

Intelligenza artificiale: consumo energetico e impatto ambientale

Intelligenza artificiale sostenibile

Da:

<https://www.greenpeace.de/ueber-uns/loesungen-finden/kuenstliche-intelligenz-energieverbrauch-und-umweltauswirkungen>

di Michael Weiland e Andi Nolte. Esperti che hanno contribuito: Jonathan Niesel e Matthias Lambrecht - 17 giugno 2026

L'intelligenza artificiale consuma elettricità, acqua e risorse, mettendo così a repentaglio la transizione energetica. Un nuovo rapporto di Greenpeace mostra come il boom dell'IA possa trasformarsi in un problema climatico e propone delle soluzioni.

Che si tratti di scrivere testi, condurre ricerche o controllare processi produttivi, l'intelligenza artificiale, o IA, gioca un ruolo in quasi tutti i settori lavorativi. Il termine è in realtà fuorviante, anche se lo usiamo qui (come del resto fanno tutti). Perché ciò che comunemente si intende per IA è il cosiddetto apprendimento automatico, non la vera intelligenza: l'IA non "capisce", ma può riconoscere schemi, fare previsioni o risolvere compiti automaticamente. E migliora costantemente in questo.

Questa tecnologia rappresenta un faro di speranza e, di conseguenza, un business redditizio. Tuttavia, con i miliardi che giganti della tecnologia come Google, Amazon, Microsoft e Meta stanno investendo nelle infrastrutture per l'intelligenza artificiale, la sfida ambientale si fa sempre più pressante. Un nuovo studio dell'Öko-Institut (Istituto di Ecologia Applicata), commissionato da Greenpeace, dimostra che la rapida espansione dei data center per l'IA minaccia di compromettere seriamente gli obiettivi climatici. Già nel 2030, la domanda di energia elettrica di questi centri sarà undici volte superiore a quella del 2023, pari all'attuale consumo di energia elettrica di tutti i data center convenzionali a livello globale. Il bilancio climatico delle principali aziende tecnologiche è particolarmente negativo: sono responsabili di quasi la metà di tutte le emissioni di CO₂ provenienti dai data center per i servizi cloud e di intelligenza artificiale in tutto il mondo. In testa alla classifica si trova Amazon Web Services (AWS), secondo lo studio di Greenpeace "The Regional Climate Divide of Data Centers" del giugno 2026.

I data center che ospitano applicazioni di intelligenza artificiale sono veri e propri divoratori di energia. I centri "hyperscale" specializzati, con un carico connesso di diverse centinaia di megawatt, occupano vaste aree e consumano enormi quantità di risorse: si stima che la quota di hardware specifico per l'IA nel consumo energetico dei data center aumenterà dal 14% nel 2023 al 47% entro il 2030. Anche il consumo idrico sta crescendo vertiginosamente: per raffreddare i server saranno probabilmente necessari 664 miliardi di litri d'acqua entro il 2030, quattro volte di più rispetto a oggi. Particolarmente preoccupante è il fatto che i data center per l'IA consumino il doppio dell'acqua rispetto ai data center convenzionali. E questo accade spesso in regioni con scarsità d'acqua, il che può portare a conflitti: a chi spetta l'acqua, agli agricoltori o al data center?

Nell'aprile del 2026, Greenpeace ha rilasciato una dichiarazione sulla prevista riforma della legge sull'efficienza energetica (EnEfG), esprimendo una critica esplicita: il progetto di legge del Ministero federale dell'Economia, guidato da Katharina Reiche (CDU), indebolisce strumenti chiave per la tutela del clima proprio nei settori in cui il consumo energetico sta crescendo più rapidamente: i data center e l'intelligenza artificiale.

Nello specifico, Greenpeace critica:

- Manca un impegno concreto: gli obiettivi di risparmio ben definiti e gli obblighi governativi devono essere eliminati e sostituiti da processi di revisione non vincolanti.
- Gli standard di efficienza sono troppo permissivi: i requisiti per i data center si stanno indebolendo (ad esempio, i valori PUE), nonostante la domanda di energia stia aumentando enormemente a causa dell'intelligenza artificiale.
- Il calore di scarto rimane inutilizzato: le normative vincolanti per l'utilizzo del calore di scarto vengono abolite, un passo indietro per la transizione energetica.
- Minore trasparenza: le aziende non saranno più obbligate a divulgare alcuni dati relativi all'energia e all'ambiente.
- Rischio di greenwashing: l'approvvigionamento di "elettricità verde" non è regolamentato in modo sufficientemente rigoroso – non vi è alcun obbligo di realizzare effettive capacità aggiuntive di energia rinnovabile.

Perché è importante: secondo le previsioni, la domanda di energia elettrica dei data center per l'intelligenza artificiale potrebbe decuplicare entro il 2030. Se le normative sull'efficienza energetica venissero allentate ora, si assisterebbe a un massiccio aumento delle emissioni e del consumo di risorse, nonostante tutte le promesse del progresso digitale.

Le emissioni di CO₂ sono in aumento a causa dell'espansione dell'IA

Nonostante tutte le promesse di neutralità climatica, anche le emissioni di CO₂ sono in aumento: da 29 milioni di tonnellate di CO₂ equivalente nel 2023 a 166 milioni di tonnellate nel 2030. E questo nonostante sia già stata considerata una quota crescente di energie rinnovabili. L'espansione delle infrastrutture per l'intelligenza artificiale (IA) significa che le centrali a gas e a carbone rimarranno operative più a lungo, allungando ulteriormente il percorso verso la neutralità climatica. Jonathan Niesel, esperto di intelligenza artificiale di Greenpeace, mette in guardia contro la crescita incontrollata dell'IA: "Senza un'ulteriore e massiccia espansione delle energie rinnovabili, il boom dell'IA rischia di prolungare la nostra dipendenza dai combustibili fossili, compromettendo il raggiungimento degli obiettivi climatici".

Greenpeace chiede: trasparenza e responsabilità

Greenpeace non rifiuta categoricamente l'intelligenza artificiale. Al contrario: l'IA può essere un potente strumento per la tutela dell'ambiente e del clima, a patto che venga utilizzata in modo intelligente, efficiente ed ecologicamente responsabile. Ma ciò richiede linee guida chiare.

