

I costi ambientali dell'intelligenza artificiale: il dibattito negli Stati Uniti

*Marianna Merler**

THE ENVIRONMENTAL COSTS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE: THE DEBATE IN THE US

ABSTRACT: Artificial intelligence (AI) represents an innovative technology that can offer great opportunities. At the same time, AI raises concerns about the fundamental rights, health and safety of individuals. Only recently, light has begun to be shed on another critical aspect that relates to the environmental costs resulting from the development and large-scale use of complex AI models. This paper explores the environmental impacts of AI, focusing in particular on the energy and water consumption of data centres, as well as the greenhouse gas emissions produced. The analysis focuses primarily on the US context, critically examining current regulations and legislative proposals adopted at the federal and state levels.

KEYWORDS: Artificial intelligence; environmental costs; US context; federal and national legislation; environmental sustainability

ABSTRACT: L'intelligenza artificiale (IA) rappresenta una tecnologia innovativa in grado di offrire grandi opportunità. Allo stesso tempo, essa solleva preoccupazioni per i diritti fondamentali, la salute e la sicurezza degli individui. Solo di recente, si è cominciato a fare luce su un altro aspetto critico che attiene ai costi ambientali derivanti dallo sviluppo e dall'uso su larga scala di modelli complessi di IA. Il presente contributo approfondisce gli impatti ambientali dell'IA, concentrandosi, in particolare, sul consumo energetico e idrico dei data center, oltre che sulle emissioni di gas serra prodotte. L'analisi si focalizza principalmente sul contesto statunitense, esaminando criticamente le normative vigenti e le proposte legislative adottate a livello federale e statale.

PAROLE CHIAVE: Intelligenza artificiale; costi ambientali; contesto statunitense; normativa federale e statale; sostenibilità ambientale

SOMMARIO: 1. Introduzione – 2. I costi nascosti dell'IA: gli impatti negativi sull'ambiente – 3. Conoscere i costi ambientali dell'IA per un processo decisionale informato – 4. La considerazione istituzionale dei costi ambientali dell'IA: a che punto siamo? – 5. L'*Artificial Intelligence Environmental Impacts Act*: luci e ombre della proposta di legge – 6. Oltre l'IA: il tracciamento delle *Greenhouse Gas (GHG) emissions* – 7. Alcune riflessioni conclusive.

* *Dottoranda in Studi Giuridici Comparati ed Europei, Università degli Studi di Trento. Mail: marianna.merler@unitn.it. Contributo sottoposto a referaggio anonimo.*

1. Introduzione

Di intelligenza artificiale (di seguito IA) si parla ormai da alcuni anni nei più diversi settori (finanza, medicina, educazione, lavoro, industria, sicurezza, ecc.). Spesso viene sottolineato come l'IA sia in grado di offrire importanti opportunità, ma ponga al contempo preoccupazioni per i diritti fondamentali, la salute e la sicurezza degli individui. Pur correndo il rischio di diventare uno «slogan» svuotato del suo autentico significato, questa affermazione riesce comunque a cogliere pienamente la natura dicotomica dell'IA o, meglio, del suo sviluppo e utilizzo. L'IA, infatti, non è buona o cattiva in sé, ma sono lo sviluppo e l'utilizzo che di questa l'essere umano fa che può andare a vantaggio del bene sociale o a suo detrimento¹.

Negli anni si è quindi cercato di bilanciare le opportunità offerte dall'IA e i rischi ad essa associati, guidandone lo sviluppo e l'impiego verso una precisa direzione: quella di una *responsible AI*². La locuzione generalmente si riferisce a uno sviluppo e a un utilizzo dell'IA che sia in linea con i principi di cui il dibattito etico, prima, e il dibattito giuridico, poi, si sono ampiamente occupati. Tra questi, si richiamano la trasparenza e la spiegabilità, la sorveglianza umana, la robustezza tecnica e la sicurezza, la protezione dei dati personali, la non discriminazione e l'equità³. Solo di recente, l'accademia, le organizzazioni e le istituzioni sovranazionali e internazionali hanno cominciato a riflettere sull'importanza di arricchire la locuzione di un ulteriore attributo, quello della sostenibilità dal punto di vista ambientale⁴. Si vuole quindi che gli sviluppi nel campo dell'IA, oltre ad essere antropocentrici (*human-centered*), e quindi guidati dalla necessità di mettere al centro l'essere umano, siano anche *environmentally responsible*. I sistemi di IA devono perciò tenere adeguatamente in considerazione l'ambiente durante

¹ L. FLORIDI, J. COWLS, T.C. KING, ET AL., *How to Design AI for Social Good: Seven Essential Factors*, in *Science and Engineering Ethics*, 26, 2020, 1771–1796; J. COWLS, A. TSAMADOS, M. TADDEO, L. FLORIDI, *A definition, benchmark and database of AI for social good initiatives*, in *Nature Machine Intelligence*, 3, 2021, 111–115; N. TOMAŠEV, J. CORNEBISE, F. HUTTER, S. MOHAMED, A. PICCIARIELLO, B. CONNELLY, D.C. BELGRAVE, D. EZER, F.C. VAN DER HAERT, F. MUGISHA, G. ABILA, *AI for social good: unlocking the opportunity for positive impact*, in *Nature Communication*, 11, 2020, 2468.

² ISO, *Building a responsible AI: How to manage the AI ethics debate*. Accessibile all'indirizzo: <https://www.iso.org/artificial-intelligence/responsible-ai-ethics> (ultima consultazione 31/12/2024). Per una revisione della letteratura sul tema cfr. S. GOELLNER, M. TROPMANN-FRICK, B. BRUMEN, *Responsible Artificial Intelligence: A Structured Literature Review*, 11 marzo 2024, in *ArXiv:2403.06910v1*.

³ Tra i molti contributi, cfr. OECD, *Scoping the OECD AI principles: Deliberations of the Expert Group on Artificial Intelligence at the OECD (AIGO)*, *OECD Digital Economy Papers*, 2019, No. 291, OECD Publishing, Paris. Accessibile all'indirizzo: <https://doi.org/10.1787/d62f618a-en> (ultima consultazione 31/12/2024). HLEG, *Orientamenti etici per un'IA affidabile*, 2019. In ambito europeo, il riferimento va al Reg. UE/1689/2024 (*AI Act*).

⁴ Negli Orientamenti etici per un'IA affidabile compare il riferimento al «benessere ambientale», con ciò intendendosi che i sistemi di IA dovrebbero andare a beneficio di tutti gli esseri umani, comprese le generazioni future. Occorre pertanto garantire che i sistemi di IA siano sostenibili e rispettosi dell'ambiente. Il concetto di «sostenibilità» è definito dagli standard ISO come «[the] state of the global system, including environmental, social, and economic aspects, in which the needs of the present are met without compromising the ability of future generations to meet their own needs». ISO/IEC TR 24368:2022, *Information technology — Artificial intelligence — Overview of ethical and societal concerns*, 2022, 3.16.

l'intero ciclo della loro vita: nel momento della produzione, durante il funzionamento fino al momento dello smaltimento⁵.

Anche in relazione all'ambiente, l'IA si pone in modo antitetico: da un lato, questa famiglia di tecnologie si presenta come un mezzo per raggiungere gli obiettivi di sostenibilità e di transizione verde⁶; dall'altro, l'IA nasconde dei costi tutt'altro che irrilevanti, capaci di minare alla base le opportunità che la stessa offre per raggiungere gli obiettivi ambientali. Per il vero, solo recentemente, nelle zone d'ombra lasciate dall' "AI hype"⁷, si è timidamente iniziato a fare luce sugli enormi impatti (diretti) negativi che lo sviluppo e l'utilizzo dei sistemi di IA determinano per l'ambiente⁸. Un primo importante documento è stato pubblicato dall'Organizzazione per la cooperazione e lo sviluppo economico (OECD) nel novembre 2022, nel quale si è sottolineata l'importanza di migliorare la comprensione degli impatti

⁵ In tema cfr. V. BOLÓN-CANEDO, L. MORÁN-FERNÁNDEZ, B. CANCELA, A. ALONSO-BETANZOS, *A review of green artificial intelligence: Towards a more sustainable future*, in *Neurocomputing*, 599, No. C, 2024.

⁶ A. DANNOUNI ET AL., *Accelerating Climate Action with AI*, 2023; H. MAHER, H. MEINECKE, D. GROMIER, M. GARCIA-NOVELLI, R. FORTMANN, *How AI Can Be a Powerful Tool in the Fight Against Climate Change*, 2022; S. LOHR, *Will A.I. Ruin the Planet or Save the Planet?* su *The New York Times*, 26 agosto 2024. Accessibile all'indirizzo: <https://www.nytimes.com/2024/08/26/climate/ai-planet-climate-change.html> (ultima consultazione 31/12/2024); D. ROLNICK ET AL., *Tackling climate change with machine learning*, in *ACM Computing Surveys*, 55(2), 2022, No. 42, 1-96; S. FERILLI, C. MUSTO ET AL. (a cura di), *L'Intelligenza Artificiale per lo Sviluppo Sostenibile*, 2021. Una visione dell'IA come una forza per raggiungere gli obiettivi di neutralità climatica è condivisa dalle Istituzioni dell'Unione Europea. Cfr. Comunicazione della Commissione europea, *Il Green Deal Europeo*, Bruxelles, 11.12.2019, COM (2019) 640 final; Conclusioni del Consiglio dell'UE, *Una digitalizzazione a vantaggio dell'ambiente*, 17 dicembre 2020; Rapporto Draghi, *The future of European competitiveness*, 17 settembre 2024. Cfr. anche B. MARCHETTI, *I costi ambientali nascosti dell'intelligenza artificiale*, 2024. Accessibile all'indirizzo: <https://www.diariodidirittopubblico.it/i-costi-ambientali-nascosti-dellintelligenza-artificiale/> (ultima consultazione 31/12/2024). Questa visione è confermata anche dalle Istituzioni internazionali. Cfr. Nazioni Unite, *Artificial intelligence saving the natural world*, 2021. Accessibile all'indirizzo: <https://www.un.org/en/desa/artificial-intelligence-saving-natural-world> (ultima consultazione 31/12/2024). Ancora, Nazioni Unite, *Artificial Intelligence: A game-changer for sustainable development*, 2024. Accessibile all'indirizzo: <https://www.ohchr.org/en/stories/2024/06/artificial-intelligence-game-changer-sustainable-development> (ultima consultazione 31/12/2024). Per una visione che guarda alle potenzialità e ai possibili rischi, cfr. P. DAUVERGNE, *AI in the wild: sustainability in the age of artificial intelligence*, Cambridge Massachusetts, 2020.

⁷ L'AI Hype Cycle è la rappresentazione grafica presentata da Gartner della maturità, delle metriche di adozione e dell'impatto aziendale delle tecnologie IA. Accessibile all'indirizzo: <https://www.gartner.com/en/research/methodologies/gartner-hype-cycle> (ultima consultazione 27/03/2025). Il *MIT Technology Review* ha introdotto l'AI Hype Index per guidare i lettori nella distinzione tra i veri progressi compiuti dall'IA e ciò che rimane una mera illusione o una «*exaggerated claim*». Cfr. *Introducing: the AI Hype Index*. Articolo pubblicato in *MIT Technology Review* il 23 ottobre 2024. Accessibile all'indirizzo: <https://www.technologyreview.com/2024/10/23/1105192/ai-hype-index-nov-dec-2024/> (ultima consultazione 27/03/2025).

⁸ Occorre distinguere tra impatti diretti e impatti indiretti dell'IA sull'ambiente. Gli impatti diretti si concentrano sul consumo in termini di energia, acqua o altre risorse e sulla quantità di gas serra che i sistemi di IA e le infrastrutture alla base producono e sono perciò negativi. Gli impatti ambientali dell'IA sono però più ampi di quelli appena descritti, potenzialmente determinando una trasformazione di molteplici settori, come il settore dei trasporti e della mobilità, dell'agricoltura e dell'edilizia. La trasformazione di questi settori, il loro efficientamento e la loro ottimizzazione ha inevitabili impatti indiretti sull'ambiente, che possono essere tanto positivi quanto negativi. Cfr. A. LUERS, J. KOOMEY, E. MASANET, O. GAFFNEY, F. CREUTZIG, J. LAVISTA FERRES, E. HORVITZ, *Will AI accelerate or delay the race to net-zero emissions?*, in *Nature*, 628, 2024, 718-720.

ambientali dell'IA per informare le politiche pubbliche future e contribuire a misurare e ridurre gli effetti negativi ad essi associati⁹.

