

A.D. 1308
unipg
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI PERUGIA

Watt's in a prompt?

Sfamare un'IA

Livio Fanò

Dipartimento di Fisica e Geologia
Università degli Studi di Perugia

Claude BY ANTHROPIC
Powered

Di cosa parliamo

Grandi infrastrutture di calcolo, dedicate sempre di più a compiti per l'IA

	Data center	Operatore	Paese	Potenza IT operativa stimata	Estensione (ha)
1	**Colossus 2**	xAI	USA, Tennessee	**946 MW**	**50-100**
2	New Carlisle	Amazon / Anthropic	USA, Indiana	910 MW	250-500
3	Fairwater Atlanta	Microsoft	USA, Georgia	636 MW	100-200
4	Nusajaya	DayOne	Malesia	473 MW	50-120
5	Prometheus	Meta	USA	471 MW	100-250
…					
?	Inner Mongolia Information Park	China Telecom	China	<150 MW	100



Colossus (κολοσσός)

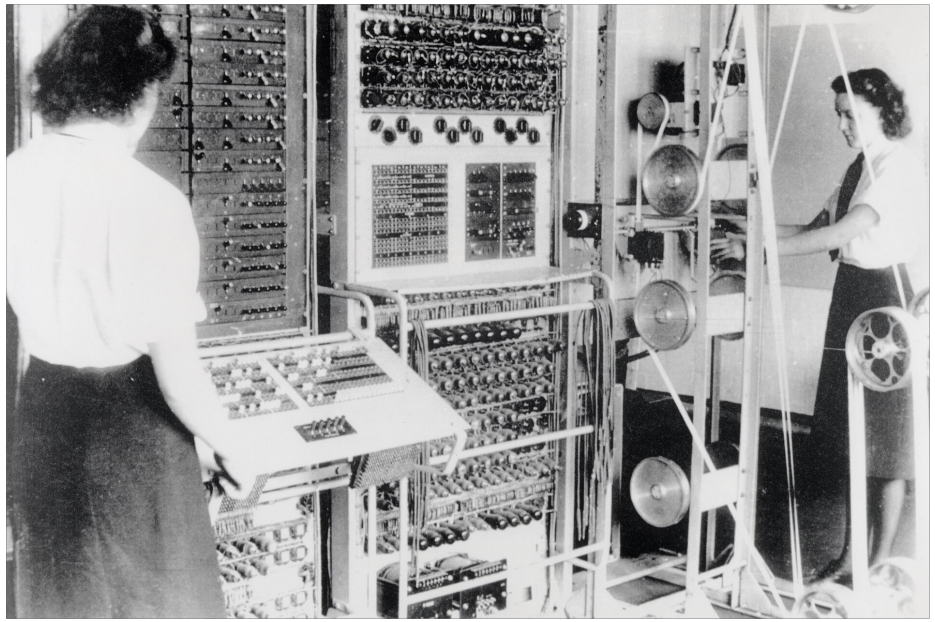
- **sostituto rituale di una persona fisica**
  Il nucleo semantico è la presenza dell'assente: un'immagine eretta e fissa che lega il mondo dei vivi a qualcosa che sta altrove (!)

- **statua gigantesca (dal colosso di Rodi)**

Di cosa parliamo

Grandi infrastrutture di calcolo, dedicate sempre di più a compiti per l'IA

	Data center	Operatore	Paese	Potenza IT operativa stimata	Estensione (ha)
1	**Colossus 2**	xAI	USA, Tennessee	**946 MW**	**50-100**
2	New Carlisle	Amazon / Anthropic	USA, Indiana	910 MW	250-500
3	Fairwater Atlanta	Microsoft	USA, Georgia	636 MW	100-200
4	Nusajaya	DayOne	Malesia	473 MW	50-120
5	Prometheus	Meta	USA	471 MW	100-250
…					
?	Inner Mongolia Information Park	China Telecom	China	<150 MW	100

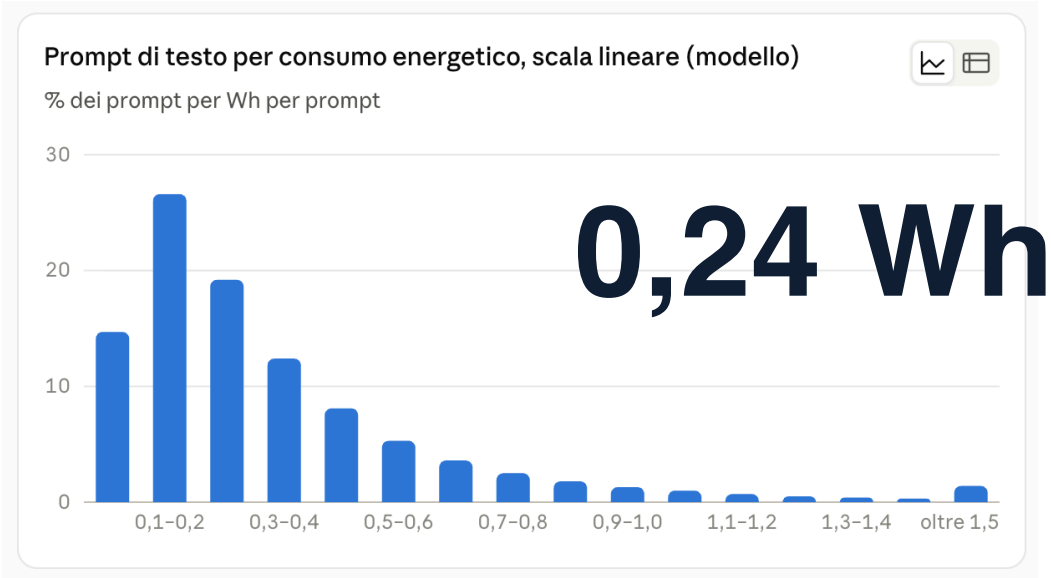


Colossus

è anche il primo computer della storia in senso moderno: programmabile e non elettromeccanico

Definiamo un’unità - quanti watt in un *prompt* ?