Greenpeace pertanto chiede:

- Energia rinnovabile al 100% per le infrastrutture di intelligenza artificiale: energia aggiuntiva e non proveniente dal mix energetico esistente.

- Obblighi di trasparenza per le aziende di intelligenza artificiale: quanta elettricità e acqua consumano effettivamente i loro sistemi? Quali obiettivi sono stati utilizzati per addestrare i modelli e quali parametri ambientali sono stati presi in considerazione?
- Standard di efficienza ed etichette per data center e servizi di intelligenza artificiale
- Utilizzo obbligatorio del calore di scarto e sua integrazione nelle reti di teleriscaldamento locali, senza ricorrere all'energia nucleare.
- Responsabilità per le catene di approvvigionamento, in particolare nella produzione di chip e nel consumo idrico.

L'intelligenza artificiale ha un problema hardware

La produzione dell'hardware necessario merita particolare attenzione, poiché la fabbricazione dei chip per l'intelligenza artificiale è estremamente dispendiosa in termini di risorse. Il rapporto di Greenpeace "Chipping Point" di aprile di quest'anno mostra che una nuova generazione di chip ad alte prestazioni viene prodotta, soprattutto in Asia orientale, a un costo ambientale elevato, spesso utilizzando quantità significative di energia proveniente da centrali a carbone. Ciò significa che, ancor prima che un modello di intelligenza artificiale come ChatGPT fornisca la sua prima risposta, ha già un'impronta ecologica enorme.

Il rapporto lo chiarisce: accelerare l'espansione delle fonti di energia rinnovabile lungo la catena di approvvigionamento è tecnicamente fattibile e urgentemente necessario. Solo così sarà possibile soddisfare la crescente domanda di chip per l'intelligenza artificiale in modo ecologicamente sostenibile.

Il rapporto dell'Öko-Institut integra il problema hardware con dati relativi alla fine del ciclo di vita di chip e server: l'espansione dei data center e delle capacità di intelligenza artificiale potrebbe generare fino a 5 milioni di tonnellate di rifiuti elettronici aggiuntivi entro il 2030.

I danni ambientali dell'intelligenza artificiale

Non solo emissioni ma anche enormi consumi di acqua e suolo, secondo l'Onu

Da: <https://www.euronote.it/2026/06/i-danni-ambientali-dellintelligenza-artificiale/>

L'intelligenza artificiale (AI) è una trasformazione tecnologica che «sta migliorando la vita di miliardi di persone in tutto il mondo» e «può promuovere la prosperità e il benessere umano», tuttavia presenta una serie di rischi per le persone e l'ambiente che possono essere limitati solo attraverso una governance adeguata, per ora ancora insufficiente. Recentemente è stata l'Onu a sottolineare questa urgenza, già segnalata da organismi internazionali (Ilo), da vari ambiti accademici, da reti e confederazioni internazionali sociali (Greenpeace) e sindacali (Csi e Ces). Il monito dell'Onu riguarda l'impatto ambientale dell'AI, con le conseguenze negative che essa ha su suolo, acqua e clima derivanti dall'intenso e rapido aumento del consumo energetico di questa tecnologia. In un Rapporto curato dall'Istituto per l'acqua, l'ambiente e la salute dell'Università delle Nazioni Unite (Unu-Inweh), gli autori stimano un consumo di elettricità enorme entro il 2030, pari a 945 terawatt/ora, da parte dei data center globali che alimentano l'AI. «Si tratta di quasi il triplo del consumo annuo di elettricità di Pakistan, Bangladesh e Nigeria, che insieme

ospitano oltre 650 milioni di persone» sottolinea lo studio, aggiungendo che l'impatto idrico sarà pari al fabbisogno domestico annuo di base degli 1,3 miliardi di abitanti dell'Africa subsahariana, e l'impronta territoriale supererà i 14.500 chilometri quadrati, «circa il doppio dell'area metropolitana di Giacarta (oltre 32 milioni di persone)».

Forte impatto dell'AI sui consumi di acqua e suolo

Dopo aver lanciato l'allarme sulle emissioni di gas serra dei data center, ora i ricercatori delle Nazioni Unite affermano che i costi ambientali dell'AI e dei data center non possono essere compresi solo attraverso le emissioni di carbonio. Infatti, spiegano, ogni kilowatt/ora di elettricità utilizzato per il funzionamento di un sistema di AI comporta anche «un'impronta idrica», dovuta al raffreddamento e alla produzione di energia, e «un'impronta di suolo», dovuta alle infrastrutture energetiche e alle catene di approvvigionamento. Si tratta di tre impronte che non si muovono nella stessa direzione: «Il passaggio dal carbone alla bioenergia, ad esempio, può ridurre in media l'impronta di carbonio dell'elettricità del 70%, aumentando al contempo l'impronta idrica di oltre trenta volte e l'impronta di suolo di cento volte». Quindi, sostengono gli autori del Rapporto, un «basso contenuto di carbonio» non significa automaticamente «basso consumo idrico» o «basso consumo di suolo». Inoltre, valutare la sostenibilità dell'AI attraverso un singolo parametro può trasferire gli oneri ambientali su regioni che affrontano già problemi di scarsità idrica o di utilizzo del suolo.

Consumi in rapido aumento, spesso inconsapevoli

Secondo il Rapporto dell'Unu, nel 2025 i data center globali hanno consumato circa 448 terawatt/ora di elettricità: «Se considerati come un'unica nazione, si sarebbero classificati all'undicesimo posto tra i maggiori consumatori di energia elettrica al mondo, dopo la Francia e prima dell'Arabia Saudita». Si stima che il solo ChatGPT elabori circa 2,5 miliardi di richieste al giorno, il che equivale a circa 383 gigawatt/ora di elettricità all'anno per un singolo prodotto. «Per compensare le emissioni di carbonio associate sarebbero necessarie 2,6 milioni di piantine di alberi coltivate per 10 anni, un numero di alberi sufficiente a coprire un'area pari a quella di Manhattan» sostengono gli scienziati delle Nazioni Unite, aggiungendo che «l'impronta idrica equivale al fabbisogno idrico domestico minimo annuo di circa 500.000 persone nell'Africa subsahariana, e l'impronta terrestre è pari a oltre 800 campi da calcio».

