondiale	 <b>3 aree</b> su cui possiamo agire: dati, dispositivi, collaborazione
---	---	--

*Fonte: dati sui data center globali — capitolo Green Computing*

Per applicare concretamente i principi del Green Computing possiamo dividere le nostre azioni in tre aree principali: la gestione dei dati, l'uso dei dispositivi e la collaborazione online.



## 2. Le tre aree di azione

### A. Pulizia e gestione dei dati — «L'inquinamento invisibile»

Conservare file inutili sul Cloud o nella casella di posta elettronica richiede energia costante per mantenere accesi i server. Si parla di «inquinamento invisibile» perché non lo vediamo, ma esiste.

- › **Svuota il cestino e la cartella Spam:** ogni email non letta o archiviata inutilmente pesa mediamente 4 grammi di CO<sub>2</sub>. Moltiplicata per milioni di utenti, la cifra diventa enorme.
- › **Riduci il peso degli allegati:** prima di condividere un documento con i compagni o con i docenti, comprimi le immagini. Meno dati trasmetti, meno energia consumi.
- › **Disiscriviti dalle newsletter che non leggi:** ogni email che ricevi, anche solo per stare in archivio, consuma energia sui server del destinatario.

*Riflessione: quante email inutili hai nella tua casella di posta in questo momento? Calcola il peso in CO<sub>2</sub> e resterai sorpreso.*

### B. Uso efficiente dell'hardware — «Allungare la vita ai dispositivi»

La produzione di un computer o di uno smartphone è la fase che consuma più risorse in assoluto: acqua, terre rare e metalli preziosi estratti spesso in condizioni ambientali e sociali critiche. Estendere la vita di un dispositivo è quindi il gesto green più efficace che possiamo compiere.

- › **Applica l'ecodesign digitale:** spegni il computer quando non lo usi invece di lasciarlo in standby. Lo standby consuma fino al 10% dell'energia di un dispositivo acceso.
- › **Regola la luminosità dello schermo:** abbassarla anche solo del 10% riduce drasticamente il consumo di batteria e rallenta l'usura nel tempo.
- › **Ripara prima di sostituire:** prima di chiedere un nuovo telefono, valuta se è possibile sostituire solo la batteria o aggiornare il software. Un dispositivo riparato ha un impatto ambientale fino a 10 volte inferiore rispetto a uno nuovo.

*Dato chiave: la fase di produzione di uno smartphone pesa per circa l'80% del suo impatto ambientale totale. Ogni anno in più di vita utile riduce significativamente la tua impronta ecologica digitale.*

### C. Collaborazione organizzata e responsabile

Lavorare in gruppo sui progetti scolastici richiede organizzazione per evitare sprechi digitali. Ogni versione duplicata di un file occupa spazio su server fisici che consumano energia 24 ore su 24.

- › **Usa documenti condivisi sul Cloud:** invece di inviare dieci versioni diverse dello stesso file Word via email (tesina\_v1, tesina\_v2, tesina\_finale...), crea un unico link condiviso su Google Drive o Microsoft OneDrive. Questo elimina la duplicazione inutile dei dati sui server.
- › **Organizza le cartelle:** una struttura ordinata riduce le ricerche inutili e il salvataggio ridondante di copie dello stesso documento.

*Esempio pratico: un gruppo di 5 studenti che si manda 10 versioni dello stesso file da 5 MB genera 50 MB di dati inutili archiviati su server. Con un documento condiviso: 1 file, 0 duplicati.*

## 3. Perché tutto questo conta: il cittadino digitale consapevole

Il Green Computing non è una moda: è una risposta concreta alla crisi climatica applicata al mondo digitale. I dati ci dicono che il settore tecnologico produce già oggi emissioni paragonabili a quelle dell'aviazione globale, e la crescita dell'IA e dello streaming le sta aumentando rapidamente.

Essere un cittadino digitale consapevole significa capire che ogni nostra azione online — per quanto piccola — ha un peso reale. Non si tratta di rinunciare alla tecnologia, ma di usarla meglio:

- › **Meno dati inutili archiviati** → meno server accesi → meno energia consumata.
- › **Dispositivi usati più a lungo** → meno produzione industriale → meno risorse estratte.
- › **Collaborazione organizzata** → meno duplicati digitali → meno sprechi nascosti.