2. I costi nascosti dell'IA: gli impatti negativi sull'ambiente

Per descrivere in poche righe le esternalità negative dell'IA sull'ambiente occorre partire da una prima, forse ovvia, considerazione: l'IA, e in genere ogni strumento che appartiene al settore IT, non è (solo) qualcosa di immateriale e di intangibile. L'IA per funzionare, oltre alla componente software, che rappresenta l'insieme dei programmi informatici che governano il funzionamento del calcolatore¹⁰, necessita di diversi dispositivi materiali (elettronici, meccanici, ottici) che elaborano l'informazione e che rappresentano la cd. componente hardware¹¹. Per la produzione dell'hardware sono richiesti materiali e metalli rari, che devono essere estratti, trasportati, assemblati e infine smaltiti, ed è richiesto lo sfruttamento di terre, di cui deve essere mutata la destinazione. Al ciclo di vita di un sistema di IA, pertanto, sono associate l'emissione di sostanze inquinanti e la produzione di grandi quantità di rifiuti elettronici (cd. *e-waste*), soprattutto a causa di percentuali di riciclo pressoché minime.

Per supportare le operazioni richieste dagli strumenti IT sono generalmente necessarie infrastrutture ad alte prestazioni, i cd. centri di dati (data center), grandi edifici che ospitano tutte le infrastrutture informatiche – come i server, le unità di archiviazione di dati e le apparecchiature di rete – necessarie per gestire i processi digitali. Semplificando, a seguito di una richiesta effettuata dall'utente per un certo servizio digitale, nei server ospitati all'interno di un data center si attiva un processo di migliaia di calcoli per l'elaborazione dei dati archiviati al fine di fornire una risposta all'utente¹². Per compiere queste attività e operare a pieno regime, i data center richiedono una grande quantità di energia¹³. La richiesta peraltro aumenta quando i servizi digitali sono integrati dall'IA, essendo questa una famiglia di tecnologie ad alta intensità di calcolo e quindi altamente energivora¹⁴. Una ricerca condotta dalla

⁹ OECD, *Measuring the environmental impacts of artificial intelligence compute and applications*, 2022.

¹⁰ G. SARTOR, *L'informatica giuridica e le tecnologie dell'informazione. Corsi di informatica giuridica*, Torino, 2022, 44.

¹¹ *Ibidem*.

¹² Per un'interessante descrizione del funzionamento di un data center si veda A. OLIVO, W. NEFF, *Our digital lives need massive data centers. What goes on inside them?*. Articolo pubblicato su *The Washington Post* il 17 settembre 2024. Accessibile all'indirizzo: <https://www.washingtonpost.com/dc-md-va/interactive/2024/data-centers-tour-northern-virginia/> (ultima consultazione 31/12/2024).

¹³ I centri dati e le reti di trasmissione dati sono responsabili dell'1% delle emissioni di gas serra legate all'energia secondo l'IEA. Fonte: <https://www.iea.org/energy-system/buildings/data-centres-and-data-transmission-networks> (ultima consultazione 31/12/2024).

¹⁴ Per un confronto tra il consumo di energia nella fase di addestramento del modello e la fase di utilizzo del modello si veda A. DE VRIES, *The growing energy footprint of artificial intelligence*, in *Joule*, 7, 10, 2023, 2191-2194 dove di legge che «Other LLMs, including GPT-3, Gopher and Open Pre-trained Transformer (OPT), reportedly used 1,287, 1,066, and 324 MWh, respectively, for training. Each of these LLMs, was trained on terabytes of data and has 175 billion or more parameters. Research firm Semi Analysis suggested that OpenAI required 3,617 of NVIDIA's HGXA100 servers, with a total of 28,936 graphics processing units (GPUs), to support ChatGPT, implying an energy demand of 564 MWh per day».

Goldman Sachs ha dimostrato che una *query* rivolta a ChatGPT richiede quasi dieci volte l'energia richiesta da una normale ricerca Google¹⁵. Generare energia, soprattutto se ottenuta dai combustibili fossili, produce emissioni di gas serra (cd. *greenhouse gas emissions* o *GHG emissions*), come anidride carbonica (CO₂) e gas equivalenti¹⁶, con conseguenti impatti ambientali significativi¹⁷.

Non solo. Il compimento delle operazioni di calcolo produce calore. Per evitare un surriscaldamento eccessivo dei server e per mantenere bassa la temperatura all'interno degli edifici, quindi, sono necessari imponenti impianti di raffreddamento che sfruttano grandi quantità d'acqua¹⁸. Quanto al consumo idrico, la fotografia che ne fornisce l'analisi condotta dal giornale statunitense *The Washington Post* in collaborazione con alcuni ricercatori dell'Università della California Riverside è alquanto preoccupante¹⁹. Peraltro, in tutte le zone in cui l'elettricità è poco costosa o le riserve di acqua sono scarse, l'energia elettrica è utilizzata anche per il raffreddamento dei data center²⁰.

La consapevolezza circa i costi ambientali dell'IA dovrebbe interessare prima di tutto i leader nella corsa all'IA, gli Stati Uniti, dove sono localizzate alcune delle più grandi compagnie tecnologiche, le cd. *Big Tech* (Alphabet, Amazon, Apple, Meta, Microsoft, Nvidia, Tesla), e numerosi data center²¹. Si pensi che solo nello Stato del Virginia è presente uno dei più grandi *cluster* di data center al mondo che si aggira attorno alle cinquecento unità²².

¹⁵ GOLDMAN SACHS, *AI is poised to drive 160% increase in data center power demand*, 2024. Accessibile all'indirizzo: <https://www.goldmansachs.com/insights/articles/AI-poised-to-drive-160-increase-in-power-demand> (ultima consultazione 31/12/2024). Anche laddove il consumo di energia per la singola inferenza sia relativamente contenuto, l'inferenza può occorrere con estrema frequenza, così determinando un altissimo consumo energetico. Tra le molte, si richiama la ricerca condotta sul *social network* Facebook, secondo cui i relativi data center effettuano trilioni di inferenze ogni giorno. L'elevato numero di inferenze deriva dalle raccomandazioni e classificazioni che vengono fornite ogni volta che i quasi tre miliardi di utenti di Facebook in tutto il mondo accedono alla piattaforma e visualizzano i contenuti nel loro *feed* di notizie. C.-J. WU, *Sustainable AI: Environmental Implications, Challenges and Opportunities*, 2022, arXiv:2111.00364.

¹⁶ Come il protossido di azoto (N₂O) o il metano (CH₄). Il Protocollo di Kyoto regola le emissioni dei gas serra ritenuti più dannosi, in particolare CO₂, N₂O, CH₄, esafluoruro di zolfo (SF₆), idrofluorocarburi (HFCs) e perfluorocarburi.

¹⁷ Il consumo di energia elettrica è tra le prime fonti di produzione di emissioni di gas serra. Cfr. World Resources Institute, *Climate Watch*, Washington DC, 2024. Accessibile all'indirizzo: <https://www.climatewatchdata.org> (ultima consultazione 31/12/2024). A. OLIVO, *Internet data centers are fueling drive to old power source: Coal*. Articolo pubblicato su *The Washington Post* il 17 aprile 2024. Accessibile all'indirizzo: <https://www.washingtonpost.com/business/interactive/2024/data-centers-internet-power-source-coal/> (ultima consultazione 31/12/2024).

¹⁸ OECD, *How much water does AI consume? The public deserves to know*, 2023.

¹⁹ P. VERMA, S. TAN, *A bottle of water per email: the hidden environmental costs of using AI chatbots*. Articolo pubblicato in *The Washington Post*, 18 settembre 2024. Accessibile all'indirizzo: <https://www.washingtonpost.com/technology/2024/09/18/energy-ai-use-electricity-water-data-centers/> (ultima consultazione 31/12/2024). L'acqua utilizzata da ChatGPT (GPT-4) per generare una e-mail di 100 parole una volta alla settimana per un anno da parte di 1 americano su 10 (circa 16 milioni di persone) richiede ben 435.235.476 litri di acqua, pari alla quantità consumata da tutte le famiglie di Rhode Island in un giorno e mezzo.

²⁰ L. PENGFEI, Y. JIANYI, A.I. MOHAMMAD, R. SHAOLEI, *Making AI Less «Thirsty»: Uncovering and Addressing the Secret Water Footprint of AI Models*, 2023, arXiv:2304.03271.

²¹ Secondo la IEA all'inizio del 2024 erano registrati 11.000 data center a livello globale. Cfr. IEA, *World Energy Outlook 2024*, 186.

²² Fonte: <https://www.datacentermap.com/datacenters/> (ultima consultazione 31/12/2024).

Il tema del consumo energetico dei data center è di estrema centralità quando si analizzano i costi ambientali dell'IA. Secondo l'International Energy Authority (IEA) l'aumento del consumo di energia cui si è assistito negli ultimi anni è dovuto proprio al sostentamento dei servizi forniti dai data center²³. In tema di consumi energetici, anche la Dominion Energy Inc. nel 2023 aveva previsto di spendere nove miliardi di dollari in capacità generativa e di trasmissione energetica²⁴, affermando che gli aumenti nel consumo di elettricità sono guidati principalmente dai clienti proprietari di data center. Peraltro, la IEA ha sottolineato come la richiesta di energia per il funzionamento e mantenimento dei data center aumenterà drasticamente già nei prossimi due anni. Entro il 2026, secondo le stime dell'IEA, il consumo di elettricità da parte dei data center, delle criptovalute e dell'IA potrebbe raggiungere il 4% dell'utilizzo annuale di energia a livello globale, pari all'incirca alla quantità di elettricità utilizzata dall'intero Giappone²⁵. Per fare fronte al crescente e inarrestabile fabbisogno energetico saranno quindi necessari processi di produzione energetica ad alta intensità, soprattutto per arginare il rischio, tutt'altro che remoto, di lasciare la collettività a corto di energia a causa di data center «affamati di elettricità»²⁶. Non deve quindi sorprendere se le *BigTech* stanno ora cominciando a puntare sull'energia nucleare per fare fronte alle loro imponenti necessità energetiche²⁷.

Per concludere, l'aumento della domanda energetica impone inevitabilmente un maggiore sfruttamento delle fonti di energia con un conseguente aumento delle emissioni di gas serra prodotte²⁸. La maggiore produzione di emissioni di gas serra si pone però in netto contrasto con gli obiettivi stabiliti a livello globale, i quali mirano a una loro riduzione graduale e irreversibile. Ad oggi, peraltro, gli Stati Uniti rappresentano il Paese meno virtuoso, con la maggiore produzione di emissioni di CO₂ a livello globale, pur se in evidente diminuzione rispetto alla fine del secolo scorso²⁹.

²³ IEA, *World Energy Outlook 2024*, 186. L'IEA comunque sottolinea come l'ottimizzazione algoritmica possa ridurre il carico computazionale futuro. Tuttavia, sembra improbabile che i miglioramenti nell'efficienza energetica possano compensare completamente la crescente domanda di servizi dovuta in parte all'IA.

²⁴ Dominion Energy Inc., *Powering Your Every Day*, Annual Report, 2023. Accessibile all'indirizzo: https://s2.q4cdn.com/510812146/files/doc_downloads/2024/2024/03/20/20/Dominion-Energy-2023-Annual-Report-and-Annual-Report-on-Form-10-K.pdf (ultima consultazione 31/12/2024).

²⁵ IEA, *Electricity 2024*. Accessibile all'indirizzo: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/18f3ed24-4b26-4c83-a3d2-8a1be51c8cc8/Electricity2024-Analysisandforecastto2026.pdf> (ultima consultazione 31/12/2024).

²⁶ E. HALPER, *Amid explosive demand, America is running out of power*. Articolo pubblicato su *The Washington Post* il 7 marzo 2024. Accessibile all'indirizzo: <https://www.washingtonpost.com/business/2024/03/07/ai-data-centers-power/> (ultima consultazione 31/12/2024).

²⁷ C. CROWNHART, *Why Microsoft made a deal to help restart Three Mile Island. A once-shuttered nuclear plant could soon return to the grid*. Pubblicato in *MIT Technology Review* il 26 settembre 2024; R. BOCCA, *Google joins Big Tech's move into nuclear power, and other top energy stories*, World Economic Forum, 22 ottobre 2024; F. HOLMES, *Why Tech Giants Are Betting Big On Nuclear Power*, Forbes, 21 ottobre 2024.

²⁸ Rystad Energy, *Data centers and EV expansion create around 300 TWh increase in US electricity demand by 2030*, 2024. Accessibile all'indirizzo: <https://www.rystadenergy.com/news/data-and-ev-create-300-twh-increase-us> (ultima consultazione 31/12/2024).

²⁹ I livelli di emissioni di GHG prodotte dal consumo di elettricità sono comunque scese rispetto al 2022 del 5%. Ciò è dovuto principalmente alla coal-to-gas transition e ad un aumento nell'utilizzo delle risorse rinnovabili. Cfr. Electricity Maps-Blog, *Electricity Mapped 2023 – US*, 2024. Accessibile all'indirizzo: <https://www.electricity-maps.com/blog/us-electricity-year-in-review-2023> (ultima consultazione 31/12/2024).