(imbeccata)



per una domanda di testo ***mediana*** a Gemini
Tutto compreso: chip, server, raffreddamento, macchine in attesa

9 secondi di TV

o 1 secondo di forno a microonde

4.000 prompt per 1 kWh

circa 30 centesimi

5 gocce d'acqua

0,26 mL per il raffreddamento, nel data center

Un prompt costa quasi niente. Il problema è il «quasi» moltiplicato per miliardi di volte al giorno.

Fonti: Google Cloud, «Measuring the environmental impact of AI inference» (ago. 2025); Epoch AI (feb. 2025); S. Altman, OpenAI (giu. 2025)

Come consuma un’IA?

Le fasi del consumo

ADDESTRAMENTO

Una volta sola, enorme

Il modello «legge» una fetta di internet e aggiusta miliardi di parametri. Settimane o mesi di lavoro su decine di migliaia di chip, in un unico data center.

~gigawattora

RAG - (MESSA A PUNTO E INDICIZZAZIONE)

Piccola, ripetuta

Si specializza il modello su un compito
Si trasformano i documenti in mappe (embedding)

E' un costo per ogni documento.

da frazioni di wattora a kW per pagina

INFERENZA

Molto piccola, alta molteplicità

Ogni domanda che facciamo. Il modello addestrato produce la risposta parola per parola.

Costa pochissimo, ma succede in continuazione, ovunque, 24 ore su 24.

wattora, moltiplicati per miliardi

Fino a qualche anno fa il costo era quasi tutto addestramento.

Oggi la maggior parte dell'energia va nell'inferenza (60-90%), e la quota cresce con l'uso.

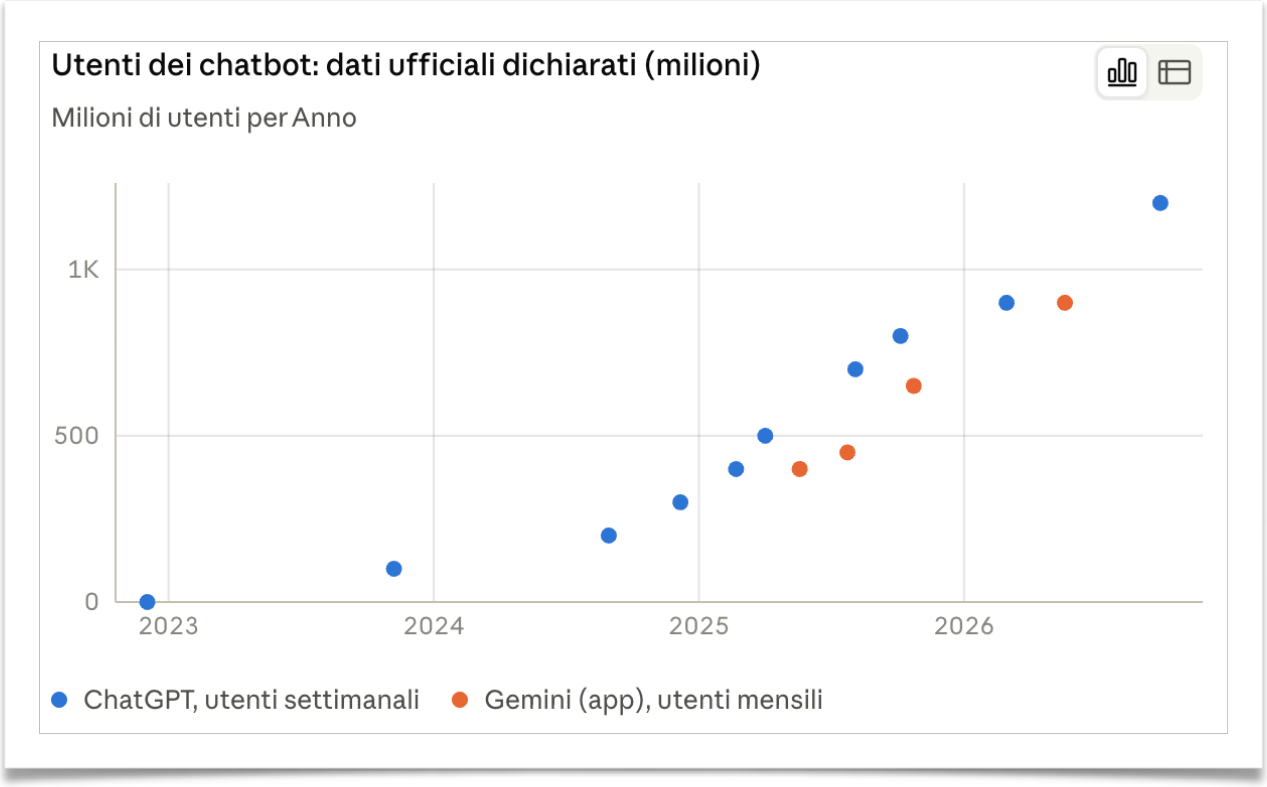
Misuriamo produzione e consumo per token, la "sillaba" dell'IA