*«Il Green Computing nasce con l'obiettivo di aiutarti a diventare un cittadino digitale consapevole, capace di produrre contenuti in modo strutturato e di collaborare responsabilmente.»*

## 4. Approfondimenti e Fonti

Fonte	Di cosa si occupa
The Green Web Foundation	Mappa internet per renderlo progressivamente libero dall'uso di combustibili fossili. Permette di verificare se un sito web è alimentato da energie rinnovabili.
Agenzia Europea dell'Ambiente (EEA)	Presenta report periodici sull'impatto della digitalizzazione sulla transizione ecologica europea, con dati aggiornati e proiezioni future.
ADEME — Agenzia francese per la transizione ecologica	Offre guide pratiche dettagliate sull'inquinamento digitale domestico e scolastico, con strumenti per calcolare la propria impronta ecologica digitale.

## Conclusione

Il Green Computing ci mostra che la sostenibilità ambientale non riguarda solo le fabbriche o i trasporti: riguarda anche il modo in cui ogni giorno usiamo i nostri dispositivi digitali. Piccole abitudini quotidiane — svuotare lo spam, abbassare la luminosità, riparare invece di comprare, collaborare su un unico documento condiviso — si trasformano, moltiplicate per milioni di utenti, in un impatto enorme.

La tecnologia non è il nemico dell'ambiente. Il problema è l'uso inconsapevole della tecnologia. Il Green Computing ci dà gli strumenti per cambiare rotta, un file eliminato alla volta.

## Il digitale come strumento per la sostenibilità



Marco Veneroso · Gioele Vivona | Gruppo 6



### 1. Introduzione

Il digitale come strumento per la sostenibilità significa utilizzare le tecnologie digitali per ridurre l'impatto ambientale, ottimizzare le risorse e supportare uno sviluppo più equo dal punto di vista ambientale, economico e sociale. Le tecnologie digitali non sono soltanto una fonte di consumo energetico e rifiuti elettronici: se usate consapevolmente, possono diventare un potente alleato della transizione ecologica.

Esempi rapidi di impatto positivo:

- › **Smart grid e app per l'energia** → consumi ridotti del 10–30%
- › **Agricoltura di precisione (sensori, droni, AI)** → meno acqua e pesticidi (–20/50%)
- › **Piattaforme di sharing mobility** → meno auto private e meno CO<sub>2</sub>
- › **Tracciabilità blockchain per l'economia circolare** → più riutilizzo e riciclo
- › **Smart working e videoconferenze** → meno spostamenti e meno sprechi

## 2. Concetti chiave

- › **Sostenibilità digitale:** uso responsabile delle tecnologie per minimizzare gli impatti negativi sull'ambiente e massimizzare i benefici sociali.
- › **Agricoltura di precisione / Smart agriculture:** tecniche che usano sensori, droni e AI per ottimizzare irrigazione, fertilizzazione e raccolta.
- › **IoT (Internet of Things):** rete di oggetti fisici dotati di sensori e connettività che raccolgono e scambiano dati in tempo reale.
- › **Smart city:** città intelligente che usa tecnologie digitali per migliorare la qualità della vita, ridurre i consumi e ottimizzare i servizi.
- › **Intelligenza Artificiale per l'ambiente:** modelli di AI applicati al monitoraggio ambientale, alla previsione meteo, alla gestione delle risorse.

## 3. Esempi concreti

### 3.1 Agricoltura di precisione con IoT

Sensori di ultima generazione monitorano in tempo reale parametri come umidità del suolo, temperatura e composizione chimica. Questo permette di ridurre l'uso di acqua e fertilizzanti del 20–30%, prevenendo allo stesso tempo l'inquinamento delle falde acquifere. Un esempio italiano di eccellenza è rappresentato dai progetti dell'Università di Parma, che ha sviluppato sistemi per ottimizzare l'irrigazione nella coltivazione del pomodoro e per la previsione della raccolta del luppolo.

### 3.2 Smart city e monitoraggio ambientale

I sensori IoT installati nelle città intelligenti ottimizzano il traffico, la gestione dei rifiuti e i consumi energetici degli edifici pubblici. Copenaghen è oggi considerata il modello mondiale di smart city sostenibile: grazie a un ecosistema digitale integrato, la capitale danese puntava alla neutralità climatica già entro il 2025. In Italia, diverse piattaforme digitali supportano la smart agriculture e la tracciabilità della filiera agroalimentare, garantendo trasparenza ai consumatori.