3. Conoscere i costi ambientali dell'IA per un processo decisionale informato

Da qualche anno a questa parte anche negli Stati Uniti i costi ambientali dei data center hanno cominciato a diventare oggetto di maggiore considerazione³⁰. Tuttavia, si dispone ancora di una comprensione assai limitata della profondità e della portata degli impatti ambientali dell'IA e si sta ancora operando in un contesto di totale incertezza che solleva molte preoccupazioni circa la compatibilità tra il ritmo attuale dell'innovazione tecnologica, soprattutto alla luce dei nuovi sviluppi nel campo dell'IA generativa, e il raggiungimento degli obiettivi climatico-ambientali.

Della scarsa considerazione dei costi ambientali dell'IA rappresenta una dimostrazione il *Fifth National Climate Assessment*³¹, il principale rapporto del Governo statunitense sugli impatti, i rischi e le risposte ai cambiamenti climatici negli Stati Uniti³². Il documento, in più di milleottocento pagine, dedica alle criticità derivanti dalla continua proliferazione di data center nel territorio statunitense solo un breve paragrafo³³. In particolare, si evidenzia come i data center supportino gran parte dell'economia statunitense e come il numero e le dimensioni degli stessi sia aumentato rapidamente negli ultimi anni a seguito dello spostamento dell'economia nazionale verso la comunicazione e le attività digitali. Ancora, il rapporto sottolinea la difficoltà di misurare con precisione l'utilizzo di acqua ed energia dei singoli data center, pur riconoscendo come l'impronta idrica ed energetica di questi sia estremamente elevata. Infine, sottolinea come la localizzazione dei data center rappresenti un tema cruciale, influenzato da incentivi governativi locali e statali, dalla disponibilità di terreni, con potenziali conflitti con altri settori economici (come l'agricoltura), e dalla disponibilità di energia e acqua, evidenziando come il loro impatto possa variare notevolmente tra le diverse zone geografiche.

Nonostante le poche righe dedicate a un tema tanto complesso e meritevole (forse) di maggiore attenzione, si può ritenere che gli sviluppi nel campo dell'IA rafforzino le preoccupazioni evidenziate nel rapporto. La crescente domanda di acqua, di energia e di terre rare per sostenere l'IA, infatti, aumenta la pressione dell'uomo sull'ambiente, potenzialmente accelerando gli effetti negativi dei cambiamenti climatici e dovendo perciò essere considerata nella predisposizione, nell'adozione e nell'attuazione delle politiche pubbliche. Entrando maggiormente nei dettagli del rapporto, le principali preoccupazioni evidenziate sono: i) l'aumento delle emissioni di gas serra e le conseguenze negative di tale aumento sul clima³⁴; ii) gli impatti negativi dei cambiamenti climatici sulla salute delle persone; iii) l'impatto dei cambiamenti climatici sulle disuguaglianze sociali.

³⁰ E. MASANET, A. SHEHABI, N. LEI, S. SMITH, J. KOOMEY, *Recalibrating global data center energy-use estimates*, in *Science*, 367 (6481), 2020, 984–986; M.A.B. SIDDIK, A. SHEHABI, L. MARSTON, *The environmental footprint of data centers in the United States*, in *Environmental Research Letters*, 16, 6, 2021, 064017. DOI 10.1088/1748-9326/abfba1; B. WHITEHEAD, D. ANDREWS, A. SHAH, G. MAIDMENT, *Assessing the environmental impact of data centres part 1: Background, energy use and metrics*, in *Building and Environment*, 82, 2014, 151–159.

³¹ A.R. CRIMMINS, C.W. AVERY, D.R. EASTERLING, K.E. KUNKEL, B.C. STEWART, T.K. MAYCOCK (a cura di), *Fifth National Climate Assessment*, 2023, U.S. Global Change Research Program (USGCRP), Washington, DC, USA. <https://doi.org/10.7930/NCA5.2023> (ultima consultazione 31/12/2024).

³² Il rapporto è prodotto dallo U.S. Global Change Research Program (USGCRP), un programma federale di quindici agenzie istituito nel 1990 con il *Global Change Research Act* (GCRA).

³³ *Fifth National Climate Assessment*, cit., Box 18.1.

³⁴ Il rapporto sottolinea che le emissioni di gas effetto serra annuali si sono ridotte del 12% dal 2005 al 2019 grazie a un minore utilizzo di carbone nella produzione dell'energia elettrica e un maggiore utilizzo di gas naturale



Quanto alla prima preoccupazione, l'innalzamento delle temperature medie a livello globale³⁵, lo scioglimento dei ghiacciai, l'innalzamento del livello del mare e il verificarsi di eventi meteorologici estremi è destinato ad aumentare, con impatti estremamente dannosi per le persone, se non si riduce il numero delle emissioni prodotte, raggiungendo il livello «*net-zero emissions*». Tuttavia, ad oggi, gli sviluppi nel campo dell'IA contribuiscono all'aumento delle emissioni, piuttosto che a una loro riduzione. Nell'ultimo rapporto pubblicato, Google ha dichiarato che le sue emissioni di gas serra lo scorso anno sono aumentate del 13% rispetto all'anno precedente e del 48% rispetto al 2019 e che tale aumento è dovuto principalmente all'aumento del consumo energetico dei data center³⁶. Come afferma la stessa società, con l'ulteriore integrazione dell'IA nei suoi prodotti, la riduzione delle emissioni potrebbe risultare ancora più difficile³⁷. Analogamente, Microsoft ha dichiarato che le emissioni che ha prodotto nel 2024 sono aumentate del 29% dal 2020 a seguito della costruzione di un maggior numero di data center progettati e ottimizzati per supportare i carichi di lavoro dell'IA³⁸. Sembrano quindi poco credibili, ad oggi, gli obiettivi di Google e di Microsoft, rispettivamente, di raggiungere l'obiettivo *net-zero* entro il 2030³⁹ e di diventare addirittura *carbon negative* entro il 2030⁴⁰. Peraltro, poiché al momento gli sviluppi nel campo dell'IA non si muovono nella direzione di ridurre le emissioni, bensì in quella opposta, i rischi per la salute delle persone sembrano destinati ad aumentare. Come sottolineato dal *Fifth National Climate Assessment*, infatti, l'aumento delle emissioni di gas serra e il conseguente aumento della temperatura media terrestre causano una distribuzione più ampia di malattie infettive, un peggioramento della qualità dell'aria a causa di smog, incendi, aumento di polveri sottili e pollini con conseguente minacce anche per la sicurezza alimentare e idrica⁴¹.

Quanto all'ultima preoccupazione evidenziata, i cambiamenti climatici hanno generalmente un impatto differenziato sulla popolazione, con effetti negativi che ricadono maggiormente su determinate comunità (come quelle di colore o di ceto inferiore), determinando l'ulteriore esacerbarsi della disparità tra individui e gruppi nella popolazione statunitense. Le ragioni sono diverse. Anzitutto, gli eventi climatici estremi causano ingenti perdite economiche, dovute a danni alle infrastrutture, interruzioni del lavoro e dei servizi pubblici e perdite di valore delle proprietà. Inoltre, le comunità più povere generalmente non hanno accesso a infrastrutture adeguate e ad altre risorse che le proteggano dagli eventi atmosferici estremi. Peraltro, se è vero che il cambiamento climatico può danneggiare in linea

ed energia rinnovabile. In generale, gli sforzi per adattarsi ai cambiamenti climatici e ridurre le emissioni nette di gas serra sono in corso in ogni regione degli Stati Uniti. Cfr. *Fifth National Climate Assessment*, cit., Overview, 1-8.

³⁵ Con l'accordo di Parigi si era fissato il limite all'aumento della temperatura media globale a +1.5 °C, livello oltre il quale gli scienziati avevano previsto irreparabili conseguenze. Basandosi sui dati forniti a livello nazionale nel 2021, l'UNEP ha stimato che siamo sulla strada del raggiungimento del +2.8 °C. Cfr. UNEP, *Emissions Gap Report 2022*, 2022. Oggi ci troviamo già a +1.1 °C.

³⁶ Google, *Environmental Report 2024*, 2024.

³⁷ *Ibidem*, 32.

³⁸ Microsoft, *2024 Environmental Sustainability Report*, 2024.

³⁹ Google, *Energia a zero emissioni di CO2 24/7, entro il 2030*. Accessibile all'indirizzo: <https://www.google.com/intl/it/about/datacenters/cleanenergy/> (ultima consultazione 31/12/2024).

⁴⁰ Microsoft, *Microsoft will be carbon negative by 2030*. Accessibile all'indirizzo: <https://blogs.microsoft.com/blog/2020/01/16/microsoft-will-be-carbon-negative-by-2030/> (ultima consultazione 31/12/2024).

⁴¹ *Fifth National Climate Assessment*, cit., Overview, 1-28.



di principio la salute di tutta la popolazione, per alcuni soggetti o comunità gli impatti sulla salute possono essere ancora maggiori viste le condizioni di disparità nell'accesso alla sanità negli Stati Uniti. Gli effetti differenziati dei cambiamenti climatici sulla popolazione statunitense rischiano di essere ulteriormente esacerbati dagli sviluppi nel campo dell'IA⁴². Infatti, anche gli impatti dell'IA non sono necessariamente equamente distribuiti sul territorio nazionale, con potenziali differenze, anche significative, a livello locale e regionale. Si pensi al fatto che in alcune zone la concentrazione di data center sia nettamente superiore rispetto ad altre zone o che un data center costruito in una zona più calda necessita di molta più elettricità o acqua per mantenere i server al suo interno a una bassa temperatura rispetto ai data center costruiti in zone più fredde. Peraltro, se i data center si trovano in aree soggette a siccità, rischiano di impoverire ulteriormente quella determinata zona di una preziosa risorsa naturale. È il caso dello Stato dell'Arizona, dove il fabbisogno idrico per il raffreddamento dei data center mette ulteriormente a dura prova le già gravate risorse idriche delle città desertiche⁴³. Questo fatto non è però limitato agli Stati Uniti. A livello globale, infatti, diversi data center sono costruiti in Paesi che già soffrono di scarsità d'acqua, aggravando ulteriormente la situazione di queste comunità⁴⁴. Per concludere, il *Fifth National Climate Assessment*, che dovrebbe fornire le basi scientifiche per supportare il processo decisionale in tutte le politiche pubbliche che hanno effetti sul clima e sull'ambiente, non ha apportato alcuna conoscenza ulteriore in merito ai costi ambientali dell'IA. Alcune analisi interessanti sono state condotte da testate giornalistiche⁴⁵ o da organizzazioni preposte alla tutela ambientale⁴⁶, che per prime hanno fatto luce sugli impatti ambientali negativi dell'IA. Queste analisi,

⁴² S. REN, A. WIERMAN, *The Uneven Distribution of AI's Environmental Impacts*, 2024. Accessibile all'indirizzo: <https://hbr.org/2024/07/the-uneven-distribution-of-ais-environmental-impacts> (ultima consultazione 31/12/2024).

⁴³ Nello Stato dell'Arizona sono localizzati quasi un centinaio di data center. Fonte: <https://www.datacenter-map.com/datacenters/> (ultima consultazione 31/12/2024).

⁴⁴ In Nigeria, per esempio, e in particolare nel Lagos, dove la scarsità d'acqua è un problema di assoluta centralità sono presenti diversi data center con inevitabili ripercussioni sulla popolazione locale. A. TAHA, A. OLUFEMI, *Data centres "straining water resources" as AI swells*, SciDev.Net investigates, 15 novembre 2023. Accessibile all'indirizzo: <https://www.scidev.net/global/scidev-net-investigates/data-centres-straining-water-resources-as-ai-swells/> (ultima consultazione 31/12/2024). Sul punto, si richiama l'interessante decisione del Tribunale ambientale del Cile che si è espresso sul permesso ottenuto dalla BigTech statunitense Google per la realizzazione di un imponente data center nel comune di Cerrillos (Santiago). Il progetto, tra il resto, prevede la realizzazione di un potente sistema di raffreddamento, la cui costruzione si rende necessaria a causa dell'elevato numero di server in funzione all'interno del data center. Il Tribunale ha però evidenziato i potenziali effetti negativi del progetto sui residenti del comune di Cerrillos, in particolare per quanto riguarda i potenziali impatti sulla disponibilità di risorse idriche e sulla qualità dell'aria della zona. Nella decisione il Tribunale ambientale, pertanto, ha richiesto a Google di rivedere il progetto tenendo in adeguata considerazione l'impatto che il data center potrebbe avere sui cambiamenti climatici. República de Chile, Segundo Tribunal Ambiental, *Ilustre Municipalidad de Cerrillos/Comisión de Evaluación de la Región Metropolitana*, 26 febbraio 2024. Accessibile all'indirizzo: https://climatecasechart.com/wp-content/uploads/non-us-case-documents/2024/20240226_83575_decision.pdf (ultima consultazione 05/04/2025).