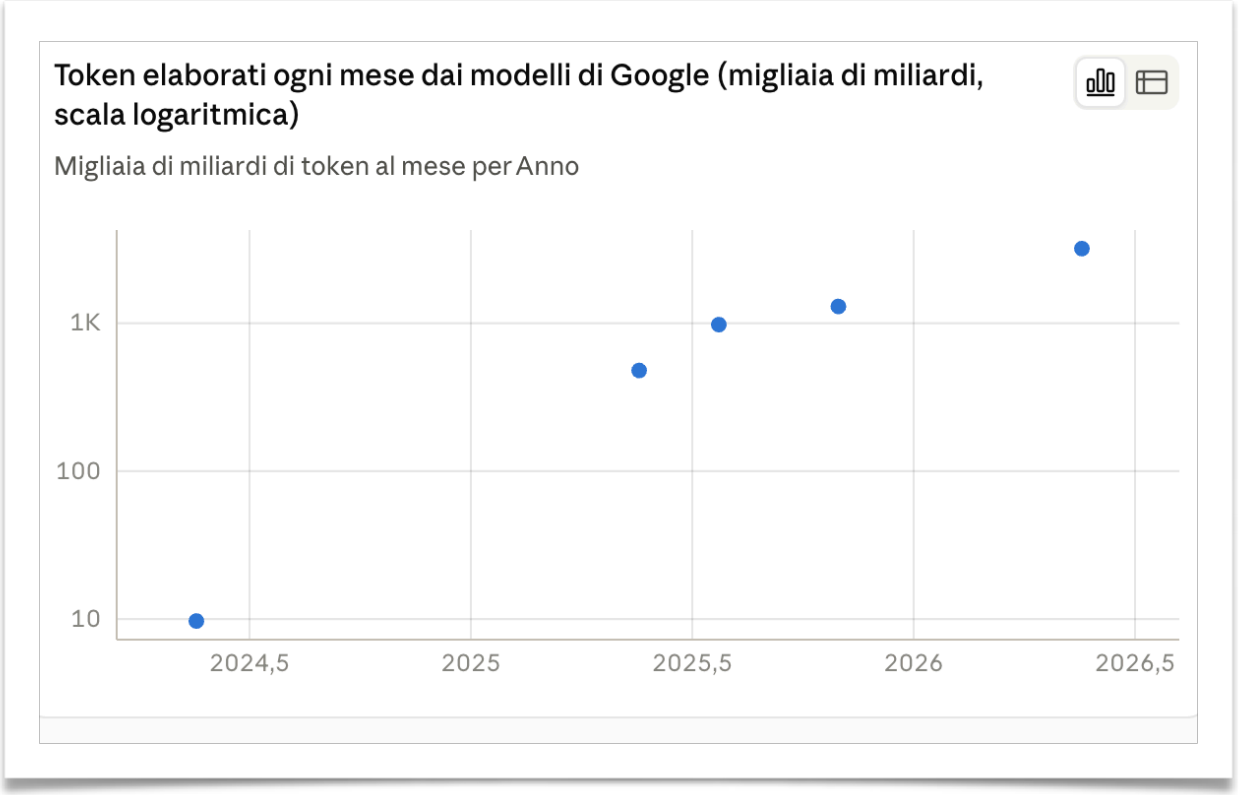
Fonti: IEA, Energy and AI (2025); stime degli operatori sulla quota di inferenza (60–90% dell'energia IA, a seconda del servizio).

Le fasi del consumo

ChatGPT (2025): ~2,5 miliardi di prompt al giorno, **~7,5 × 10^{10} prompt/mese**

Un prompt vale ~10^3-10^4 token



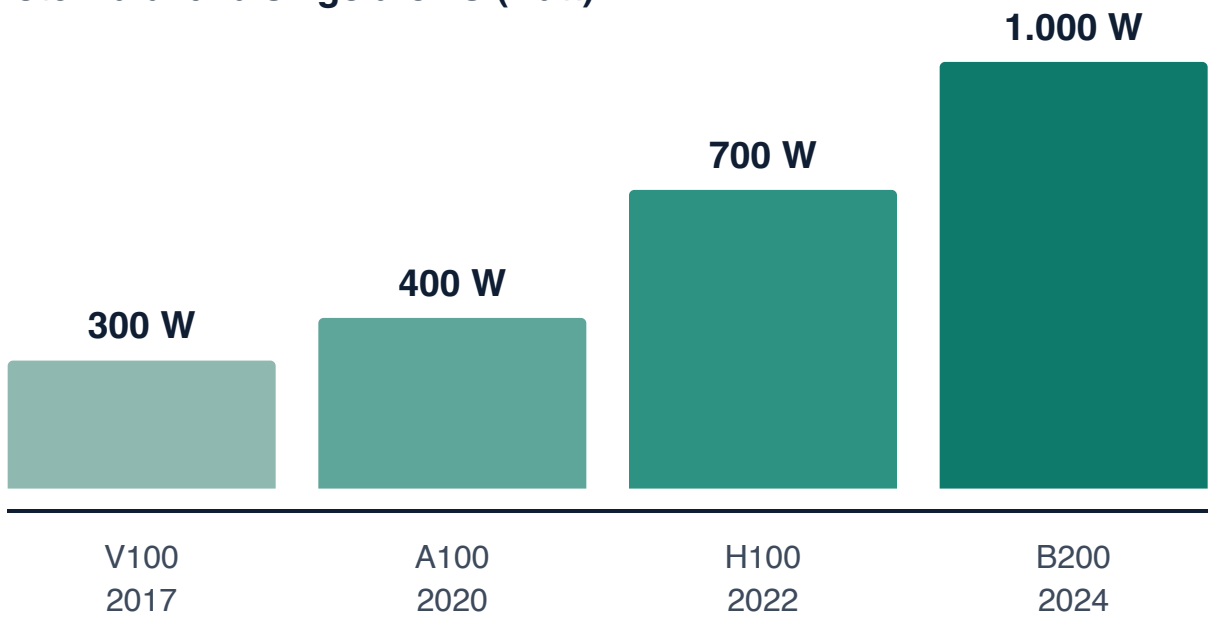


1) il numero di utenti cresce linearmente
2) il numero di prompt per utente è ~stabile
3) il numero di token cresce esponenzialmente (ragionamento profondo)