Le dimensioni dell'impatto ambientale dell'AI non sono però note e la maggior parte delle scelte degli utenti sono prese tramite impostazioni predefinite, quindi avvengono in modo inconsapevole. Un esempio riportato dal Rapporto dell'Unu è piuttosto emblematico: «Una tipica query in una chat conversazionale è circa 200 volte più dispendiosa in termini di energia rispetto a una semplice classificazione del testo. La generazione di una singola immagine tramite AI può richiedere circa 1.450 volte questo valore di base. Un singolo breve video generato dall'AI può consumare tanta elettricità quanto 200.000 classificazioni di spam». Quindi, avvertono gli autori del Rapporto, «la scelta del modello, la lunghezza del prompt, il formato di output e la risoluzione influiscono notevolmente sul consumo energetico». Fino ad arrivare a una situazione assurda per cui «un'AI e un'energia più efficienti ed economiche significano un maggiore consumo di AI, rendendo l'impatto ambientale complessivo di gran lunga superiore ai risparmi ottenuti grazie all'efficienza».

Maggiori costi ambientali per chi non trae benefici

Il Rapporto dell'Unu segnala poi vari casi che mostrano come i servizi globali di AI creino forti pressioni locali. In Irlanda, nel 2023 i data center hanno raggiunto il 21% del consumo totale di elettricità misurata, superando tutte le utenze domestiche urbane, cosa che ha costretto il gestore della rete elettrica nazionale a sospendere nuove autorizzazioni nell'area di Dublino fino al 2028: «Un esempio concreto e documentato di ciò che accade quando la crescita delle infrastrutture per l'AI supera la pianificazione energetica». In Messico, a Querétaro, le risorse idriche sono messe a rischio dall'espansione delle infrastrutture informatiche, mentre in Uruguay i progetti per un data center ad alto consumo idrico sono coincisi con la siccità del 2023 che ha prosciugato le riserve di acqua dolce di Montevideo, rendendo l'acqua del rubinetto non potabile. Lo studio dell'Unu stima poi che entro il 2030 le infrastrutture per l'AI potrebbero generare ogni anno fino a 2,5 milioni di tonnellate di rifiuti elettronici, che saranno smaltiti soprattutto in Paesi con «economie a basso reddito e garanzie limitate», mentre i minerali critici necessari per l'AI e le energie pulite sono estratti in aree con una debole supervisione ambientale, dove si creano «zone di sacrificio» che danneggiano l'acqua e la salute delle popolazioni locali. Così, conclude l'Unu, «senza porvi rimedio, ripeteremo semplicemente gli stessi schemi del passato, in cui alcune aree si fanno carico dei costi e altre ne traggono beneficio».

L'impronta ambientale dell'AI: cosa racconta il nuovo studio delle Nazioni Unite

Da <https://www.gruppoiren.it/it/everyday/focus-on/2026/impronta-ambientale-dell-ai-cosa-racconta-il-nuovo-studio-delle-nazioni-unite.html> - 15 luglio 2026

- Un nuovo studio dell'Università delle Nazioni Unite analizza gli impatti ambientali dell'intelligenza artificiale considerando energia, emissioni, consumo di acqua e utilizzo del suolo.
- La crescita dei data center rende necessario pianificare con attenzione lo sviluppo delle infrastrutture energetiche e idriche.
- Secondo il rapporto, entro il 2030 il fabbisogno energetico dei data center potrebbe più che raddoppiare rispetto ai livelli attuali.
- Lo studio evidenzia la necessità di coniugare innovazione tecnologica, efficienza delle infrastrutture e gestione sostenibile delle risorse.

L'intelligenza artificiale sta trasformando il modo in cui lavoriamo, comunichiamo e utilizziamo i servizi digitali. Ogni richiesta rivolta a un chatbot, ogni immagine generata e ogni algoritmo di AI richiedono però una complessa infrastruttura che consuma energia e utilizza risorse naturali. Finora il dibattito si è concentrato soprattutto sulle emissioni di CO₂ associate allo sviluppo dell'intelligenza artificiale. Un nuovo studio dell'Università delle Nazioni Unite - Institute for Water, Environment and Health (UNU-INWEH) propone invece una prospettiva più ampia, analizzando anche il consumo di acqua, l'occupazione di suolo e gli impatti sulle infrastrutture che sostengono la crescita dell'AI.

Perché l'impatto ambientale dell'AI non riguarda solo le emissioni di CO₂

Quando si valuta l'impatto ambientale di una tecnologia, il primo parametro che viene in mente è spesso la quantità di emissioni di gas serra prodotta, una categoria in cui rientra anche la CO₂ o anidride carbonica. Lo studio delle Nazioni Unite sottolinea però che questo approccio rischia di essere riduttivo nel caso dell'intelligenza artificiale. Per descrivere in modo più completo gli effetti dell'AI, i ricercatori hanno preso in considerazione quattro indicatori principali: carbon footprint, cioè le emissioni di gas serra associate alla produzione di energia e al funzionamento dei sistemi di calcolo; water footprint, che misura l'acqua utilizzata; land footprint, cioè il consumo di suolo necessario per realizzare infrastrutture energetiche e data center; infine il consumo complessivo di energia elettrica.

Secondo gli autori, la sostenibilità dell'intelligenza artificiale deve essere analizzata considerando contemporaneamente tutte queste variabili, e l'operazione diventa particolarmente importante alla luce del fatto che la crescita dell'AI procede attualmente a ritmi molto elevati. L'aumento della capacità di calcolo richiesta dai modelli più avanzati comporta un'espansione continua dei data center e delle infrastrutture necessarie per alimentarli. Comprendere l'impatto complessivo di questa evoluzione è fondamentale per pianificare reti elettriche, sistemi idrici e politiche industriali capaci di sostenere l'innovazione senza compromettere la disponibilità delle risorse.