### 3.3 Progetto Agritech (PNRR italiano)

Nell'ambito del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR), il Progetto Agritech integra Big Data, IoT e Intelligenza Artificiale per costruire modelli agricoli più sostenibili. Gli obiettivi principali includono la riduzione dell'impatto ambientale, la manutenzione predittiva dei macchinari agricoli e l'adattamento ai cambiamenti climatici attraverso modelli previsionali avanzati.

## 4. Dati significativi e impatti ambientali

Tecnologia	Beneficio ambientale	Stima risparmio
Smart grid & app energia	Riduzione consumi domestici e industriali	–10/30%
Agricoltura di precisione	Meno acqua, pesticidi e fertilizzanti	–20/50%
Sharing mobility digitale	Riduzione auto private e CO <sub>2</sub> urbana	Variabile
Smart working	Meno spostamenti, meno emissioni	–5/15% CO <sub>2</sub>
Blockchain tracciabilità	Incremento riciclo e riuso materiali	+20/30%



## 5. Spunti di riflessione

---

Dopo aver esplorato le potenzialità del digitale per la sostenibilità, è utile interrogarsi criticamente su alcune domande chiave:

- › **1.** Il digitale può davvero aiutare a salvare il pianeta, o rischia di creare nuovi problemi (come il consumo energetico dei sensori IoT e dei data center che li gestiscono)?
- › **2.** In che modo noi studenti possiamo usare app e strumenti digitali per adottare comportamenti più green nella vita quotidiana?
- › **3.** Quanto è importante la tracciabilità digitale per orientarci verso prodotti e filiere davvero sostenibili?

## 6. Sintesi e comportamenti sostenibili

---

Il digitale trasforma la sua natura da «consumatore» a «strumento» di risorse: IoT e AI permettono di monitorare e ottimizzare acqua, energia e fertilizzanti, riducendo sprechi e inquinamento. In agricoltura di precisione e nelle smart city, queste tecnologie accelerano la transizione ecologica, rendendo possibile una produzione più efficiente e rispettosa del pianeta. Il futuro sta nell'usare il digitale consapevolmente per bilanciare innovazione e sostenibilità.

3 comportamenti sostenibili che puoi adottare oggi:

- › **1** Scarica e usa app per monitorare i consumi domestici (es. smart meter, app Enel, o compagnie green come E.ON) per ridurre sprechi energetici quotidiani.
- › **2** Scegli prodotti con tracciabilità digitale (QR code in etichetta) per verificare la filiera sostenibile e il basso impatto ambientale prima di acquistare.
- › **3** Partecipa a piattaforme di citizen science (es. app per il monitoraggio della qualità dell'aria o della biodiversità) e contribuisci con i dati del tuo smartphone a progetti ambientali reali.

## 7. Conclusioni e prospettive future

La sfida più importante non è tecnologica, ma culturale: la tecnologia digitale è uno strumento potente, ma neutro. Siamo noi — come cittadini, consumatori e studenti — a decidere se usarla per accelerare la transizione ecologica o per alimentare nuovi sprechi. Conoscere gli strumenti digitali sostenibili, preferire aziende e servizi green, ridurre il proprio footprint digitale sono azioni concrete che ciascuno di noi può compiere oggi.

Le prospettive future sono promettenti: l'espansione del 5G renderà l'IoT ancora più pervasivo; i gemelli digitali (digital twins) permetteranno di simulare interi ecosistemi urbani prima di intervenire; l'AI generativa potrà ottimizzare in tempo reale la rete energetica globale. La parola chiave rimane una sola: consapevolezza.