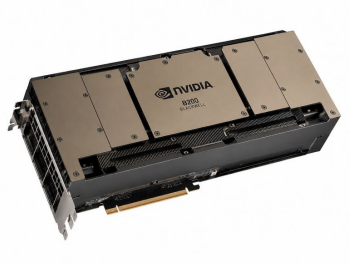
Non facciamo più domande, ma ogni domanda fa lavorare sempre di più la macchina

Calcolo più efficiente, ma più affamato

Potenza di una singola GPU (watt)







×11

densità di potenza dei server dal 2020 al 2025

×4 attese entro il 2027

≈120 kW

un solo armadio da 72 chip di ultima generazione

come 40 contatori domestici da 3 kW al massimo

÷10 ogni anno

l'energia per singolo compito IA cala di almeno dieci volte l'anno.

Potenze nominali dichiarate da NVIDIA (V100, A100, H100, B200; armadio GB200 NVL72); IEA, Key questions on Energy and AI (apr. 2026).



NVIDIA DGX GB200 NVL72

72 GPU/CPU GB200

Per l’intelligenza artificiale (FP4 sparse): 1,44 EFLOPS

Per il calcolo scientifico tradizionale (FP64): 2,88 PFLOPS

130 kW

1/80 di Leonardo

il supercomputer CINECA

Addestramento: una volta sola, ma costoso

GPT-3 · 2020

1,3 GWh

il consumo annuo di circa 500 famiglie.

Misura pubblicata.

LLAMA 3.1 405B · 2024

≈20 GWh

circa 7.000 famiglie. Stima dalle 31 milioni di ore-GPU dichiarate da Meta.

GROK 4 · 2025

≈310 GWh

circa una anno di 115.000 famiglie (~Perugia)

Stima di Epoch AI, incertezza alta.

Famiglia tipo: 2.700 kWh l'anno

In cinque anni il costo di un singolo addestramento è cresciuto di trecento volte.

I modelli di punta si riaddestrano ogni pochi mesi.

Fonti: Patterson et al. (2021) per GPT-3; Meta, Llama 3.1 model card (2024), stima a potenza nominale 700 W per GPU; Epoch AI, «Grok 4 training resources» (2025).


Ritorno al Futuro 1,21 gigowatt - www.glianni80.com
Gli Anni 80
0:00 / 2:03
Altri video
YouTube

L'inferenza

Che cosa chiedi	Energia stimata	LED da 10 W accesa per…
Una domanda di testo a un modello efficiente	0,24–0,3 Wh	meno di 2 minuti
La stessa domanda a un modello enorme (400 miliardi di parametri)	≈2 Wh	12 minuti
Un'immagine generata	0,3–3 Wh	da 2 a 18 minuti
Un video di 5 secondi	≈1 kWh	4 giorni
Una risposta «ragionata», o un agente	×10 – ×100 parole generate	in proporzione

Fattori rilevanti:

La dimensione del modello
La lunghezza della risposta
Il tipo di contenuto.

da 5/2024 a 5/2025 Google dichiara che un prompt consuma 33 volte meno energia

Fonti: Google (2025); MIT Technology Review, «We did the math on AI's energy footprint» (mag. 2025), misure su modelli aperti (Llama 3.1, Stable Diffusion 3, CogVideoX); Luccioni et al. (2024).

Dipendenza dal canale

Chat e app · costo minimo

Chi offre il servizio sceglie il modello: per le domande *semplici* ne usa uno piccolo e riusa le risposte frequenti.

Via API, dentro altri software · variabile

Chi sviluppa sceglie modello e quantità di testo da leggere: un modello grande con documenti lunghi costa dieci volte di più per la stessa domanda.

Indicizzare e cercare (RAG) · si paga 2 volte poco

I documenti si trasformano in numeri una volta sola (embedding); poi ogni ricerca costa una frazione di prompt. Quasi sempre conviene.

Agenti autonomi · si moltiplica

Un compito può richiedere decine o centinaia di chiamate al modello, una dopo l'altra. È qui che il costo per «domanda» esplode.

Conta quale modello, quale contesto, quanto lunga è la risposta e quante volte il modello viene chiamato.

Quanto usiamo l’IA?