⁴⁵ Tra questi si ricordano *The Washington Post* e *The Guardian*. Cfr. anche H. SMITH, *Boiling Point: Tech companies clam up about AI's climate costs*. Articolo pubblicato sul *The Los Angeles Times* il 24 agosto 2024. Accessibile all'indirizzo: <https://www.latimes.com/environment/newsletter/2024-08-27/boiling-point-tech-companies-clam-up-about-ais-energy-costs-boiling-point> (ultima consultazione 31/12/2024).

⁴⁶ Nel marzo 2024, ad esempio, è stato pubblicato uno studio congiunto in cui sono stati evidenziati e analizzati i rischi che l'IA pone per l'ambiente, tra cui vengono richiamati appunto l'enorme utilizzo di energia e di acqua.



per quanto necessarie, si rivelano comunque insufficienti per supportare il processo decisionale tanto a livello governativo quanto a livello legislativo. Solo di recente, peraltro, in ambito accademico si stanno cominciando a studiare nuovi metodi per ridurre gli impatti ambientali dell'IA⁴⁷.

4. La considerazione istituzionale dei costi ambientali dell'IA: a che punto siamo?

Mancando una piena consapevolezza circa i costi ambientali dell'IA, non sorprende che le iniziative istituzionali in materia siano alquanto deludenti, se non addirittura inesistenti.

Come noto, gli Stati Uniti si pongono rispetto all'IA in una direzione opposta rispetto all'Unione Europea. Se quest'ultima ha puntato su una regolazione forte⁴⁸, gli Stati Uniti hanno seguito la strada della regolazione «flessibile»⁴⁹. Le grandi compagnie tecnologiche, infatti, da un lato pretendono di non essere vincolate da una legislazione troppo restrittiva, dall'altro, chiedono quantomeno un minimo di regolazione⁵⁰. Nonostante le differenze politiche tra democratici e repubblicani, l'approccio seguito dagli Stati Uniti è in entrambi i casi quello di limitare il carico regolatorio, sulla base della considerazione che solo in questo modo sarebbe possibile promuovere l'innovazione e affermare la supremazia tecnologica ed economica del Paese. La regolazione del settore digitale deve quindi essere leggera, nel senso di non invasiva, e minima, nel senso di non porre oneri ulteriori rispetto a quelli indispensabili in capo agli operatori economici. La strategia statunitense è quindi espressione di una prospettiva liberale dove la regolazione non deve andare oltre quanto strettamente necessario.

Artificial Intelligence Threats to climate change, 2024. Accessibile all'indirizzo: https://foe.org/wp-content/uploads/2024/03/AI_Climate_Disinfo_v6_031224.pdf (ultima consultazione 31/12/2024).

⁴⁷ Un nuovo filone di ricerca è rappresentato dal GreenOps (Green Operations) che mira, da un lato, a sensibilizzare il settore IT verso gli obiettivi di sostenibilità ambientale e, dall'altro, a studiare e mettere in pratica soluzioni per ridurre l'impatto del settore IT sull'ambiente, sia in termini di riduzione dell'impronta di carbonio che di consumo idrico. Tra i primi studi sul tema della sostenibilità ambientale dell'IA cfr. P. LI, J. YANG, A. WIERMAN, S. REN, *Towards Environmentally Equitable AI via Geographical Load Balancing*, in *Proceedings of the 15th ACM International Conference on Future and Sustainable Energy Systems*, Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 2024, 291-307. A. VAN WYNSBERGHE, *Sustainable AI: AI for sustainability and the sustainability of AI*, in *AI Ethics*, 1, 2021, 213-218.

⁴⁸ Il riferimento corre al Reg. UE/1689/2024 (AI Act). Per un primo commento cfr. C. CASONATO, B. MARCHETTI, *Prime osservazioni sulla proposta di regolamento dell'Unione europea in materia di intelligenza artificiale*, in *Biolaw Journal*, 3, 2021, 415-437; B. MARCHETTI, *La regolazione europea del mercato dell'intelligenza artificiale* in *Rivista della Regolazione dei Mercati*, 1, 2024, 3-9.

⁴⁹ S. SOLTON, *Avoid heavy AI regulation, White House tells EU*. Articolo pubblicato su *Euractiv* il 7 gennaio 2020. Per una discussione sul diverso approccio seguito dall'Unione Europea e dagli Stati Uniti cfr. B. MARCHETTI, L. PARONA, *La regolazione dell'intelligenza artificiale: Stati Uniti e Unione europea alla ricerca di un possibile equilibrio* in *DPCE Online*, 1, 2022, 237-252; E. CHITI, B. MARCHETTI, *Divergenti? Le strategie di Unione europea e Stati Uniti in materia di intelligenza artificiale*, in *Rivista della Regolazione dei Mercati*, 1, 2020, 29-50; C. CATH, S. WACHTER, B. MITTELSTADT, M. TADDEO, L. FLORIDI, *Artificial Intelligence and the "Good Society": the US, EU, and UK approach in Science and Engineering Ethics*, 24, 2018, 505-528.

⁵⁰ Preoccupazioni con riguardo all'IA totalmente incontrollata erano state sollevate da alcune Big Tech. Cfr. M.U. SCHERER, *Regulating Artificial Intelligence Systems: Risks, Challenges, Competencies, and Strategies* in *Harvard Journal of Law & Technology*, 29, 2, 2016, 353.

A livello federale, nell'ottobre 2023 il Presidente Biden ha adottato l'Executive Order *Safe, Secure, and Trustworthy Development and Use of Artificial Intelligence*⁵¹ (di seguito «Executive Order») con l'obiettivo di promuovere lo sviluppo e l'uso sicuro, protetto e affidabile delle tecnologie di IA. Pur essendo l'Executive Order revocato dalla nuova amministrazione Trump (*infra*), lo stesso merita una breve considerazione. Infatti, l'Executive Order, pur ampio sotto altri aspetti, non affronta il tema degli impatti ambientali dei sistemi di IA. Esso segue piuttosto la direzione opposta, stimolando lo sviluppo di applicazioni di IA come mezzo per raggiungere gli obiettivi ambientali e sociali e rafforzare la resilienza del Paese rispetto agli impatti dei cambiamenti climatici⁵². In particolare, il Presidente ha richiesto al Segretario del Dipartimento dell'Energia, dopo aver consultato i direttori di diverse Agenzie sul punto, di pubblicare un rapporto che descriva il potenziale dell'IA per migliorare la pianificazione, le autorizzazioni, gli investimenti e le operazioni per l'infrastruttura della rete elettrica e per consentire la fornitura di energia elettrica pulita, conveniente, affidabile, resiliente e sicura a tutti gli americani. Ancora, ha richiesto la pubblicazione di un secondo rapporto che si occupi del potenziale dell'IA, in particolare alla luce dei suoi recenti sviluppi, per affrontare le principali sfide sociali e globali. Infine, ha richiesto al Dipartimento dell'Energia di collaborare con organizzazioni del settore privato ed esponenti del mondo accademico per sostenere lo sviluppo di soluzioni basate sull'IA per mitigare i rischi legati al cambiamento climatico. Nell'aprile 2024, il Dipartimento dell'Energia ha pubblicato due rapporti sulle opportunità dell'IA nel campo energetico⁵³ e ha intrapreso diverse azioni⁵⁴ in esecuzione di quanto previsto dall'Executive Order⁵⁵.

L'assenza di qualsivoglia riferimento ai costi ambientali dell'IA è certamente sconcertante, soprattutto se si considerano gli obiettivi che l'amministrazione Biden si era già prefissata nel corso del 2021 in materia ambientale⁵⁶. Infatti, pur non facendo questi specifico riferimento all'IA, l'invocato obiettivo di decarbonizzazione dell'economia statunitense avrebbe quantomeno richiesto di lavorare anche sul fronte della sostenibilità dei data center e dell'IA in generale. Il recente improvviso aumento della domanda di energia, dovuta anche al sostentamento dei data center, ha infatti portato gli Stati Uniti a rimanere dipendenti dai combustibili fossili (carbone e gas naturale)⁵⁷, quale fonte di energia molto

⁵¹ Presidente Joe Biden, *Executive Order on the Safe, Secure, and Trustworthy Development and Use of Artificial Intelligence*, ottobre 2023. Accessibile all'indirizzo: <https://www.federalregister.gov/documents/2023/11/01/2023-24283/safe-secure-and-trustworthy-development-and-use-of-artificial-intelligence> (ultima consultazione 31/12/2024).

⁵² *Ibidem*, Sezione 5.2, lett. (g).

⁵³ Department of Energy, *Opportunities for a Modern Grid and Clean Energy Economy*, aprile 2024; *Advanced Research Directions in AI For Energy*, aprile 2024.

⁵⁴ Department of Energy, *DOE Announces New Actions to Enhance America's Global Leadership in Artificial Intelligence*. Accessibile all'indirizzo: <https://www.energy.gov/articles/doe-announces-new-actions-enhance-america-global-leadership-artificial-intelligence> (ultima consultazione 31/12/2024).

⁵⁵ T. DAS, *Accelerating AI Sustainability and Innovation at the Department of Energy*, settembre 2024. Accessibile all'indirizzo: <https://bipartisanpolicy.org/report/accelerating-ai-sustainability-and-innovation-at-doe/> (ultima consultazione 31/12/2024).

⁵⁶ Presidente Joe Biden, *President Biden's Historic Climate Agenda*, 2021. Accessibile all'indirizzo: <https://biden-whitehouse.archives.gov/climate/> (ultima consultazione 31/12/2024).

⁵⁷ La produzione di energia elettrica da carbone e gas naturale ha rappresentato il 60% della quantità totale di energia prodotta nel 2023. Cfr. Electricity Maps-Blog, *Electricity Mapped 2023 – US*, gennaio 2024. Accessibile





più sfruttata rispetto alle fonti rinnovabile (eolica o solare), essendo queste ultime variabili nel tempo e nello spazio. Affrontare i picchi di domanda energetica per il sostentamento del settore IT rimane perciò una sfida cruciale per la decarbonizzazione della rete e per rispettare i prefissati obiettivi di decarbonizzazione del Paese⁵⁸.

Un primo timido accenno al tema della sostenibilità ambientale dell'IA lo si trova nel Memorandum *Advancing Governance, Innovation, and Risk Management for Agency Use of Artificial Intelligence* (di seguito «Memorandum») adottato dall'Office of Management and Budget nel marzo 2024⁵⁹. Il Memorandum presidenziale, come noto, è un documento ufficiale emesso dal Presidente degli Stati Uniti che ha come obiettivo quello di dirigere e coordinare le azioni e le politiche dei vari dipartimenti e agenzie che fanno capo al potere esecutivo. Nel Memorandum richiamato si afferma che nel *procurement* di sistemi di IA a livello federale debba essere effettuata preventivamente una valutazione sull'efficienza ambientale e sulla sostenibilità del sistema stesso⁶⁰. Quando provvedono all'acquisto di soluzioni di IA ad alta intensità di calcolo, perciò, le agenzie federali sono tenute a considerare l'impatto ambientale di tali soluzioni. In particolare, alle stesse è richiesto di valutare se il fornitore abbia implementato metodi per migliorare l'efficienza e la sostenibilità del sistema di IA, con riferimento alle emissioni di CO₂ prodotte e al consumo di altre risorse naturali.

Sempre a livello federale, nel successivo Memorandum *Advancing the Responsible Acquisition of Artificial Intelligence in Government* dell'Office of Management and Budget adottato nel settembre 2024⁶¹ (di seguito «Memorandum») il tema dei costi ambientali dell'IA viene ulteriormente richiamato e in parte approfondito. In particolare, nella scelta tra la costruzione *in-house* del software e l'esternalizzazione, il Memorandum impone alle agenzie di effettuare una valutazione complessiva che tenga in considerazione anche i costi ambientali della scelta. Si legge, ad esempio, che la decisione di implementare *in-house* il software, per quanto possa certamente migliorare il livello di sicurezza del sistema, sposta l'intero consumo energetico necessario a sostenere la potenza computazionale richiesta

all'indirizzo: <https://www.electricitymaps.com/blog/us-electricity-year-in-review-2023> (ultima consultazione 31/12/2024).

⁵⁸ La velocità di investimenti in energia rinnovabile potrebbe portare gli Stati Uniti a generare più elettricità da fonti solari ed eoliche rispetto a quella prodotta dal carbone nei prossimi anni. Cfr. Electricity Maps-Blog, *Electricity Mapped 2023 – US*. Con l'*Inflation Reduction Act* è probabile che gli investimenti in energia rinnovabile aumentino nei prossimi anni grazie ai nuovi finanziamenti e programmi, di fatto riducendo i costi dell'energia. Occorre tuttavia considerare i recenti interventi del Presidente Trump sulla normativa richiamata.