Quanta energia, acqua e suolo potrebbe richiedere l'AI entro il 2030

Lo studio dell'Università delle Nazioni Unite evidenzia numeri che mostrano la rapidità con cui stanno crescendo le infrastrutture dedicate all'intelligenza artificiale. Secondo le stime dei ricercatori, entro il 2030 i data center potrebbero arrivare a consumare circa 945 TWh di elettricità all'anno, più del doppio rispetto ai circa 448 TWh del 2025. Si tratta di un valore paragonabile all'attuale consumo elettrico annuale di un grande Paese industrializzato e destinato a incidere in modo significativo sulla domanda globale di energia. Parallelamente aumenterà anche il fabbisogno di acqua. Lo studio ipotizza che entro il 2030 l'ecosistema dell'intelligenza artificiale potrebbe richiedere fino a 9,3 trilioni di litri d'acqua ogni anno, considerando sia il raffreddamento diretto dei data center sia l'acqua utilizzata per produrre l'energia necessaria al loro funzionamento. Per comprendere meglio l'ordine di grandezza, gli autori osservano che questo volume corrisponde al fabbisogno idrico domestico annuale di circa 1,3 miliardi di persone nell'Africa subsahariana. Anche l'utilizzo del territorio per la costruzione di data center e infrastrutture energetiche necessarie per alimentarli è destinato a crescere. Sempre secondo il rapporto, entro il 2030 l'impronta territoriale dei sistemi legati all'AI potrebbe raggiungere circa 14.500 chilometri quadrati, una superficie superiore a quella di molte aree metropolitane europee.

Lo studio propone inoltre un'analisi del ciclo di vita dei grandi modelli linguistici. L'addestramento dei sistemi di AI più avanzati richiede enormi quantità di potenza di calcolo concentrate in tempi relativamente brevi, con consumi energetici e idrici particolarmente elevati. Sebbene questi processi rappresentino solo una parte dell'impatto complessivo, mostrano come lo sviluppo dell'intelligenza artificiale dipenda sempre più dalla disponibilità di infrastrutture energetiche, reti elettriche e sistemi di raffreddamento efficienti. Più che mettere in discussione lo sviluppo dell'AI, il rapporto invita quindi a considerare queste

tecnologie all'interno di una pianificazione più ampia delle risorse, che devono essere gestite in modo integrato.

Perché i data center stanno diventando una sfida per infrastrutture e risorse

L'espansione dell'intelligenza artificiale non riguarda soltanto il settore digitale: la crescita dei data center ha effetti diretti sulle infrastrutture energetiche, idriche e territoriali che ne consentono il funzionamento. Ogni nuovo centro di calcolo richiede una disponibilità continua di energia elettrica, sistemi di raffreddamento efficienti e reti capaci di sostenere carichi elevati senza compromettere la continuità del servizio. Questo significa che la pianificazione delle infrastrutture deve diventare sempre più strategica. Le reti elettriche devono essere in grado di integrare una domanda crescente e allo stesso tempo favorire l'utilizzo di fonti rinnovabili, mentre i sistemi idrici devono garantire la disponibilità di acqua anche in territori già esposti a periodi di siccità o a una crescente pressione sulla risorsa.

Di conseguenza, la localizzazione dei data center rappresenta un altro elemento da considerare. Sempre più spesso queste infrastrutture vengono progettate tenendo conto della disponibilità di energia, della vicinanza alle reti di trasmissione, delle caratteristiche climatiche del territorio e della presenza di risorse idriche sufficienti per il raffreddamento. In questo contesto assume un ruolo centrale anche l'innovazione tecnologica. Sistemi di raffreddamento più efficienti, processori con consumi ridotti, recupero del calore prodotto dai server e strumenti avanzati per la gestione dell'energia possono contribuire a limitare l'impronta ambientale dell'intelligenza artificiale. Parallelamente, il monitoraggio continuo dei consumi e l'analisi dei dati consentono di ottimizzare il funzionamento delle infrastrutture e di utilizzare in modo più efficiente le risorse disponibili.

Come rendere lo sviluppo dell'AI più sostenibile

Il messaggio dello studio delle Nazioni Unite non è quello di rallentare l'innovazione tecnologica, ma di accompagnarla con una gestione più consapevole delle risorse. L'intelligenza artificiale può infatti offrire benefici significativi in molti settori: dalla sanità alla ricerca scientifica, dall'industria alla gestione delle reti energetiche. La sua diffusione, però, richiede una pianificazione capace di considerare gli impatti ambientali lungo tutto il ciclo di vita delle infrastrutture. Per questo, il rapporto propone una serie di raccomandazioni rivolte a istituzioni, imprese e sviluppatori. Tra le priorità figurano una maggiore trasparenza nella rendicontazione dei consumi di energia, acqua e suolo, l'adozione di criteri di efficienza fin dalla progettazione dei sistemi di intelligenza artificiale, una valutazione degli impatti ambientali lungo l'intero ciclo di vita delle tecnologie e una cooperazione internazionale che favorisca lo sviluppo di standard condivisi.

Un altro elemento evidenziato dallo studio riguarda l'importanza di considerare le differenze tra territori. La realizzazione di nuovi data center dovrebbe infatti tenere conto della disponibilità locale di risorse naturali, delle caratteristiche delle reti energetiche e delle condizioni climatiche, evitando di aumentare la pressione su aree già vulnerabili dal punto di vista idrico o ambientale. Per le utility e per i gestori delle infrastrutture questa evoluzione

rappresenta una nuova sfida, perché la crescente domanda di energia e servizi digitali rende necessario investire in reti più robuste, sistemi di monitoraggio avanzati e tecnologie che migliorino l'efficienza complessiva delle infrastrutture. Anche il Gruppo Iren sta orientando i propri sforzi in questa direzione: gli investimenti previsti dal Piano Industriale 2025-2030 sono destinati anche al rafforzamento e la digitalizzazione delle reti energetiche e idriche.

L'intelligenza artificiale continuerà a svolgere un ruolo sempre più importante nello sviluppo economico e tecnologico dei prossimi anni. Il nuovo studio dell'Università delle Nazioni Unite ricorda però che la sua crescita non può essere valutata soltanto in termini di prestazioni o capacità di calcolo. Comprendere l'impronta ambientale dell'AI significa considerare nel loro insieme energia, acqua, suolo ed emissioni, così da progettare infrastrutture capaci di sostenere l'innovazione senza pregiudicare l'equilibrio delle risorse naturali. È una prospettiva che conferma come transizione digitale e transizione ecologica siano oggi due processi sempre più interconnessi e destinati a evolvere insieme.