### Sitografia e fonti

Fonte	URL
Progetto Agritech PNRR – MUR	<a href="https://www.mur.gov.it/it/news/mercoledì-26042023/il-progetto-agritech">https://www.mur.gov.it/it/news/mercoledì-26042023/il-progetto-agritech</a>
Smart city di Copenaghen – Copenhagen Solutions Lab	<a href="https://cphsolutionslab.dk">https://cphsolutionslab.dk</a>
Università di Parma – Agricoltura di precisione	<a href="https://www.unipr.it">https://www.unipr.it</a>
IoT e sostenibilità – European Environment Agency	<a href="https://www.eea.europa.eu">https://www.eea.europa.eu</a>
Green computing – Agenzia per l'Italia Digitale (AGID)	<a href="https://www.agid.gov.it">https://www.agid.gov.it</a>
Citizen science ambientale – ISPRA	<a href="https://www.isprambiente.gov.it">https://www.isprambiente.gov.it</a>
App smart meter – Enel Energia	<a href="https://www.enelenergia.it">https://www.enelenergia.it</a>

# Glossario

---

## **Agricoltura di precisione**

Tecniche agricole che usano sensori, droni e intelligenza artificiale per ottimizzare irrigazione, fertilizzazione e raccolta, riducendo sprechi di acqua e sostanze chimiche.

## **AI Act**

Prima legge europea (e mondiale) sull'intelligenza artificiale. Classifica i sistemi IA per livello di rischio e stabilisce obblighi per i produttori, promuovendo sistemi trasparenti, sicuri e centrati sull'essere umano.

## **Blockchain**

Registro digitale distribuito e immutabile che permette di tracciare transazioni e catene di approvvigionamento in modo trasparente, utilizzato nell'economia circolare per garantire la tracciabilità dei prodotti.

## **Carbon footprint (impronta di carbonio)**

Quantità totale di gas serra, espressa in equivalenti di CO<sub>2</sub>, emessa direttamente o indirettamente da un individuo, organizzazione, prodotto o evento.

## **Cloud computing**

Servizio che permette di archiviare dati e utilizzare applicazioni su server remoti accessibili via internet, invece che su dispositivi locali. Richiede data center sempre accesi e connessi.

## **Coltan**

Minerale composto da columbite e tantalite, estratto principalmente nel Congo Democratico. Fondamentale per la produzione di condensatori nei dispositivi elettronici. La sua estrazione è spesso associata a conflitti armati.

## **Data center**

Struttura fisica che ospita server, sistemi di storage e apparecchiature di rete. Costituisce l'infrastruttura fisica di internet e del cloud. Consuma grandi quantità di energia elettrica e acqua per il raffreddamento.

## **Digital twin (gemello digitale)**

Replica virtuale di un oggetto, sistema o processo fisico, aggiornata in tempo reale tramite sensori. Permette di simulare scenari e ottimizzare il funzionamento senza intervenire fisicamente.

## **E-waste / RAEE**

Rifiuti di Apparecchiature Elettriche ed Elettroniche: tutti i dispositivi elettronici dismessi, guasti o obsoleti. È il tipo di rifiuto in più rapida crescita al mondo (62 milioni di tonnellate nel 2022).

## **Ecodesign**

Approccio progettuale che integra considerazioni ambientali fin dalla fase di design del prodotto, per ridurre l'impatto durante l'intero ciclo di vita (produzione, uso, smaltimento).

## **Economia circolare**

Modello economico alternativo a quello lineare (produci-usa-getta) che punta a mantenere le risorse in uso il più a lungo possibile, attraverso riparazione, riuso, riciclo e rigenerazione.

## **GDPR**

General Data Protection Regulation: regolamento europeo sulla protezione dei dati personali, in vigore dal 2018. Tutela la privacy dei cittadini e regola il trattamento dei dati da parte di aziende e organizzazioni.

## **Green Computing**

Studio e pratica dell'utilizzo efficiente delle risorse informatiche, riducendo al minimo l'impatto ambientale. Include buone pratiche di uso dei dispositivi, gestione dei dati e collaborazione digitale.

### **Inquinamento digitale**

Insieme delle emissioni di gas serra e degli impatti ambientali generati dall'infrastruttura e dall'uso delle tecnologie informatiche: dispositivi, reti, data center, streaming, email e cloud.

### **IoT (Internet of Things)**

Rete di oggetti fisici dotati di sensori e connettività internet che raccolgono e scambiano dati in tempo reale. Applicazioni: smart home, agricoltura di precisione, smart city, monitoraggio ambientale.

### **LCA (Life Cycle Assessment)**

Valutazione del ciclo di vita: metodo di analisi dell'impatto ambientale di un prodotto o servizio in tutte le sue fasi, dall'estrazione delle materie prime allo smaltimento finale.