⁵⁹ Executive Office of the President, Office of Management and Budget, *Memorandum For The Heads Of Executive Departments And Agencies. Advancing Governance, Innovation, and Risk Management for Agency Use of Artificial Intelligence*, marzo 2024. Accessibile all'indirizzo: <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2024/03/M-24-10-Advancing-Governance-Innovation-and-Risk-Management-for-Agency-Use-of-Artificial-Intelligence.pdf> (ultima consultazione 31/12/2024).

⁶⁰ Nel Memorandum si legge testualmente: «*Assessing for Environmental Efficiency and Sustainability. When procuring computationally intensive AI services, for example those that rely on dual-use foundation models, agencies should consider the environmental impact of those services, including whether the vendor has implemented methods to improve the efficiency and sustainability of such AI. This should include considering the carbon emissions and resource consumption from supporting data centers.*».

⁶¹ Presidente Joe Biden, *Memorandum For The Heads Of Executive Departments And Agencies. Advancing the Responsible Acquisition of Artificial Intelligence in Government*, settembre 2024. Accessibile all'indirizzo: <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2024/10/M-24-18-AI-Acquisition-Memorandum.pdf> (ultima consultazione 31/12/2024).



sull'agenzia. A differenza degli sviluppatori privati, i quali distribuiscono il carico di calcolo necessario (*compute load*) su un'infrastruttura ottimizzata (*optimized infrastructure*), la costruzione *in-house* del software richiede all'agenzia di gestire tutte le elaborazioni in autonomia, senza possibilità per la stessa di ottimizzarne il carico di lavoro. Ne consegue quindi un inevitabile aumento delle risorse consumate e un aumento dell'impronta di carbonio (*carbon footprint*) prodotta. Le agenzie, nell'effettuare la scelta, sono quindi chiamate a valutare se l'aumento della sicurezza derivante dallo sviluppo interno del software sia tale da giustificare i costi operativi e ambientali che ne derivano.

Il Memorandum, inoltre, approfondisce quanto previsto dal precedente documento in tema di acquisto dei sistemi di IA, in particolare quando vengano in gioco sistemi di IA generativa. In particolare, in sede di acquisto, si richiede che le agenzie federali considerino l'impatto ambientale tanto della fase di produzione quanto della fase di utilizzo del sistema di IA. Per effettuare la valutazione di impatto ambientale, le agenzie sono tenute a richiedere ai fornitori, se del caso anche attraverso apposite clausole contrattuali, la documentazione necessaria. In particolare, la documentazione è necessaria per delineare e quantificare la quantità di energia spesa e prevista per l'addestramento e l'utilizzo di sistemi di IA generativa. Ciò potrebbe includere considerazioni sulle emissioni di carbonio prodotte e sul consumo di risorse, compreso l'utilizzo di energia e di acqua, da parte dei data center che supportano l'IA, nonché considerazioni associate alle componenti fisiche del sistema di IA, quali l'estrazione di minerali grezzi e la produzione di rifiuti elettronici. Ancora, la documentazione è necessaria per verificare se il fornitore abbia implementato metodi per migliorare l'efficienza e la sostenibilità del sistema di IA generativa, attraverso data center efficienti o alimentati da energia rinnovabile. Peraltro, sempre nel tentativo di ridurre l'impatto ambientale, si richiede alle agenzie di verificare se il sistema di IA generativa possa essere utilizzato per altre esigenze dell'agenzia medesima o di altre agenzie governative, in modo da evitare lo sviluppo di sistemi di IA duplicati o ridondanti.

Quanto richiesto dai Memoranda si poneva perfettamente in linea con l'Executive Order del Presidente Biden con cui nel 2021 aveva presentato l'ambizioso *Federal Sustainability Plan*⁶², ora revocato dall'amministrazione Trump, con il quale si era ordinato al Governo federale di sfruttare positivamente il proprio potere di approvvigionamento, orientando il *procurement* verso il raggiungimento degli ambiziosi obiettivi climatici (*goals*) e verso le azioni ivi indicate⁶³.

Pur trattandosi di disposizioni che contribuiscono a una maggiore considerazione degli impatti ambientali dell'IA a livello governativo, considerando che i Memoranda presidenziali hanno forza di legge, rimane però limitato il loro ambito di applicazione, essendo le direttive in essi contenute dirette alle sole agenzie governative. Peraltro, con la nuova amministrazione alla guida degli Stati Uniti la situa-

⁶² Presidente Joe Biden, *Catalyzing Clean Energy Industries and Jobs Through Federal Sustainability*, Executive Order, 8 dicembre 2021. Accessibile all'indirizzo: <https://www.sustainability.gov/federalsustainabilityplan> (ultima consultazione 31/12/2024); *Federal Sustainability Plan Catalyzing America's Clean Energy Industries and Jobs*, dicembre 2021. Accessibile all'indirizzo: <https://www.sustainability.gov/pdfs/federal-sustainability-plan.pdf> (ultima consultazione 31/12/2024).

⁶³ Con il *Federal Sustainability Plan*, per quanto qui interessa, erano stati definiti una serie di sotto-obiettivi ambiziosi da rispettare per promuovere una riduzione delle emissioni coerente con gli impegni assunti dagli Stati Uniti in sede internazionale e diretti a ridurre le emissioni di gas serra del 50-52% rispetto ai livelli del 2005 entro il 2030.



zione risulta integralmente mutata. Anzitutto, il 20 gennaio 2025 il Presidente Trump ha revocato l'Executive Order *Safe, Secure, and Trustworthy Development and Use of Artificial Intelligence* adottato dal Presidente Biden e il 23 gennaio 2025 ha introdotto un nuovo Executive Order *Removing Barriers to American Leadership in Artificial Intelligence* (di seguito «AI Executive Order»)⁶⁴. Quest'ultimo prevede, tra il resto, la revoca di alcune politiche e direttive esistenti in materia di IA che potrebbero ostacolare l'innovazione degli Stati Uniti in questo settore. Tra queste potrebbero rientrare anche i Memoranda dell'Office of Management and Budget sopra citati, essendo entrambi specificamente richiamati nel nuovo AI Executive Order come elementi da modificare per conformarsi alla nuova politica in tema di IA⁶⁵. Inoltre, l'intera policy ambientale della precedente amministrazione è stata incisa dalle azioni del Presidente Trump, con inevitabili conseguenze negative circa la considerazione degli impatti del settore IT, in generale, e dell'IA, in particolare, sull'ambiente⁶⁶.

Per quanto riguarda le aziende private che utilizzano sistemi di IA, un punto di riferimento interessante è rappresentato dall'*AI Risk Management Framework* (AI RMF) redatto dal National Institute of Standards and Technology (NIST). Si tratta di un *framework* applicabile su base volontaria che fornisce una guida per la gestione dei rischi derivanti dagli sviluppi nel campo dell'IA. In particolare, l'AI RMF è volto a promuovere una *governance* responsabile dell'IA, focalizzandosi sulla progettazione, sullo sviluppo, sull'uso e sulla valutazione affidabile (*trustworthy*) di prodotti, servizi e sistemi basati sull'IA⁶⁷. Dopo aver riconosciuto come le tecnologie basate sull'IA pongano rischi (anche) per l'ambiente e per il pianeta, il documento definisce le azioni che l'azienda è chiamata a intraprendere per effettuare una corretta valutazione del rischio. La Misura 2.12, rubricata «*Environmental impact and sustainability of AI model training and management activities*», riguarda nello specifico la valutazione e la documentazione dei costi ambientali del sistema di IA. Gli aspetti da considerare nell'ambito della Misura 2.12 sono poi meglio precisati in un successivo *template*⁶⁸. Nel luglio 2024 il NIST ha pubblicato l'*Artificial Intelligence Risk Management Framework: Generative Artificial Intelligence Profile*⁶⁹ con l'obiettivo di

⁶⁴ Presidente Donald J. Trump, *Removing Barriers to American Leadership in Artificial Intelligence*, Executive Order, 23 gennaio 2025. Accessibile all'indirizzo: <https://www.whitehouse.gov/presidential-actions/2025/01/removing-barriers-to-american-leadership-in-artificial-intelligence/>.

⁶⁵ *Ibidem*, Sec. 5 lett. b). Nel momento in cui si scrive non risultano ancora intervenute le modifiche ai due Memoranda.

⁶⁶ Si richiama Presidente Donald J. Trump, *Unleashing American Energy*, Executive Order, 20 gennaio 2025. Accessibile all'indirizzo: <https://www.whitehouse.gov/presidential-actions/2025/01/unleashing-american-energy/>. O. MILMAN, *Trump officials decimate climate protections and consider axeing key greenhouse gas finding*. Articolo pubblicato in *The Guardian* il 12 marzo 2025. Accessibile all'indirizzo: <https://www.theguardian.com/environment/2025/mar/12/epa-trump-climate-rules> (ultima consultazione 02/04/2025). D. GELLES, L. FRIEDMAN, B. PLUMER, «*Full on Fight Club*»: How Trump Is Crushing U.S. Climate Policy. Articolo pubblicato in *The New York Times* il 2 marzo 2025. Accessibile all'indirizzo: <https://www.nytimes.com/2025/03/02/climate/trump-us-climate-policy-changes.html>.

⁶⁷ Il NIST ha pubblicato anche un *NIST AI RMF Playbook*, insieme a una *AI RMF Roadmap*, un *AI RMF Crosswalk* e varie *Perspectives* e ha lanciato il *Trustworthy and Responsible AI Resource Center*, che faciliterà l'implementazione e l'allineamento internazionale con l'AI RMF.

⁶⁸ *Google Deep Mind AI RMF Template*. Accessibile all'indirizzo: <https://airc.nist.gov/Usecases> (ultima consultazione 31/12/2024).

⁶⁹ NIST, *Artificial Intelligence Risk Management Framework: Generative Artificial Intelligence Profile*, luglio 2024. Accessibile all'indirizzo: <https://airc.nist.gov/docs/NIST.AI.600-1.GenAI-Profile.ipd.pdf> (ultima consultazione 31/12/2024).



aiutare le organizzazioni a identificare i rischi specifici posti dall'IA generativa e di proporre le azioni per allinearne gli sviluppi nel campo agli obiettivi e priorità indicati nell'allora in vigore Executive Order. Anche in questo caso, la Misura 2.12 richiede un'adeguata considerazione degli impatti ambientali e della sostenibilità dei sistemi di IA.

Pur riconoscendo l'autorevolezza del NIST nella predisposizione di tali strumenti, non è chiaro quanto i due AI RMF siano rilevanti dal punto di vista pratico, soprattutto a causa della loro applicazione su base volontaria. I casi d'uso documentati sono numericamente scarsi e non forniscono molte informazioni sull'effettività di questi strumenti⁷⁰. Un maggiore rilievo pratico dei *framework* predisposti dal NIST potrebbe derivare dal *Risk Management Profile for Artificial Intelligence and Human Rights*⁷¹, rilasciato dallo *U.S. Department of State* ed espressamente basato sull'AI RMF sviluppato dal NIST. Esso costituisce una guida pratica per le organizzazioni, compresi i governi, il settore privato e la società civile per progettare, sviluppare, distribuire, utilizzare e governare l'IA in modo coerente con il rispetto dei diritti umani sanciti a livello internazionale. Vista la recente introduzione di questi strumenti potrebbe però essere necessario del tempo per valutare la loro effettività.

5. L'Artificial Intelligence Environmental Impacts Act: luci e ombre della proposta di legge

Un passo avanti nella considerazione dei costi ambientali dell'IA è avvenuto con la presentazione, all'inizio del 2024, dell'*Artificial Intelligence Environmental Impacts Act* (in seguito «proposta») da parte di alcuni senatori del gruppo democratico⁷². Nel momento in cui si scrive, la proposta si trova ancora in sede di Comitato⁷³. In breve, la proposta sarebbe diretta a i) misurare tutti gli impatti ambientali dell'IA, ii) identificare *standard* per misurare i predetti impatti e iii) creare un sistema per gli sviluppatori di IA basato su *report* volontari. Essa perseguirebbe diverse finalità, tra cui quella di pro-

⁷⁰ Cfr. Trustworthy & Responsible AI Resource Center, *Use Cases*. Accessibile all'indirizzo: <https://airc.nist.gov/Usecases> (ultima consultazione 31/12/2024).

⁷¹ Department of State, *Risk Management Profile for Artificial Intelligence and Human Rights*, 2024. Accessibile all'indirizzo: <https://2021-2025.state.gov/risk-management-profile-for-ai-and-human-rights/> (ultima consultazione 31/12/2024).