UDA 1 — Scuola secondaria di primo grado

TITOLO	<i>Intelligenza artificiale e ambiente: quanto costa una domanda al computer?</i>
DESTINATARI	Classe seconda o terza della scuola secondaria di primo grado.
DURATA	8-10 ore, distribuite in circa 3 settimane (indicativo).
TEMA CENTRALE	L'unità affronta il rapporto tra intelligenza artificiale e ambiente, aiutando gli studenti a comprendere che i servizi digitali non sono immateriali: dietro chatbot, immagini generate, video, motori di ricerca e piattaforme online esistono data center, server, energia elettrica, acqua per il raffreddamento, consumo di suolo, produzione di hardware e rifiuti elettronici. L'obiettivo non è demonizzare l'intelligenza artificiale, ma educare a un uso consapevole, critico e sostenibile delle tecnologie digitali.
COMPITO AUTENTICO	Realizzare una campagna informativa per la scuola dal titolo: "Usare l'IA senza sprecare il pianeta". La campagna può includere:  un manifesto cartaceo o digitale  uno slogan  una breve guida con 5-7 consigli per usare l'IA in modo più sostenibile  una presentazione orale alla classe o ad altre classi
INSEGNAMENTI COINVOLTI	 Italiano  Scienze  Tecnologia  Geografia  Educazione civica  Arte e immagine

Competenze chiave europee

Competenza chiave europea	Applicazione nell'UdA
Competenza alfabetica funzionale	Comprendere testi informativi, ricavare dati, sintetizzare informazioni e produrre testi divulgativi.
Competenza matematica e scientifica	Interpretare dati su energia, acqua, emissioni, suolo e rifiuti elettronici.
Competenza digitale	Comprendere il funzionamento di base dei servizi digitali e riflettere sul loro impatto ambientale.
Competenza personale, sociale e imparare a imparare	Lavorare in gruppo, organizzare informazioni, assumere responsabilità.
Competenza in materia di cittadinanza	Riflettere sulle conseguenze ambientali e sociali delle scelte tecnologiche.
Competenza imprenditoriale	Progettare una campagna efficace e orientata a un pubblico reale.

Discipline coinvolte

Disciplina	Contributo
Italiano	Lettura, comprensione, sintesi, produzione di testi informativi e persuasivi.
Scienze	Energia, risorse naturali, acqua, emissioni, ciclo di vita degli oggetti tecnologici.
Tecnologia	Data center, hardware, server, chip, infrastrutture digitali.
Geografia	Distribuzione delle risorse, aree vulnerabili, consumo di suolo, impatti locali.
Educazione civica	Sostenibilità, cittadinanza digitale, responsabilità individuale e collettiva.
Arte e immagine	Realizzazione del manifesto e comunicazione visiva.

Saperi essenziali, obiettivi, prerequisiti e metodologie

OBIETTIVI DI APPRENDIMENTO	- Al termine dell'UdA, gli studenti saranno in grado di: - spiegare in modo semplice che cos'è l'intelligenza artificiale e perché richiede infrastrutture fisiche - descrivere il ruolo dei data center nel funzionamento dei servizi digitali - riconoscere almeno quattro tipi di impatto ambientale dell'IA: energia, acqua, emissioni, suolo, hardware e rifiuti elettronici - comprendere che "digitale" non significa automaticamente "senza impatto" - leggere dati numerici e trasformarli in messaggi comprensibili - distinguere tra uso utile e uso superfluo dell'IA - proporre comportamenti concreti per ridurre lo spreco digitale - collaborare alla produzione di un elaborato comunicativo
PREREQUISITI	- energia elettrica e fonti energetiche - cambiamento climatico - risorse naturali - uso quotidiano di internet, app, motori di ricerca e strumenti digitali - lettura di semplici testi informativi
SAPERI ESSENZIALI — Conoscenze	- Definizione semplificata di intelligenza artificiale - Differenza tra tecnologia digitale e infrastruttura fisica - Data center, server, raffreddamento e consumo energetico - Consumo di acqua nei sistemi di raffreddamento - Emissioni di CO2 legate alla produzione e all'uso dell'energia - Consumo di suolo per data center e infrastrutture energetiche - Produzione di chip, uso di minerali critici e rifiuti elettronici - Uso consapevole delle tecnologie digitali
SAPERI ESSENZIALI — Abilità	- Leggere e comprendere un testo informativo - Individuare parole chiave e dati rilevanti - Costruire mappe concettuali - Rielaborare dati complessi in un linguaggio semplice - Lavorare in gruppo con ruoli definiti

	 Produrre uno slogan e un messaggio persuasivo  Presentare oralmente un elaborato
METODOLOGIE	 Lezione dialogata  Lettura guidata  Cooperative learning  Brainstorming  Didattica laboratoriale  Peer education  Produzione creativa  Discussione guidata

Diario di bordo — Fasi di lavoro

Fase	Titolo	Durata	Attività
1	Attivazione	1 ora	Conversazione iniziale: "Che cosa usiamo quando usiamo l'IA?". Gli studenti elencano esempi quotidiani: chatbot, immagini generate, assistenti vocali, traduttori, consigli automatici. Il docente introduce l'idea che dietro questi servizi ci sono infrastrutture reali.
2	Lettura guidata dei testi	2 ore	Lettura di brani selezionati dai testi di riferimento. Gli studenti evidenziano parole chiave: energia, acqua, data center, emissioni, suolo, chip, rifiuti elettronici, trasparenza.
3	Comprendere i dati	1-2 ore	Analisi semplificata di alcuni dati: aumento dei consumi energetici dei data center, acqua necessaria per il raffreddamento, rifiuti elettronici. Gli studenti trasformano i numeri in frasi comprensibili.
4	Mappa degli impatti	1 ora	Costruzione di una mappa concettuale: al centro "IA", intorno "energia", "acqua", "suolo", "CO2", "chip", "rifiuti", "scelte degli utenti".
5	Laboratorio di cittadinanza digitale	1 ora	Discussione: quali usi dell'IA sono utili? Quali sono superflui? Che cosa può fare uno studente per ridurre gli sprechi digitali?
6	Realizzazione del prodotto finale	2 ore	Gruppi di lavoro: ogni gruppo crea un manifesto o una mini-guida. Devono comparire almeno un dato, uno slogan, tre informazioni corrette e alcuni consigli pratici.
7	Presentazione e riflessione finale	1 ora	I gruppi presentano il prodotto. La classe discute efficacia comunicativa, chiarezza, correttezza scientifica e applicabilità dei consigli.