Accelerazione inedita

cittadini

100 mln — **2022**: utenti di ChatGPT in due mesi dal lancio

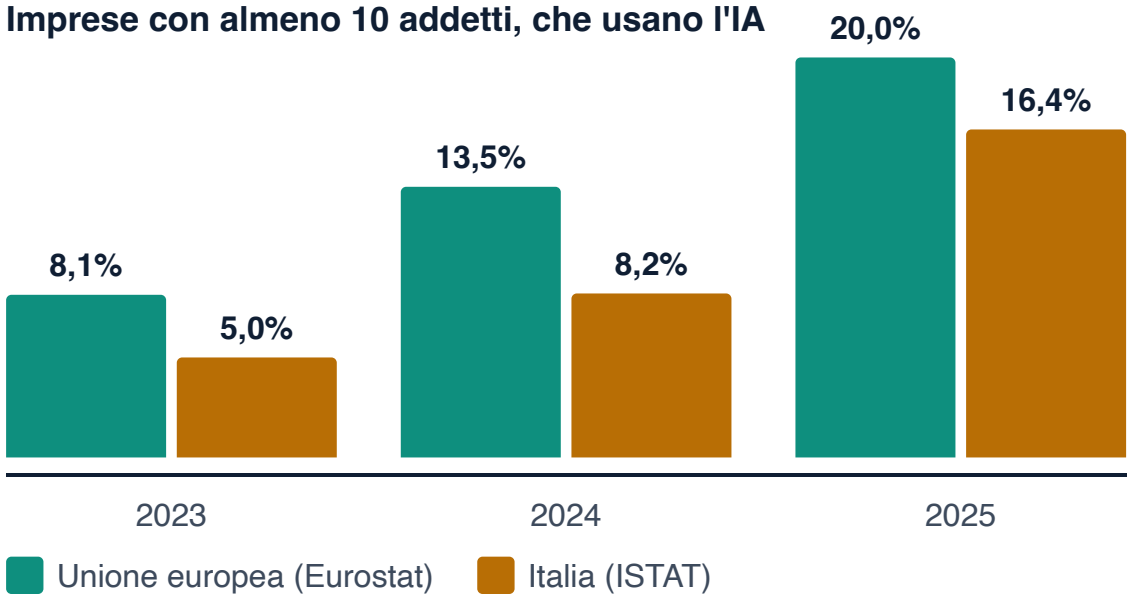
800 mln — **2025**: utenti settimanali, solo per ChatGPT

1 su 3 — **europei** (16–74 anni) che ha usato l'IA generativa nel 2025; tra i giovani 16–24 anni, quasi 2 su 3

1 su 5 — **in Italia** (19,9%) (penultimi in Europa)

imprese

	Piccole (10-49)	Medie (50-249)	Grandi (250+)	Totale
UE 2025	17%	30%	55%	20%
Italia 2025	15,7% (PMI, 10-249)		53,1%	16,4%



In tre anni l'uso nelle imprese è più che raddoppiato in Europa e più che triplicato in Italia.

Eurostat, Use of AI in enterprises (dic. 2025) e ICT usage in households (2025); ISTAT, Imprese e ICT (dic. 2025); OpenAI (ott. 2025). Indagini diverse: il confronto UE–Italia è indicativo.

In ordine sparso…

Scuola e università

39% dei giovani europei (16–24) usa l'IA generativa per studiare.

In Italia la usa in generale il 47% dei giovani, contro il 64% della media UE.

Ricerca e lavoro

15% degli adulti europei la usa per lavoro mancano misure sistematiche dei consumi che genera.

Pubblica amministrazione

? Dati frammentari: sportelli, chatbot e protocolli stanno adottando l'IA, ma nessuno misura ancora quanta e con quali consumi. **L'AI Act porterà obblighi di trasparenza.**

Imprese

55% delle grandi imprese europee usa l'IA (53% in Italia), contro il 17% delle piccole. Il divario grandi–piccole si allarga ogni anno.

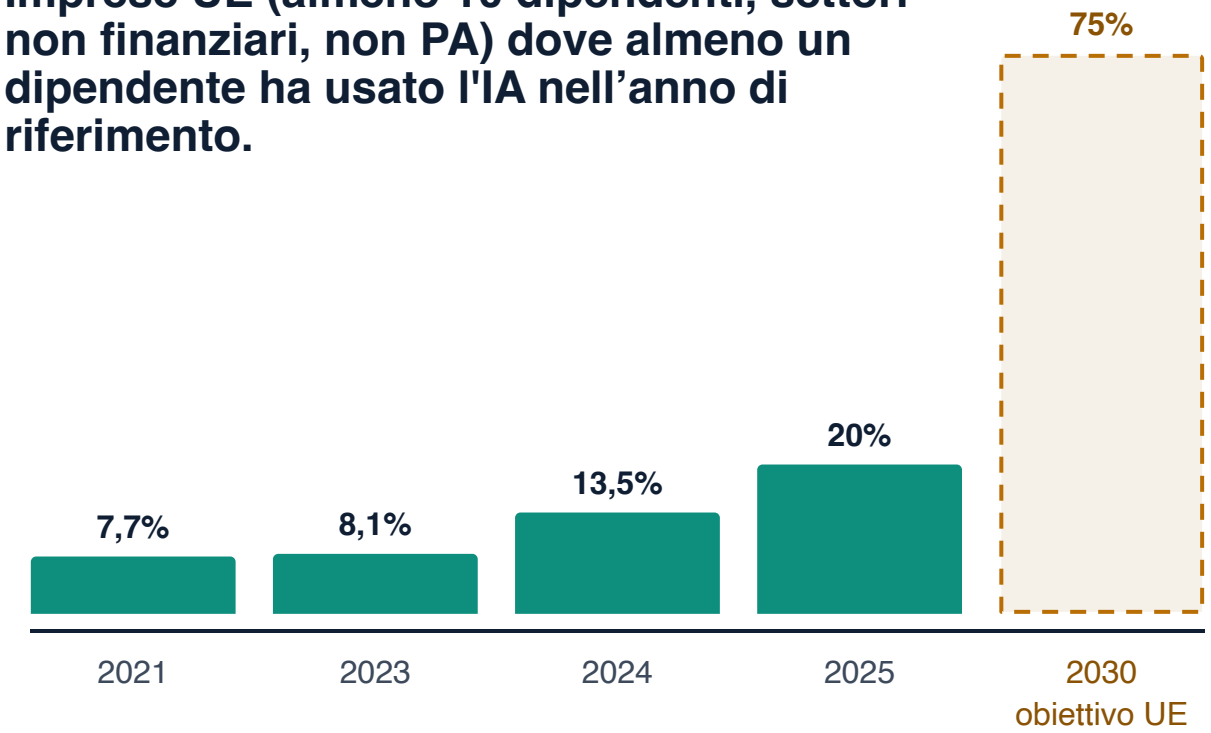
Le statistiche sono relative a chi usa l’IA, non quanto la usa

Le previsioni sui consumi energetici quindi partono da ricognizioni indirette e non dall’uso

Fonti: Eurostat, ICT usage in households and by individuals (2025) e Use of AI in enterprises (2025); ISTAT, Imprese e ICT (2025). Per la PA non esistono rilevazioni statistiche comparabili.