⁷² S.3732 - Artificial Intelligence Environmental Impacts Act of 2024, Senato, 2 febbraio 2024. Accessibile all'indirizzo: <https://www.congress.gov/bill/118th-congress/senate-bill/3732/text> (ultima consultazione 31/12/2024). E.J. MARKEY, *Markey, Heinrich, Eshoo, Beyer Introduce Legislation to Investigate, Measure Environmental Impacts of Artificial Intelligence*, 2024. Accessibile all'indirizzo: <https://www.markey.senate.gov/news/press-releases/markey-heinrich-eshoo-beyer-introduce-legislation-to-investigate-measure-environmental-impacts-of-artificial-intelligence> (ultima consultazione 31/12/2024).

⁷³ Si ricorda che il Congresso degli Stati Uniti è composto da due camere: il *Senate* e la *House of Representatives*. Un progetto di legge può essere presentato da un membro di una delle due camere e viene poi discusso da un *Committee*. A seconda dell'approvazione da parte di quest'ultimo, il disegno di legge viene esaminato dall'intero *Senate* o dall'intera *House of Representatives* a seconda della provenienza della proposta. Se una proposta di legge viene approvata da una Camera, passa all'altra, che può approvarla, respingerla o emendarla. Affinché una proposta diventi legge, entrambe le Camere devono essere d'accordo sulle stesse versioni del progetto. Infine, è richiesta l'azione presidenziale con la firma del disegno di legge. In caso di rifiuto da parte del Presidente, questo può essere annullato se una maggioranza di due terzi di entrambe le Camere vota in tal senso. Nel momento in cui si scrive, l'*Artificial Intelligence Environmental Impacts Act* è in discussione presso il *Senate Committee on Commerce, Science, and Transportation*.



muovere la conoscenza necessaria per un processo decisionale informato, la trasparenza e l'*accountability*, e l'obiettivo di stimolare uno sviluppo dell'IA che sia conforme agli obiettivi di sostenibilità ambientale, fissati tanto a livello nazionale che internazionale.

Entrando più nel dettaglio, la proposta prevede anzitutto che la *U.S. Environmental Protection Agency* (EPA), l'agenzia chiamata a supportare il Congresso nell'implementazione delle politiche e delle normative in materia ambientale, conduca uno studio nel quale esamini l'intero ciclo di vita dei modelli, dei sistemi e dell'hardware di IA. Nello specifico, lo studio si deve concentrare sul consumo di energia e di acqua, sull'inquinamento, sull'estrazione di materie prime e sui rifiuti elettronici derivanti dal ciclo di vita dei sistemi di IA (software e hardware). Inoltre, deve esaminare gli impatti ambientali positivi e negativi delle applicazioni di IA, nonché il diverso impatto che questi hanno sulle differenti regioni e comunità (*environmental inequality*). La Proposta prevede inoltre la creazione di un consorzio di parti interessate (membri del mondo accademico, della società civile e dell'industria), convocato dal NIST, per identificare le metodologie e gli standard per misurare e riferire l'intera gamma degli impatti ambientali dell'IA. Gli obiettivi del consorzio sono: i) facilitare la stesura di *report* coerenti e comparabili, ii) in base alla fattibilità tecnica, sviluppare o catalogare strumenti software e hardware *open source* e altre risorse progettate per facilitare la misurazione degli impatti ambientali e iii) fornire raccomandazioni su come mitigare gli impatti ambientali negativi e promuovere quelli positivi dell'IA⁷⁴.

Quale punto focale della proposta vi è l'istituzione di un sistema di segnalazione (*report*) volontaria sugli impatti ambientali dell'IA per i soggetti che sviluppano o gestiscono sistemi di IA. A tal fine, è prevista la stesura di linee guida, predisposte sotto la guida del NIST, che contengano indicazioni su come calcolare e segnalare il consumo di energia, il consumo di acqua, l'inquinamento e i rifiuti elettronici associati all'intero ciclo di vita dei sistemi di IA. Da ultimo, la proposta prevede la redazione di un rapporto da indirizzare al Congresso, che dettagli i risultati dell'attività del consorzio, descriva il sistema di segnalazione volontaria e fornisca raccomandazioni per ulteriori azioni legislative ed esecutive.

La proposta presenta tanto aspetti positivi quanto negativi. Anzitutto, essa rappresenterebbe la prima legislazione ad occuparsi specificamente degli impatti ambientali dell'IA. Nell'Unione Europea, infatti, manca un atto legislativo che si occupi precipuamente del tema⁷⁵. Ancora, la proposta promuove una più solida comprensione circa gli impatti, positivi e negativi, dell'intero ciclo di vita del sistema di IA sull'ambiente, con riferimento tanto alla parte software quanto alla parte hardware. Considerando

⁷⁴ Esistono varie opzioni per ridurre gli impatti ambientali negativi dell'IA, tra cui l'utilizzo di modelli, hardware e centri dati più efficienti o che utilizzano energia rinnovabile. Sul punto, le grandi aziende tecnologiche stanno già lavorando su come ottimizzare i loro software, hardware e sistemi di raffreddamento per ridurre il consumo di elettricità nei loro data center. Ad esempio, stanno installando le infrastrutture nei paesi settentrionali, che aspirano l'aria fredda esterna come refrigerante per ridurre il consumo di elettricità e di acqua e stanno investendo in fonti energetiche alternative.

⁷⁵ Laddove gli Stati Uniti approvassero questa legge, si troverebbero in una posizione forse migliore rispetto all'Europa che, nonostante un apposito regolamento sull'IA, non ha previsto forti disposizioni sul piano ambientale. Il Parlamento Europeo in sede di emendamenti aveva introdotto alcune disposizioni più attente all'impatto ambientale dell'IA, ma in sede di accordo politico tra i co-legislatori non sono state introdotte. Disposizioni interessanti si ritrovano nella Direttiva UE/2023/179 (Direttiva sull'efficienza energetica) che si occupa nello specifico dei data center (Considerando 85, 86, 87; Articolo 12). Sul tema cfr. N. RANGONE, *Intelligenza artificiale, tutela dell'ambiente e regolazione europea*, in questa Rivista.





che, come sottolineato in precedenza, mancano al momento informazioni chiare sugli effettivi costi ambientali dell'IA, la proposta legislativa si pone nella direzione di ridurre questo *gap*⁷⁶. La proposta, inoltre, stimola un confronto tra tutte le parti interessate e i responsabili politici nella valutazione delle esternalità ambientali associate all'IA. In particolare, essa prende in considerazione la distribuzione dei costi ambientali a livello locale e regionale e la distribuzione potenzialmente ineguale di questi effetti sulle diverse comunità⁷⁷. Ancora, prevede lo sviluppo di *standard* per misurare e riportare gli impatti ambientali dell'IA, fondamentale per avere informazioni affidabili, coerenti e comparabili per arricchire la base informativa e indirizzare le scelte future⁷⁸.

Quanto agli aspetti negativi della proposta, si può rilevare come la creazione di un sistema di segnalazione su base volontaria renda meno forte l'impatto della legislazione, potendosi ipotizzare che le compagnie tecnologiche rimangano poco inclini a fornire informazioni sui loro consumi idrici ed energetici. Al di là dell'effettività della proposta, pur avendo questa trovato il sostegno di numerose organizzazioni preposte alla tutela ambientale, si nutrono seri dubbi sulla sua stessa approvazione. Come già anticipato, la proposta proviene da esponenti democratici e difficilmente troverà approvazione in un Congresso a maggioranza repubblicana, meno propenso ad imbrigliare i soggetti pubblici e privati entro strutture regolatorie. Questa possibilità appare ancor più remota se si considera che la legge non è stata approvata neppure durante l'amministrazione Biden, quando il Congresso presentava una prevalenza democratica. Inoltre, alla luce di quanto accaduto e sta accadendo con le *Final Rules* approvate dalla U.S. Securities and Exchange Commission (*infra*), criticate dal gruppo repubblicano come un esempio di «*regulatory overreach*», è plausibile dubitare che un disegno di legge effettivamente più «stringente» come l'*Artificial Intelligence Environmental Impacts Act* venga approvato.

6. Oltre l'IA: il tracciamento delle *Greenhouse Gas (GHG) emissions*

Nei precedenti paragrafi si è fatto riferimento all'IA come a una famiglia di tecnologie altamente energivora poiché bisognosa di un'alta intensità di calcolo per supportarne le operazioni. Il potere computazionale richiesto, soprattutto per l'addestramento di modelli avanzati e per il loro utilizzo su larga scala, è ottenuto grazie ai numerosi server ospitati all'interno dei data center. Per essere sostenuta questa potenza di calcolo necessita, come detto, di un alto consumo di energia elettrica, che rappresenta una delle prime fonti di emissioni di gas serra a livello nazionale (e globale)⁷⁹. Mancando ad oggi

⁷⁶ Raccogliere dati e informazioni sugli utilizzi di energia da parte delle aziende ICT è indicato tra le raccomandazioni della IEA. IEA, *Data Centres and Data Transmission Networks*. Accessibile all'indirizzo: <https://www.iea.org/energy-system/buildings/data-centres-and-data-transmission-networks#tracking> (ultima consultazione 31/12/2024).

⁷⁷ Lo Stato della California in un recente rapporto ha riconosciuto l'importanza di una distribuzione equa dei costi ambientali dell'IA sia a livello territoriale che sociale. *State of California Benefits and Risks of Generative Artificial Intelligence Report*, novembre 2023. Accessibile all'indirizzo: [State of California Benefits and Risks of Generative Artificial Intelligence Report](#) (ultima consultazione 31/12/2024).

⁷⁸ Sul punto è intervenuto anche il Centre for European Policy Network. A. KÜSTERS, A. KOTOVSKAIA, P. ECKHARDT, *Environment Takes a Backseat in EU Digital Push. A Case Study on the Energy Requirements of Generative AI and a Digital Euro*, luglio 2024.

⁷⁹ Il consumo di energia elettrica rappresenta una delle maggiori fonti di produzione di emissioni di gas serra anche negli Stati Uniti. Cfr. EPA, *Sources of Greenhouse Gas Emissions*. Accessibile all'indirizzo:



delle regole specifiche sui consumi energetici dell'IA, occorre perciò ricavare altrove alcune regole che, per la loro natura trasversale, indirizzano o vincolano, a seconda della loro applicazione su base volontaria o obbligatoria, le aziende che sviluppano o utilizzano sistemi di IA o sono titolari o gestiscono le infrastrutture fisiche che ne stanno alla base.

Negli Stati Uniti l'approvazione di leggi su tematiche climatico-ambientali si presenta come una sfida assai complessa, considerando che il Paese presenta un panorama politico-amministrativo estremamente complesso, che comprende il Congresso, le agenzie federali, i governi statali e le amministrazioni locali. Inoltre, il discorso su queste tematiche è sempre estremamente polarizzato, con visioni spesso diametralmente opposte tra i partiti politici che di volta in volta governano il Paese. Esempi emblematici sono rappresentati dal *Clean Air Act* e dall'Accordo di Parigi. Il *Clean Air Act*, la legge federale dedicata alla qualità dell'aria che regola le emissioni da fonti fisse e mobili, è stato fortemente colpito dai decreti del Presidente Trump nella precedente amministrazione. Il suo Executive Order *Promoting Energy Independence and Economic Growth*⁸⁰, firmato nel marzo 2017, ha smantellato il *Clean Power Plan* che, in base al *Clean Air Act*, fissava obiettivi di riduzione delle emissioni di carbonio per ogni singolo Stato e mirava a ridurre le emissioni del settore elettrico nazionale del 32% rispetto ai livelli del 2005 entro il 2050⁸¹. Dopo la sua rielezione, peraltro, il Presidente Trump è ulteriormente intervenuto sul *Clean Air Act*, limitandolo ulteriormente⁸². Un discorso simile può essere fatto con riferimento all'Accordo di Parigi⁸³: l'Accordo è stato originariamente firmato sotto l'amministrazione Obama; il Paese è uscito dall'Accordo con la successiva amministrazione Trump, per poi rientrare sotto l'ultima amministrazione Biden; il 20 gennaio 2025 il Presidente Trump ha firmato l'Executive Order *Putting America First in International Environmental Agreements* con cui ha ordinato nuovamente il ritiro degli Stati Uniti dall'Accordo⁸⁴.

<https://www.epa.gov/ghgemissions/sources-greenhouse-gas-emissions#t1fn3> (ultima consultazione 31/12/2024). Il consumo di energia elettrica produce principalmente CO₂. Cfr. EPA, *Carbon Dioxide Emissions*. Accessibile all'indirizzo: <https://www.epa.gov/ghgemissions/overview-greenhouse-gases> (ultima consultazione 31/12/2024).