Esempi di attività operative

Attività 1 — Le parole dell'IA sostenibile

Gli studenti ricevono una lista di parole tratte dai testi: data center, server, energia, raffreddamento, CO2, acqua, suolo, chip, rifiuti elettronici, greenwashing, trasparenza.

In coppia, devono costruire una definizione semplice per ciascuna parola e poi collegarla al tema ambientale.

Attività 2 — Vero o falso?

Affermazione	Risposta attesa
Il digitale non consuma risorse perché non è materiale.	Falso
I data center consumano energia elettrica.	Vero
L'IA può avere anche usi positivi per l'ambiente.	Vero
Il problema dell'IA riguarda solo la CO2.	Falso
Anche l'acqua può essere usata per raffreddare i server.	Vero

Attività 3 — Dal dato allo slogan

Dato	Possibile slogan
L'IA consuma energia, acqua e suolo.	"Anche una domanda digitale lascia un'impronta reale."
I data center hanno bisogno di raffreddamento.	"Dietro una risposta veloce c'è un server che si scalda."
Non tutti i territori subiscono gli stessi impatti.	"Il cloud non è una nuvola: è un luogo vero."

Inclusione, personalizzazione e verifica

INCLUSIONE — Studenti con BES/DSA	- testi semplificati - mappe concettuali già parzialmente strutturate - glossario visuale - lavoro in coppia - uso di immagini e schemi - possibilità di presentare oralmente invece che per iscritto - consegne scandite in passaggi brevi
PERSONALIZZAZIONE — Studenti con competenze avanzate	- approfondimento sui rifiuti elettronici - confronto tra fonti energetiche - ricerca su data center e consumo idrico - produzione di un'infografica più articolata
VERIFICA	- osservazione del lavoro di gruppo - valutazione della mappa concettuale - valutazione del prodotto finale - breve autovalutazione individuale - presentazione orale

Rubrica di valutazione

Criterio	Livello base	Livello intermedio	Livello avanzato
Comprensione del tema	Riconosce alcuni impatti ambientali dell'IA.	Spiega diversi impatti con esempi corretti.	Collega energia, acqua, suolo, emissioni e hardware in modo organico.

Criterio	Livello base	Livello intermedio	Livello avanzato
Uso dei dati	Riporta pochi dati o li usa in modo generico.	Usa almeno un dato in modo corretto.	Trasforma i dati in messaggi chiari ed efficaci.
Comunicazione	Il messaggio è comprensibile ma semplice.	Il prodotto è chiaro e adatto al pubblico scolastico.	Il prodotto è efficace, creativo e persuasivo.
Collaborazione	Partecipa se guidato.	Collabora rispettando ruoli e tempi.	Contribuisce attivamente e sostiene il lavoro del gruppo.
Cittadinanza digitale	Individua comportamenti generali.	Propone comportamenti concreti.	Motiva le scelte e distingue usi necessari e superflui.

Prodotto finale atteso

PRODOTTO FINALE ATTESO	Un manifesto o una mini-guida per la comunità scolastica con il messaggio: "L'intelligenza artificiale può essere utile, ma va usata in modo consapevole perché consuma energia, acqua, suolo e risorse materiali."
-------------------------------	---

UDA 2 — Scuola secondaria di secondo grado

TITOLO UdA	<i>L'impronta nascosta dell'intelligenza artificiale: energia, acqua, suolo e responsabilità</i>
DESTINATARI	Classe terza, quarta o quinta della scuola secondaria di secondo grado. L'UdA è adatta a licei, istituti tecnici e professionali, con adattamenti nel livello di approfondimento scientifico, tecnologico, economico o civico.
MONTE ORE COMPLESSIVO	12-15 ore, distribuite in 4-5 settimane (indicativo).
TEMA CENTRALE	L'unità analizza criticamente l'impatto ambientale dell'intelligenza artificiale, superando la rappresentazione del digitale come spazio immateriale. Gli studenti esaminano l'intero ecosistema dell'IA: data center, consumo di energia, uso dell'acqua, emissioni climalteranti, occupazione di suolo, produzione di chip, minerali critici, rifiuti elettronici, disuguaglianze territoriali e governance. Il percorso mette in relazione transizione digitale e transizione ecologica, chiedendo agli studenti di valutare benefici, costi e responsabilità di istituzioni, imprese, sviluppatori e utenti.
COMPITO AUTENTICO DI REALTÀ / PRODOTTO	Realizzare un policy brief o dossier argomentativo rivolto alla dirigenza scolastica, a un ente locale o a un pubblico giovanile sul tema: "Come usare l'intelligenza artificiale senza ignorarne l'impatto ambientale". Il prodotto deve contenere: ✚ sintesi del problema ✚ dati chiave ricavati dai testi ✚ analisi degli impatti ambientali ✚ distinzione tra benefici e rischi ✚ proposte operative ✚ raccomandazioni per studenti, scuola, imprese o istituzioni ✚ bibliografia/sitografia essenziale In alternativa, il prodotto finale può essere una presentazione argomentativa o un debate documentato.
INSEGNAMENTI COINVOLTI	✚ Italiano ✚ Scienze naturali ✚ Fisica ✚ Informatica/Tecnologia ✚ Geografia ✚ Diritto/Economia ✚ Educazione civica ✚ Lingua inglese

Competenze chiave europee

Competenza chiave europea	Applicazione nell'UdA
Competenza alfabetica funzionale	Analisi di testi informativi e argomentativi, sintesi, scrittura documentata.