IA 2030

Imprese UE (almeno 10 dipendenti, settori non finanziari, non PA) dove almeno un dipendente ha usato l'IA nell’anno di riferimento.



Se la crescita è sostenuta

Circa metà delle imprese europee entro il 2029. È un'estrapolazione, le curve di adozione prima o poi saturano

L'obiettivo politico

Il «Decennio digitale» europeo chiede che nel 2030 il 75% delle imprese usi cloud, big data o IA.

L'uso che non si vede

Ricerche web, foto, e-mail, assistenza clienti: l'IA entra nei servizi che usiamo già. Per i consumi conterà più questo dell'uso dichiarato.

Fonti: Eurostat (2021–2025); Commissione europea, Digital Decade policy programme 2030. La barra tratteggiata è un obiettivo, non una proiezione.

Quanto consuma l’IA?

I data center del mondo

485 TWh

energia complessiva consumata dai data center nel 2025, nel mondo.

Consumo elettrico globale in Italia
~312 TWh

+17%

in un solo anno (2025)

+50%

il consumo dei data center dedicati all'IA, sempre nel 2025

45 · 25 · 15

la quota percentuale di Stati Uniti, Cina ed Europa sui consumi mondiali (2024)

100.000 famiglie

il consumo di un solo data center IA da 100 MW.

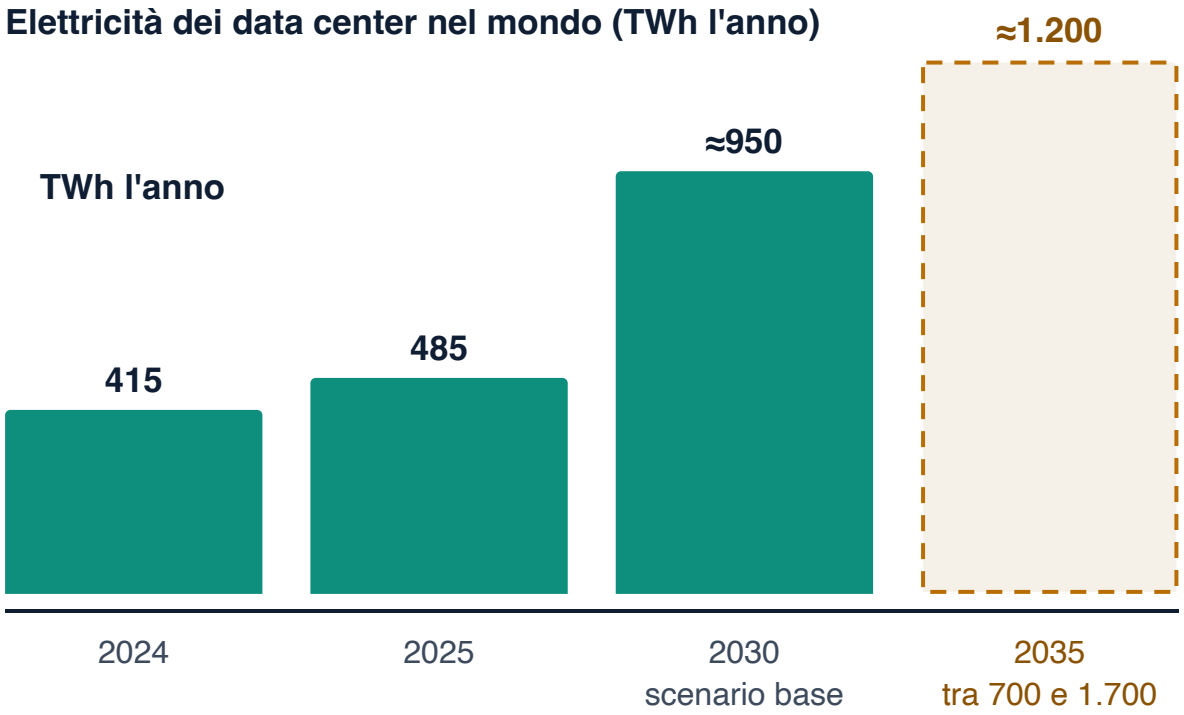
Circa l'1,5–2% dell'elettricità mondiale.

Non è il consumo in sé ma la velocità di aumento che preoccupa.

Investimenti: oltre 400 miliardi di dollari nel 2025 dalle cinque maggiori aziende tecnologiche, con un ulteriore +75% atteso a fine 2026.

Fonti: IEA, Energy and AI (apr. 2025) e Key questions on Energy and AI (apr. 2026); Terna per i consumi italiani (2024). La quota IA è stimata, non misurata.

IA 2030



Nel 2030: il 3% dell'elettricità mondiale

più di quanta ne consuma oggi tutto il Giappone. Tre volte l'Italia.

La parte IA triplica

da circa 155 a 465 TWh: nel 2030 l'IA da sola varrà metà dei data center.

Chi tira la crescita della domanda elettrica al 2030?