### **Mining (criptovalute)**

Processo computazionale con cui vengono create e validate nuove unità di criptovaluta (es. Bitcoin). Richiede enormi quantità di energia elettrica per i calcoli necessari.

### **Obsolescenza programmata**

Strategia commerciale che consiste nel progettare i dispositivi elettronici con una durata di vita limitata, per incentivare i consumatori a sostituirli più frequentemente del necessario.

### **Right to Repair (Diritto alla riparazione)**

Movimento e normativa che promuove il diritto dei consumatori di riparare i propri dispositivi, accedendo a pezzi di ricambio, manuali tecnici e servizi di assistenza indipendenti.

### **Smart city**

Città che utilizza tecnologie digitali — sensori IoT, big data, intelligenza artificiale — per ottimizzare servizi pubblici, gestione del traffico, consumo energetico e qualità della vita dei cittadini.

### **Smart grid**

Rete elettrica «intelligente» che utilizza algoritmi di IA per prevedere la domanda di energia, bilanciare produzione e consumo in tempo reale e integrare le fonti rinnovabili nella rete.

### **Sostenibilità**

Capacità di soddisfare i bisogni del presente senza compromettere la possibilità delle generazioni future di soddisfare i propri. Si articola in tre dimensioni: ambientale, economica e sociale. (Rapporto Brundtland, 1987)

### **Streaming**

Tecnologia che permette di riprodurre contenuti audio e video in tempo reale via internet senza scaricarli. Rappresenta oltre il 60% del traffico internet globale e consuma significative quantità di energia.

### **Terre rare**

Gruppo di 17 elementi chimici (tra cui neodimio, disprosio, cerio) indispensabili per la produzione di magneti, altoparlanti, schermi e motori elettrici. La loro estrazione ha forti impatti ambientali.

# Fonti e Sitografia Generale

---

Di seguito le principali fonti utilizzate nell'eBook, suddivise per capitolo di riferimento.

## Capitolo 1 — Inquinamento digitale e consumo energetico

- › **IEA – International Energy Agency:** [www.iea.org](http://www.iea.org)
- › **The Shift Project**, «Lean ICT: towards digital sobriety», 2019
- › **Greenpeace – Clicking Clean:** [www.greenpeace.org](http://www.greenpeace.org)
- › **Carbonfootprint.com:** [www.carbonfootprint.com](http://www.carbonfootprint.com)
- › **BBC Science Focus:** [www.sciencefocus.com](http://www.sciencefocus.com)

## Capitolo 3 — Dispositivi elettronici ed e-waste

- › **Global E-waste Monitor 2024 – ITU, UNITAR, UNEP:** <https://globalewaste.org>
- › **European Environment Agency (EEA):** <https://www.eea.europa.eu>
- › **Direttiva UE sull'ecodesign 2024/1781:** <https://eur-lex.europa.eu>
- › **Greenpeace Italia – Rapporto e-waste 2022:** <https://www.greenpeace.org/italy>
- › **ONU-UNEP – Agbogbloshie:** <https://www.unep.org>
- › **Right to Repair Europe:** <https://repair.eu>

## Capitolo 4 — Intelligenza Artificiale e Sostenibilità

- › **sistemihs.it:** <https://www.sistemihs.it/intelligenza-artificiale/>
- › **myclimate.org:** <https://www.myclimate.org>
- › **Karma Metrix – IA e Sostenibilità:** [karmametrix.com](http://karmametrix.com)
- › **SostenibileOggi:** [sostenibileoggi.it](http://sostenibileoggi.it)
- › **Agenda Digitale:** <https://www.agendadigitale.eu>

## Capitolo 5 — Green Computing

- › **The Green Web Foundation:** <https://www.thegreenwebfoundation.org>
- › **Agenzia Europea dell'Ambiente (EEA):** <https://www.eea.europa.eu>
- › **ADEME – Agenzia francese per la transizione ecologica:** <https://www.ademe.fr>

## Capitolo 6 — Il digitale come strumento per la sostenibilità

- › **Progetto Agritech PNRR – MUR:** <https://www.mur.gov.it>
- › **Copenhagen Solutions Lab:** <https://cphsolutionslab.dk>
- › **Università di Parma:** <https://www.unipr.it>
- › **AGID – Agenzia per l'Italia Digitale:** <https://www.agid.gov.it>
- › **ISPRA:** <https://www.isprambiente.gov.it>