Competenza chiave europea	Applicazione nell'UdA
Competenza multilinguistica	Possibile confronto con fonti internazionali o termini tecnici inglesi: data center, carbon footprint, water footprint, land footprint.
Competenza matematica, scientifica e tecnologica	Interpretazione di dati, ordini di grandezza, relazioni tra energia, emissioni, acqua e infrastrutture.
Competenza digitale	Uso critico dell'IA e comprensione delle infrastrutture che la sostengono.
Competenza personale e sociale	Lavoro cooperativo, gestione di ruoli, revisione dei prodotti.
Competenza di cittadinanza	Analisi di governance, trasparenza, giustizia ambientale e responsabilità collettiva.
Competenza imprenditoriale	Elaborazione di soluzioni realistiche e raccomandazioni operative.

Discipline coinvolte

Disciplina	Contributo
Italiano	Analisi testuale, sintesi, argomentazione, scrittura di policy brief o dossier.
Scienze naturali	Emissioni, risorse idriche, ciclo di vita, impatti ambientali.
Fisica	Energia, potenza, consumo elettrico, ordini di grandezza.
Informatica/Tecnologia	Data center, hardware, server, chip, modelli di IA, efficienza computazionale.
Geografia	Distribuzione territoriale degli impatti, consumo di suolo, aree vulnerabili.
Diritto/Economia	Regolazione, trasparenza, responsabilità delle imprese, governance.
Educazione civica	Sviluppo sostenibile, cittadinanza digitale, etica dell'innovazione.
Lingua inglese	Lessico internazionale e fonti in lingua, se previste.

Saperi essenziali, obiettivi, prerequisiti e metodologie

OBIETTIVI DI APPRENDIMENTO	Al termine dell'UdA, gli studenti saranno in grado di:  spiegare perché l'intelligenza artificiale ha un impatto ambientale materiale  descrivere il ruolo dei data center e dell'hardware nell'ecosistema dell'IA  interpretare dati su consumo energetico, idrico, emissioni, suolo e rifiuti elettronici  distinguere tra carbon footprint, water footprint e land footprint  comprendere che una tecnologia a basso contenuto di carbonio può comunque avere elevati impatti idrici o territoriali  analizzare il problema delle disuguaglianze ambientali legate alla localizzazione dei data center e all'estrazione dei minerali critici  valutare il concetto di greenwashing
-----------------------------------	---

	✚ elaborare proposte di uso sostenibile e governance dell'IA ✚ costruire un testo argomentativo documentato ✚ sostenere oralmente una posizione con dati e argomenti
PREREQUISITI	✚ conoscenze di base sul cambiamento climatico ✚ concetto di energia elettrica e consumo energetico ✚ conoscenza generale dei servizi digitali ✚ capacità di leggere testi informativi complessi ✚ nozioni base di cittadinanza digitale ✚ capacità di produrre testi argomentativi
SAPERI ESSENZIALI — Conoscenze	✚ IA come tecnologia fondata su infrastrutture fisiche ✚ Data center e centri hyperscale ✚ Consumo energetico dei sistemi di IA ✚ Consumo idrico per raffreddamento e produzione energetica ✚ Carbon footprint, water footprint, land footprint ✚ Emissioni di CO2 equivalente ✚ Produzione dei chip e catene di approvvigionamento ✚ Minerali critici e zone di sacrificio ✚ Rifiuti elettronici ✚ Effetto rimbalzo: maggiore efficienza e minor costo possono aumentare i consumi complessivi ✚ Greenwashing e trasparenza ambientale ✚ Governance dell'IA e responsabilità di imprese, istituzioni e utenti
SAPERI ESSENZIALI — Abilità	✚ Selezionare informazioni rilevanti da testi complessi ✚ Confrontare dati provenienti da fonti diverse ✚ Costruire tabelle e schemi interpretativi ✚ Riconoscere tesi, argomenti e prove ✚ Valutare la credibilità e la prospettiva delle fonti ✚ Argomentare una posizione ✚ Scrivere un documento sintetico ma fondato su dati ✚ Formulare raccomandazioni realistiche ✚ Presentare un'analisi in modo chiaro e professionale
METODOLOGIE	✚ Lezione partecipata ✚ Analisi di fonti ✚ Cooperative learning ✚ Debate ✚ Problem based learning ✚ Didattica laboratoriale ✚ Scrittura collaborativa ✚ Flipped classroom (se si assegna parte della lettura a casa) ✚ Peer review

Diario di bordo — Fasi di lavoro

Fase	Titolo	Durata	Attività
1	Problematizzazione	1 ora	Discussione iniziale: l'IA è davvero immateriale? Gli studenti individuano usi quotidiani dell'IA e ipotizzano quali infrastrutture siano necessarie.
2	Analisi dei testi di riferimento	2-3 ore	Lettura selettiva dei testi forniti. Divisione in gruppi tematici: energia, acqua, suolo, emissioni, hardware, governance. Ogni gruppo estrae dati, parole chiave e problemi.
3	Laboratorio sui dati	2 ore	Costruzione di una tabella degli impatti. Gli studenti trasformano dati e ordini di grandezza in brevi spiegazioni accessibili. Si lavora sul significato di TWh, CO2 equivalente, litri d'acqua, km ² di suolo.
4	Approfondimento: non solo CO2	1-2 ore	Analisi del rapporto tra carbon footprint, water footprint e land footprint. Discussione sul fatto che una scelta energetica può ridurre le emissioni ma aumentare consumo d'acqua o suolo.
5	Giustizia ambientale e governance	2 ore	Studio di casi: Irlanda, Messico, Uruguay, produzione di chip in Asia orientale, rifiuti elettronici in Paesi a basso reddito. Discussione su chi beneficia dell'IA e chi ne sostiene i costi.
6	Debate o tavola rotonda	2 ore	Mozione possibile: "Lo sviluppo dell'IA deve essere subordinato a standard ambientali obbligatori". Gruppi pro, contro, osservatori e moderatori.
7	Produzione del policy brief	2-3 ore	Scrittura del documento finale con struttura guidata: problema, dati, analisi, rischi, benefici, raccomandazioni.
8	Presentazione e valutazione	1 ora	Presentazione dei policy brief o delle posizioni di debate. Peer review e autovalutazione.