⁸⁰ Presidente Donald Trump, *Promoting Energy Independence and Economic Growth*, Executive Order, 28 marzo 2017. F. GALLARATI, *La politica energetica di Donald Trump*, in *DPCE Online, Osservatorio sulla Presidenza Trump*. Accessibile all'indirizzo: <https://www.dpceonline.it/index.php/dpceonline/lapoliticaenergeticadiDonaldTrump> (ultima consultazione 31/12/2024). V. LUBELLO, *Brevi appunti sulla politica energetica della Presidenza Trump al gennaio 2018*, in *DPCE Online, Osservatorio sulla Presidenza Trump*. Accessibile all'indirizzo: <https://www.dpceonline.it/index.php/dpceonline/announcement/view/74> (ultima consultazione 31/12/2024).

⁸¹ A livello giurisprudenziale, si rammenta che la Corte Suprema aveva dapprima sospeso gli effetti del *Clean Power Plan*, con la decisione Supreme Court of the United States, *West Virginia v. EPA*, 577 U. S. 1126 (2016), di fatto impedendo la sua entrata in vigore, e, successivamente, lo ha annullato con la successiva decisione Supreme Court of the United States, *West Virginia et al. v. Environmental Protection Agency et al.*, 30 giugno 2022. Accessibile all'indirizzo: https://www.supremecourt.gov/opinions/21pdf/20-1530_n758.pdf (ultima consultazione 31/12/2024).

⁸² Si veda quanto dichiarato dall'EPA il 12 marzo 2025. Accessibile all'indirizzo: <https://www.epa.gov/newsreleases/trump-epa-announces-reconsideration-air-rules-regulating-american-energy-manufacturing> (ultima consultazione 27/03/2025).

⁸³ L'Accordo di Parigi ha stabilito l'obiettivo di contenere l'aumento della temperatura media globale al di sotto dei 2°C rispetto ai livelli preindustriali e di perseguire gli sforzi per limitare l'aumento della temperatura a +1,5°C.

⁸⁴ Conseguentemente, si può ritenere con certezza che la riduzione delle *GHG emissions* dichiarata ai sensi dell'articolo 4 dell'Accordo di Parigi in sede di *nationally determined contribution* (NDC) non sarà rispettata. In sede di



Nel tentativo di raggiungere gli obiettivi prefissati, durante l'amministrazione Biden gli Stati Uniti hanno approvato diverse leggi, tra cui l'*Infrastructure Investment and Jobs Act* (IIJA) e l'*Inflation Reduction Act* (IRA). L'IIJA rappresenta un'ampia legge che si rivolge a diversi settori economici che producono emissioni di gas serra, tra cui il settore dei trasporti e dell'energia. L'IRA, invece, è una legge federale di grande portata che mira ad affrontare le numerose sfide che gli Stati Uniti si sono trovati a fronteggiare negli ultimi anni, tra cui quella energetica e climatica. Sul punto, l'IRA ha previsto una serie di misure, come crediti d'imposta, sovvenzioni, prestiti e altri incentivi per accelerare la diffusione dell'energia pulita, nonché veicoli, edifici e produzione pulita (*clean energy, clean veicles, clean buildings, clean production*) e raggiungere gli obiettivi di riduzione delle emissioni di gas serra⁸⁵. In particolare, l'IRA ha investito più di 350 milioni di dollari per migliorare la sicurezza energetica e per accelerare la transizione verde e ridurre così le emissioni di gas serra a essa associate. Anche in relazione a queste normative, tuttavia, la nuova amministrazione Trump è intervenuta in senso restrittivo⁸⁶.

Al momento, negli Stati Uniti non esiste un quadro normativo specifico che obblighi a misurare e riportare le emissioni di GHG generate dal settore IT⁸⁷. Vi sono però diversi programmi e/o regole di *reporting* trasversali che, obbligatoriamente o su base volontaria, richiedono la divulgazione delle predette informazioni. Come noto, infatti, qualsiasi strategia efficace di azione per il clima si basa sulla misurazione e sul tracciamento delle emissioni di gas serra. Nel prosieguo si cercherà, seppur in maniera sintetica, di tracciare il complesso panorama entro cui i soggetti pubblici e privati sono chiamati a muoversi.

A livello federale, si ricordano gli sforzi dell'EPA che in tema di divulgazione dei dati relativi alle emissioni di gas serra ha promosso il *Greenhouse Gas Reporting Program* (GHGRP)⁸⁸. Il GHGRP, stabilito a partire dal 2009, richiede alle *high-emitting companies* (come i fornitori di combustibili e di gas industriali nonché dei siti di iniezione di CO₂ nel territorio statunitense), che superano una determinata

NDC gli Stati Uniti hanno dichiarato nel 2015 l'intenzione di ridurre le *GHG emissions* del 26%-28% rispetto ai livelli del 2005 entro il 2025 e nel 2021, dopo essere rientrati nell'Accordo, l'intenzione di ridurre le *GHG emissions* del 50%-52% rispetto ai livelli del 2005 entro il 2030. NDC (Stati Uniti), *The United States of America Nationally Determined Contribution Reducing Greenhouse Gases in the United States: A 2030 Emissions Target*, 2021. Accessibile all'indirizzo: <https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-06/United%20States%20NDC%20April%202021%202021%20Final.pdf> (ultima consultazione 31/12/2024). Impegni ad oggi non raggiunti (NDC 2015) o difficilmente raggiungibili (NDC 2021), come mettono in evidenza alcuni studi. Cfr. Congressional Research Service, *U.S. Greenhouse Gas Emissions Trends and Projections from the Inflation Reduction Act*, 2023.

⁸⁵ Casa Bianca, *Building a Clean Energy Economy: a Guidebook to the Inflation Reduction Act's Investments in Clean Energy and Climate Action*, 2023. Accessibile all'indirizzo: <https://case.house.gov/uploadedfiles/inflation-reduction-act-guidebook.pdf> (ultima consultazione 31/12/2024).

⁸⁶ Presidente Donald J. Trump, *Unleashing American Energy*, cit., Sec. 7 dove si legge «(a) All agencies shall immediately pause the disbursement of funds appropriated through the Inflation Reduction Act of 2022 (Public Law 117-169) or the Infrastructure Investment and Jobs Act (Public Law 117-58) [...]».

⁸⁷ Alcune iniziative interessanti possono essere individuate a livello globale. A livello internazionale, si ricordano gli standard dell'International Telecommunication Union. Cfr. ITU, *Green Data Centers: Towards a Sustainable Digital Transformation - A Practitioner's Guide*, 2023. Nell'Unione Europea si ricorda la Dir. UE/2023/1791, Articolo 12 e Considerando 85, 86, 87 in cui ci si concentra sui «centri dati con un'impronta significativa».

⁸⁸ EPA, *Greenhouse Gas Reporting Program*. Accessibile all'indirizzo: <https://www.epa.gov/ghgreporting>.





soglia (più di 25,000 tonnellate metriche di GHG all'anno), la comunicazione dei dati relativi alle emissioni di gas effetto serra e di altre informazioni rilevanti. Circa 8.000 strutture sono tenute a comunicare annualmente le proprie emissioni e i dati comunicati sono resi disponibili al pubblico nell'ottobre di ogni anno. I primi dati pubblici di cui si dispone risalgono al 2023⁸⁹. Se è vero che questi *report* non coprono le emissioni totali di GHG negli Stati Uniti, ne documentano comunque la maggior parte (circa l'85-90%)⁹⁰.

Una panoramica delle emissioni totali di gas serra negli Stati Uniti è invece disponibile in un rapporto separato dell'EPA, l'*Inventory of Greenhouse Gas Emissions and Sinks (Inventory)*. Il GHGRP è però solo un programma di rendicontazione e non impone limiti di emissioni o riduzioni obbligatorie. Con riferimento a settori specifici, peraltro, l'EPA ha esercitato i propri poteri regolatori⁹¹. Si rammenta, tuttavia, che i poteri dell'EPA in relazione al *Clean Air Act* sono stati notevolmente ridotti con la sentenza della Corte Suprema degli Stati Uniti *West Virginia et al. v. Environmental Protection Agency et al.*⁹². A ciò si aggiunga che la nuova amministrazione Trump sta valutando di intervenire ulteriormente sull'EPA, limitandone i poteri nonché le risorse, sollevando così dubbi circa l'effettiva capacità dell'Agenzia di proseguire nella sua missione⁹³.

⁸⁹ Come riportato dall'EPA sul sito ufficiale. Accessibile all'indirizzo: <https://www.epa.gov/ghgreporting/find-and-use-ghgrp-data> (ultima consultazione 31/12/2024).

⁹⁰ Come riportato dall'EPA sul sito ufficiale. Accessibile all'indirizzo: <https://www.epa.gov/ghgreporting/what-ghgrp> (ultima consultazione 31/12/2024).

⁹¹ Tra le regole approvate dall'EPA negli specifici settori si ricordano: *Regulations for Greenhouse Gas Emissions from Passenger Cars and Trucks* (2024), *Regulations for Greenhouse Gas Emissions from Commercial Trucks & Buses* (2024), *Regulations for Greenhouse Gas Emissions from Aircraft, Federal Fleets using Low-Greenhouse Gas Emitting Vehicles*. Il *Clean Air Act*, tra le altre cose, autorizza l'EPA a stabilire standard nazionali di qualità dell'aria (*National Ambient Air Quality Standards*) e standard per le emissioni di particolari inquinanti pericolosi derivanti da fonti specifiche (*National Emissions Standards for Hazardous Air Pollutants*).

⁹² Supreme Court of the United States, *West Virginia et al. v. Environmental Protection Agency et al.*, 30 giugno 2022. Accessibile all'indirizzo: https://www.supremecourt.gov/opinions/21pdf/20-1530_n758.pdf (ultima consultazione 31/12/2024). Nel caso di specie, la Corte ha ridefinito i poteri che il *Clean Air Act* attribuisce all'agenzia, ritendendo che i poteri attribuiti all'EPA non possano spingersi fino a prevedere una transizione energetica della Nazione (*nationwide transition*) dal carbone a nuove forme di energia, come il gas naturale o le energie rinnovabili, per raggiungere gli obiettivi di riduzione delle emissioni di gas serra, rimanendo questa scelta nella sola competenza del Congresso. Prima di questa decisione, l'EPA aveva importanti poteri di *rulemaking*, confermati anche dalla giurisprudenza. Supreme Court of the United States, *Massachusetts v. EPA*, 549 U.S. 497 (2007). Si legge nell'Opinion of the Court: «*Capping carbon dioxide emissions at a level that will force a nationwide transition away from the use of coal to generate electricity may be a sensible "solution to the crisis of the day."* *New York v. United States*, 505 U.S. 144, 187 (1992). *But it is not plausible that Congress gave EPA the authority to adopt on its own such a regulatory scheme in Section 111(d). A decision of such magnitude and consequence rests with Congress itself, or an agency acting pursuant to a clear delegation from that representative body*». Per un interessante commento alla sentenza cfr. G. VIVOLI, *Gli effetti della sentenza West Virginia v. Epa sul futuro dell'amministrativa state statunitense in Federalismi.it*, 25, 2023, 88-131.

⁹³ L. FRIEDMAN, *Trump Administration Aims to Eliminate E.P.A.'s Scientific Research Arm*. Articolo pubblicato in *The New York Times* il 17 marzo 2025. Accessibile all'indirizzo: <https://www.nytimes.com/2025/03/17/dimate/trump-eliminates-epa-science.html?login=email&auth=login-email> (ultima consultazione 27/03/2025). L. FRIEDMAN, H. TABUCHI, *The E.P.A. Shifts Its Mission*. Articolo pubblicato in *The New York Times* il 13 marzo 2025. Accessibile all'indirizzo: <https://www.nytimes.com/2025/03/13/climate/the-epa-shifts-its-mission.html> (ultima consultazione 27/03/2025). M. PETERSEN, *Trump's EPA takes steps to roll back dozens of environmental regula-*





Nel marzo 2024, la U.S. Securities and Exchange Commission (SEC) ha approvato le regole finali (*Final Rules*) sulla divulgazione delle informazioni in materia di rischi climatici da parte delle società pubbliche nei loro prospetti di registrazione e nelle relazioni annuali⁹⁴. L'obiettivo della SEC è quello di assicurare la divulgazione di informazioni (*reporting*) coerenti (*consistency*), comparabili (*comparability*), utili (*decision usefulness*) e affidabili (*reliability*) in tema di rischi climatici, di cui una parte importante si concentra proprio sulla divulgazione delle *GHG emissions*⁹⁵. Altre disposizioni riguardano la *disclosure* dei rischi climatici che hanno avuto un impatto sostanziale (*severe impact*), o che è ragionevolmente probabile abbiano un impatto sostanziale, sulla strategia aziendale, sui risultati delle operazioni o sulle condizioni finanziarie della società (*climate-related risks*). Ancora, altre disposizioni attengono alle misure che le società adottano per gestire i predetti rischi (*climate-related governance*) e alle informazioni di supporto per il raggiungimento degli obiettivi climatici (*supporting information for climate-related goals*).