I data center sono

il 10% della crescita mondiale
il 20% nei Paesi avanzati
~50% negli Stati Uniti.

Fonti: IEA, Energy and AI (2025) e Key questions on Energy and AI (2026). Il 2035 è un intervallo tra scenari: la barra tratteggiata indica il caso base.

Europa: pochi poli, molta concentrazione

45–65 TWh

i consumi data center nel 2022 in EU sono 1,8 - 2,6% dell’elettricità totale

21% in Irlanda

la quota dell'elettricità nazionale assorbita dai data center.
Paesi Bassi oltre il 5%. Poi i poli storici: Dublino, Amsterdam, Francoforte, Parigi; ora Milano.

fino a 287 TWh

nel 2030, nello scenario alto (+160%): più dell'intero consumo elettrico della Spagna. Più di metà verrebbe da impianti nuovi.

5 → 39 Mt CO_2

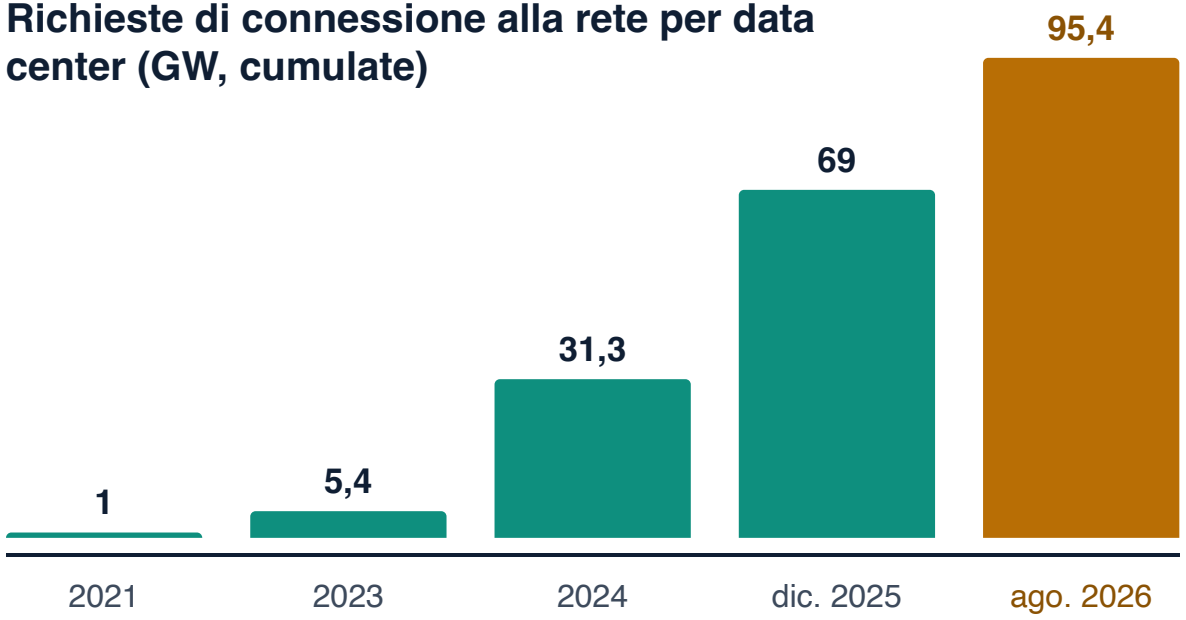
le emissioni annue dei data center UE dal 2025 al 2030 **se la crescita fosse alimentata a fonti fossili**;

Dal 2024 i data center europei sopra i 500 kW devono dichiarare consumi, acqua ed efficienza alla Commissione (le stime diventeranno precise).

Fonti: JRC, Energy consumption in data centres and broadband networks in the EU (2024); Beyond Fossil Fuels su dati IEA e McKinsey (2025); Direttiva UE 2023/1791 sull'efficienza energetica.

Italia. 95 GW chiesti ma mezzo GW reale

Richieste di connessione alla rete per data center (GW, cumulate)



5,8 TWh consumati dai data center italiani nel **2024**: l'**1,9% del totale nazionale**, come 2 milioni di famiglie, circa quanto l'intera Umbria

513 MW la potenza realmente connessa oggi, in 226 impianti. Solo 1,9 GW di richieste sono in fase avanzata

46 GW richiesti nella sola Lombardia, quasi metà del totale, concentrati intorno a Milano

7–13% la quota dei consumi elettrici nazionali che i data center potrebbero raggiungere nel **2035**