Tabella di analisi degli impatti

Ambito	Problema	Dato o esempio dai testi	Possibile risposta
Energia	I data center richiedono enormi quantità di elettricità.	Entro il 2030 i data center globali potrebbero consumare circa 945 TWh all'anno.	Efficienza, fonti rinnovabili aggiuntive, pianificazione delle reti.
Acqua	I server devono essere raffreddati e anche la produzione energetica usa acqua.	L'impronta idrica dell'IA potrebbe equivalere al fabbisogno domestico annuo di 1,3 miliardi di persone nell'Africa subsahariana.	Localizzazione responsabile, tecnologie di raffreddamento efficienti, monitoraggio dei consumi.
Suolo	Data center e infrastrutture energetiche occupano territorio.	L'impronta territoriale potrebbe superare i 14.500 km ² entro il 2030.	Pianificazione territoriale, recupero di aree già infrastrutturate, valutazioni d'impatto.
Emissioni	L'aumento della domanda può prolungare l'uso di gas e carbone.	Le emissioni dei data center per IA potrebbero crescere da 29 a 166 milioni di tonnellate di	Rinnovabili aggiuntive, standard obbligatori, trasparenza.

Ambito	Problema	Dato o esempio dai testi	Possibile risposta
		CO2 equivalente entro il 2030.	
Hardware	Chip e server richiedono energia, materie prime e processi industriali impattanti.	La produzione dei chip ad alte prestazioni ha un costo ambientale elevato.	Catene di approvvigionamento sostenibili, responsabilità delle imprese.
Rifiuti elettronici	L'espansione delle infrastrutture genera scarti tecnologici.	Fino a milioni di tonnellate di rifiuti elettronici aggiuntivi entro il 2030.	Riciclo, riparabilità, tracciamento, economia circolare.

Focus concettuale

Un punto centrale dell'UdA è far comprendere agli studenti che la sostenibilità dell'IA non può essere valutata con un solo indicatore. Una tecnologia può ridurre le emissioni di carbonio ma aumentare il consumo di acqua o suolo. Per questo, parlare di IA sostenibile richiede un approccio integrato, capace di considerare:

- ✚ energia
- ✚ emissioni
- ✚ acqua
- ✚ suolo
- ✚ hardware
- ✚ rifiuti
- ✚ territori coinvolti
- ✚ giustizia ambientale
- ✚ trasparenza delle imprese
- ✚ responsabilità degli utenti

Possibili domande guida

- ✚ Il digitale è davvero "immateriale"?
- ✚ Che cosa succede quando facciamo una richiesta a un chatbot?
- ✚ Perché i data center consumano energia e acqua?
- ✚ Qual è la differenza tra emissioni di CO2 e impronta ambientale complessiva?
- ✚ Chi paga i costi ambientali dell'IA?
- ✚ Le aziende tecnologiche sono abbastanza trasparenti?
- ✚ È possibile usare l'IA in modo sostenibile?
- ✚ Quali usi dell'IA sono socialmente utili e quali sono superflui?
- ✚ Una scuola dovrebbe dotarsi di regole per l'uso consapevole dell'IA?

Struttura del policy brief

Gli studenti possono seguire questa traccia:

1. Titolo — chiaro e orientato al problema (es. "IA sostenibile: innovare senza consumare il futuro")
2. Sintesi iniziale — 8-10 righe che riassumono il problema
3. Il problema — legame tra IA, data center, energia, acqua, suolo e hardware
4. Dati chiave — almeno 4 dati significativi tratti dai testi
5. Analisi critica — benefici, rischi ambientali, disuguaglianze territoriali, problema della trasparenza

6. Raccomandazioni — per studenti/cittadini, scuole/università, imprese tecnologiche, istituzioni pubbliche
7. Conclusione — posizione argomentata del gruppo
8. Fonti — testi forniti dal docente e altri eventuali materiali

Esempi di raccomandazioni per il policy brief

Destinatario	Raccomandazione
Studenti	Usare l'IA quando serve davvero, evitando richieste ripetitive, superflue o ad alto consumo come immagini e video generati senza necessità.
Scuola	Promuovere linee guida per un uso consapevole dell'IA nelle attività didattiche.
Imprese tecnologiche	Rendere pubblici i consumi di energia, acqua e suolo dei servizi di IA.
Istituzioni	Introdurre standard di efficienza obbligatori e valutazioni d'impatto ambientale per i data center.
Sviluppatori	Progettare modelli più efficienti, proporzionati al compito e meno energivori.

Inclusione, personalizzazione e verifica

INCLUSIONE — Studenti con BES/DSA	✚ testi divisi in paragrafi brevi ✚ glossario tecnico ✚ mappe concettuali ✚ consegne graduate ✚ template del policy brief ✚ possibilità di esposizione orale ✚ uso di tabelle per organizzare i dati
PERSONALIZZAZIONE — Studenti avanzati	✚ analisi di fonti internazionali ✚ confronto tra posizioni di Greenpeace, ONU, imprese tecnologiche e istituzioni ✚ calcolo di ordini di grandezza ✚ approfondimento su greenwashing e carbon neutrality ✚ simulazione di audizione pubblica o consiglio comunale
VERIFICA	✚ comprensione dei testi ✚ partecipazione al lavoro di gruppo ✚ qualità della tabella dati ✚ performance nel debate ✚ policy brief finale ✚ esposizione orale ✚ autovalutazione e peer review

Rubrica di valutazione

Criterio	Livello base	Livello intermedio	Livello avanzato
Comprensione del problema	Riconosce che l'IA ha impatti ambientali.	Spiega i principali impatti con esempi corretti.	Analizza l'IA come sistema complesso fatto di infrastrutture, risorse, territori e governance.

Criterio	Livello base	Livello intermedio	Livello avanzato
Uso delle fonti	Usa le fonti in modo parziale.	Seleziona informazioni e dati pertinenti.	Integra dati e fonti in modo critico e coerente.
Interpretazione dei dati	Riporta dati senza commentarli pienamente.	Interpreta i dati e ne spiega il significato.	Collega i dati a conseguenze ambientali, sociali e politiche.
Argomentazione	Espone una posizione semplice.	Sostiene una tesi con argomenti adeguati.	Costruisce un ragionamento articolato, bilanciando benefici, rischi e responsabilità.
Proposte operative	Formula proposte generiche.	Propone raccomandazioni pertinenti.	Elabora raccomandazioni realistiche, differenziate per destinatario e fondate sui dati.