Se è vero che nel documento non compaiono riferimenti all'IA è certo possibile ritenere che la produzione o l'utilizzo di sistemi di IA venga coperto dall'applicazione delle predette regole, considerando che le soluzioni basate sull'IA comportano un aumento delle emissioni di GHG tanto nella fase del loro addestramento quanto del loro utilizzo. A seguito dell'adozione delle *Final Rules*, però, sono stati depositati numerosi ricorsi in diverse Corti di Appello che ne hanno richiesto una revisione. Dopo che la U.S. Court of Appeals for the Eighth Circuit ha accettato di entrare nel merito dei ricorsi, la SEC ha deciso di esercitare il suo potere discrezionale e di sospendere l'applicazione delle regole nell'attesa che si concluda la vicenda giudiziaria. Per il momento l'applicazione delle *Final Rules* è quindi sospesa. In risposta ai ricorsi promossi dalla parte repubblicana secondo cui le regole introdotte ammonterebbero a un eccesso di regolamentazione (*regulatory overreach*) e fuoriuscirebbero dal mandato della SEC, quest'ultima ha affermato la propria autorità a imporre obblighi di divulgazione sui rischi climatici sulla base del *1933 Securities Act* e del *1934 Securities Exchange Act* nell'ottica di garantire gli investitori nell'assunzione di decisioni informate⁹⁶. Nonostante la sospensione dell'applicazione delle disposizioni in attesa di giudizio, durante l'amministrazione Biden si stavano comunque incoraggiando le aziende a prepararsi per l'attuazione dei requisiti ivi stabiliti. Questo, soprattutto, in considerazione del fatto che molti dei dati di cui si impone la divulgazione devono essere comunque raccolti per conformarsi a norme simili a livello statale e nell'Unione Europea⁹⁷.

La situazione è tuttavia mutata con la nuova amministrazione Trump. L'attuale Acting Chairman della SEC, Mark T. Uyeda, ha affermato la sua contrarietà all'adozione delle *Final Rules*⁹⁸, continuando a

tions. Articolo pubblicato in *Los Angeles Times* il 12 marzo 2025. Accessibile all'indirizzo: <https://www.latimes.com/environment/story/2025-03-12/trump-administration-is-closing-epas-environmental-justice-offices> (ultima consultazione 27/03/2025).

⁹⁴ Securities and Exchange Commission, *Enhancement and Standardization of Climate-Related Disclosures for Investors rule*, 2024. Accessibili all'indirizzo: <https://www.sec.gov/rules-regulations/2024/03/s7-10-22> (ultima consultazione 31/12/2024).

⁹⁵ Le regole chiedono alle società di dischiudere informazioni sugli Scopi 1 e 2 delle emissioni.

⁹⁶ Le ragioni che hanno spinto le SEC all'introduzione delle *Final rules* sono infatti prima di tutto economiche, rispondendo alle esigenze manifestate dagli investitori in ordine agli effetti finanziari collegati ai rischi climatici.

⁹⁷ A livello europeo si ricorda la *Corporate Sustainability Reporting Directive* (CSRD).

⁹⁸ Si legge nello statement rilasciato da Mark T. Uyeda: «*The Rule is deeply flawed and could inflict significant harm on the capital markets and our economy*». L'intero statement è accessibile all'indirizzo:





sostenere la mancanza di «*statutory authority*» in capo alla SEC nell'adozione delle *Rules*. Inoltre, Uyeda ha sostenuto che il recente Memorandum presidenziale sul *Regulatory Freeze Pending Review*⁹⁹ ha una chiara incidenza sulla stessa prosecuzione del contenzioso.

A livello statale, lo Stato della California si pone in prima linea nella lotta ai cambiamenti climatici. La California ha infatti recentemente adottato due leggi che collettivamente vengono indicate come il «*California Climate Accountability Regime*»¹⁰⁰. Con il *Climate Corporate Data Accountability Act*¹⁰¹ si richiede alle grandi aziende, pubbliche e private, che hanno un fatturato annuo superiore a 1 miliardo di dollari e che svolgono attività in California, di rendere pubbliche annualmente le proprie emissioni di gas serra, con riferimento tanto agli Scopi 1 e 2, a partire dal 2026, e allo Scopo 3, a partire dal 2027¹⁰². Il *Climate-Related Financial Risk Act*¹⁰³, invece, richiede alle grandi aziende, con un fatturato annuo superiore a 500 milioni di dollari che operano in California, di rendere noti, ogni due anni, i rischi finanziari che devono essere affrontati a causa dei cambiamenti climatici e le relative strategie di mitigazione. L'obiettivo della legge è quello di salvaguardare i consumatori e gli investitori dalle perdite derivanti dalle interruzioni delle catene di approvvigionamento, della forza lavoro e delle infrastrutture che siano legate al clima e che stanno aumentando a causa degli effetti del cambiamento climatico. Peraltro, la legge affronta anche i rischi finanziari che le imprese potrebbero correre se non fossero preparate alla transizione verso un'economia a basse emissioni di carbonio. I primi *report* dovranno essere presentati nel 2026.

Queste due leggi rappresentano un importante passo avanti verso un'obbligatoria divulgazione negli Stati Uniti dei dati sulle emissioni di gas serra. Misurare e tenere traccia delle emissioni è un'attività virtuosa che permette di avere contezza dell'impronta di carbonio prodotta così da consentire alle organizzazioni di intraprendere la giusta direzione verso la decarbonizzazione e, infine, contribuire a una riduzione effettiva delle emissioni. Seppur le due leggi si applichino solo alle aziende che operano in California, riflettono una spinta globale verso una coerente, comparabile e affidabile rendicontazione delle emissioni e rappresentano un importante stimolo per aumentare la trasparenza e l'*accountability* delle aziende. Non solo. Fornire dati affidabili sulle emissioni contribuisce ad aumentare la fi-

<https://www.sec.gov/newsroom/speeches-statements/uyeda-statement-climate-change-021025> (ultima consultazione 27/03/2025).

⁹⁹ President Donald Trump, *Memorandum Regulatory Freeze Pending Review*, 20 febbraio 2025. Accessibile all'indirizzo: <https://www.whitehouse.gov/presidential-actions/2025/01/regulatory-freeze-pending-review/> (ultima consultazione 27/03/2025).

¹⁰⁰ Il 27 gennaio 2025 il Senato dello Stato di New York ha proposto un nuovo Bill diretto all'introduzione del *Climate Corporate Data Accountability Act*. Il Bill, al momento, si trova in sede di Comitato. State of New York, Senate Bill, S3456. Accessibile all'indirizzo: <https://www.nysenate.gov/legislation/bills/2025/S3456> (ultima consultazione 27/03/2025).

¹⁰¹ Stato della California, *Climate Corporate Data Accountability Act* (SB 253).

¹⁰² Per quanto riguarda la differenza tra gli Scopi 1, 2 e 3 delle emissioni si rimanda al *Greenhouse Gas Protocol (GHG). A Corporate Accounting and Reporting Standard*. Accessibile all'indirizzo: <https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/ghg-protocol-revised.pdf> (ultima consultazione: 02/01/2025). Riassumendo, lo Scopo 1 comprende le emissioni dirette delle fonti di proprietà o controllate dall'azienda, lo Scopo 2 comprende le emissioni indirette di gas effetto serra derivanti dall'energia acquistata o generata dall'azienda. Lo Scopo 3 comprende tutte le emissioni indirette che si verificano nella catena del valore di un'azienda.

¹⁰³ State of California, *Climate-Related Financial Risk Act* (SB 261).





ducia degli investitori, incrementare i loro investimenti e così garantire all'azienda financo un vantaggio competitivo. Da ultimo, il quadro regolatorio approvato dallo Stato della California va ben oltre le *Final Rules* della SEC, sia per quanto riguarda le compagnie tenute alla divulgazione, sia per quanto riguarda il tipo di emissioni che deve essere riportato¹⁰⁴. Quanto al primo aspetto, le regole approvate dalla SEC si limitano a prevedere obblighi di rendicontazione per le aziende pubbliche, mentre le nuove regole dello Stato della California impongono obblighi di divulgazione in capo a tutte le aziende purché superino un determinato ammontare del fatturato. Quanto al secondo aspetto, le regole introdotte dalla SEC si limitano a richiedere la divulgazione degli Scopi 1 e 2 delle emissioni, mentre la legge introdotta in California richiede anche la divulgazione dello Scopo 3 delle emissioni. Quest'ultimo aspetto è estremamente rilevante considerando che lo Scopo 3 delle emissioni è il più difficile da misurare, ma anche quello che ha un importante impatto climatico.

Per concludere, nonostante queste legislazioni non riguardino specificamente il settore IT, esse hanno natura trasversale e coinvolgono perciò anche gli utilizzatori di sistemi di IA e i titolari e gestori dei data center qualora superino le previste soglie di fatturato¹⁰⁵. Queste normative, tuttavia, affrontano solo uno (seppur estremamente rilevante) dei problemi che l'IA pone per l'ambiente, quello dell'aumento del consumo energetico e delle emissioni di gas serra prodotte. Pertanto, pur se necessarie, queste leggi non possono ritenersi da sole sufficienti per affrontare adeguatamente i costi ambientali dell'IA, i quali richiederebbero una analisi completa che tenga conto di tutte le esternalità negative degli sviluppi tecnologici sul clima e sull'ambiente.

7. Alcune riflessioni conclusive

L'analisi svolta evidenzia come l'IA, pur rappresentando un importante passo avanti nel progresso tecnologico, porta con sé costi ambientali significativi. Tra questi, il consumo energetico e idrico dei data center pone sfide cruciali che devono essere al più presto affrontate.

Negli Stati Uniti, le iniziative istituzionali in materia di impatti ambientali dell'IA sono pressoché inesistenti. La nuova Presidenza Trump ha ulteriormente inciso sulle policy ambientali, limitandole fortemente. Sebbene siano stati avanzati alcuni tentativi per introdurre normative specifiche, come l'*Artificial Intelligence Environmental Impacts Act*, queste proposte sono ancora in fase iniziale e presentano scarse probabilità di approvazione. Attualmente, esistono normative di carattere trasversale che richiedono la misurazione e la rendicontazione delle emissioni di gas serra, applicabili anche agli sviluppatori e agli utilizzatori di sistemi di IA. Tuttavia, pur costituendo un primo passo avanti verso il riconoscimento dei costi ambientali legati all'IA, queste non sono sufficienti per affrontare un tema tanto complesso. Importanti passi avanti sulla rendicontazione delle emissioni sono stati fatti solo a livello statale, in particolare nello Stato della California, ma anche in questo caso l'applicazione al settore IT e all'IA più in generale è solo indiretta. Il dibattito sui costi ambientali dell'IA negli Stati Uniti può quindi ritenersi ancora aperto e lontano da un punto di arrivo.

¹⁰⁴ R. VANDERFORD, *New California Climate Law Pulls In Private Companies*. Articolo pubblicato in *The Wall Street Journal* il 21 settembre 2023. Accessibile all'indirizzo: <https://www.wsj.com/articles/new-california-climate-law-pulls-in-private-companies-76acfea8> (ultima consultazione 31/12/2024).

¹⁰⁵ Anche Microsoft e Apple hanno sostenuto l'approvazione delle citate normative.



Law
&

Per affrontare adeguatamente il tema è anzitutto necessaria una maggiore consapevolezza circa gli impatti negativi che i sistemi di IA hanno sul clima e sull'ambiente, un obiettivo che richiede di avere studi affidabili e dettagliati sul tema. La redazione di studi dipende inevitabilmente da una maggiore trasparenza da parte delle aziende che sviluppano o utilizzano sistemi di IA, così come dei proprietari e gestori delle infrastrutture fisiche su cui tali sistemi si basano (data center). Un livello di trasparenza adeguato può però essere raggiunto solo attraverso una regolazione mirata che preveda regole di *disclosure* obbligatorie con riferimento all'intero ciclo di vita del sistema di IA e che tengano conto dell'impatto energetico, idrico, territoriale e sociale di questi sistemi. Occorre inoltre stimolare la ricerca verso un settore IT sostenibile dal punto ambientale, attraverso investimenti in tecnologie più efficienti e incentivi per l'adozione di energie rinnovabili, facendo della sostenibilità ambientale una qualità essenziale dei sistemi di IA al pari della robustezza, accuratezza e trasparenza. Solo così sarà possibile sfruttare appieno il potenziale dell'IA senza compromettere (forse) il futuro del nostro pianeta.