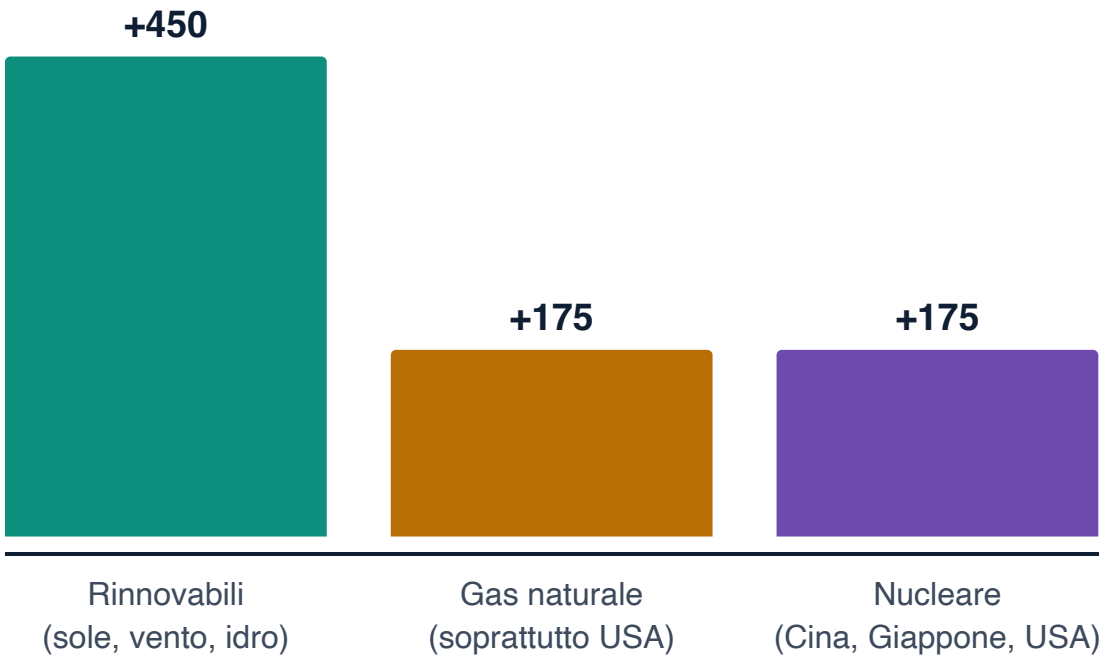
95 GW: una volta e mezza il picco di domanda di tutta l'Italia, su una potenza installata ad oggi di ~150 GW
Meno di una richiesta su dieci diventerà un impianto: bolla di carta, problema di rete reale.

Fonti: Terna, richieste di connessione (ago. 2026, 531 richieste); Politecnico di Milano, Energy & Strategy, Digitalization and Decarbonization Report (gen. 2026). Il confronto con l'Umbria è un ordine di grandezza.

Da dove viene l’energia?

Alimentare la crescita

Nuova generazione per i data center da qui al 2035 (TWh l'anno)



≈ metà **da rinnovabili.**

40% dei contratti aziendali di acquisto di energia rinnovabile (PPA) firmati nel 2025 sono del settore tecnologico

25 → 45 GW accordi condizionati tra data center e piccoli reattori nucleari (SMR) in un anno. I primi accesi intorno al 2030

gas in sito turbine a gas costruite dentro il recinto del data center, senza passare dalla rete: una novità del 2025, quasi tutta americana

Metà pulita, metà no. La metà sporca è quella che si accende prima.

Per il nucleare sussistono inoltre problemi aggiuntivi: tempi, costi, scorie e catena di fornitura.

Fonti: IEA, Energy and AI (2025), scenario base al 2035; IEA, Key questions on Energy and AI (2026) per PPA, SMR e gas in sito.

Quanto pulita

SULLA CARTA

«Alimentato al 100% da energia rinnovabile»

Energia verde con contratti e certificati, ovunque e in qualunque momento: su base annua i conti tornano, anche quando di notte si usa la rete.

NELLA PRESA ELETTRICA

Che cosa c'è nella rete veramente

Il mix reale all'impianto è molto diverso dai contratti acquisiti. Google, «100% rinnovabile» dal 2017, dichiara il **66%** di energia pulita misurata nel 2024 (CFE - Carbon Free Energy).

180 → 300 Mt

CO_2 l'anno dai data center nel mondo, da oggi al 2035 nello scenario base; fino a 500 Mt in quello di decollo (accelerazione)

1 → 3–8 Mt

CO_2 l'anno in **Italia**, dal 2024 al 2030. L'intervallo ampio dipende dal mix green

Quanta energia rinnovabile usare? o meglio…
da dove arriva la corrente quando il sole è tramontato?

Fonti: IEA, Energy and AI (2025); Google Environmental Report (2025); Politecnico di Milano, Energy & Strategy (2026). Mt = milioni di tonnellate di CO_2 equivalente.

Nucleare e Gas

Nucleare: contratti ventennali

Microsoft + Constellation · riaccende un reattore di Three Mile Island (835 MW), previsto dal 2027

Google + Kairos Power · 500 MW da piccoli reattori modulari entro il 2035, primo sito entro il 2030

Amazon + Talen · 1,9 GW dalla centrale di Susquehanna fino al 2042

Meta + Constellation · 1,1 GW dalla centrale di Clinton (Illinois) per vent'anni

Gas: turbine dentro il recinto

xAI, Memphis · circa 200 MW di turbine a gas in sito più 300 MW dalla rete; fino a 35 turbine contate dal satellite nel 2025

xAI, Mississippi · 1,2 GW di generatori autorizzati nel 2026, decine già in funzione come «mobili»; cause legali in corso

Meta Hyperion, Louisiana · tre nuove centrali a gas da 3 miliardi di dollari costruite localmente

Il nucleare nuovo arriva dopo il 2030; intanto si riaccendono o si riservano centrali esistenti, togliendo energia pulita alla rete comune.
Il gas è immediatamente disponibile

Fonti: Trellis (giu. 2025) e comunicati aziendali per gli accordi nucleari; Cleanview, Behind-the-meter data centers (mag. 2026) e MDEQ per xAI; stampa USA per Hyperion.

Consumi oltre la potenza elettrica?

Acqua

0,26 mL

per prompt, nel data center.

L'acqua «indiretta» vale fino al doppio

222 mld L nel 2025

di acqua consumati nel 2025 dai data center del mondo per raffreddarsi (89.000 piscine olimpiche)

×3 nel 2030

644 miliardi di litri senza interventi;
388 con misure aggressive di risparmio

LO SCAMBIO

Raffreddare «a secco» risparmia circa **2 litri per kWh**, ma costa 0,3–0,7 kWh in più.
Acqua ed energia sono connesse…e l'acqua costa meno

QUANTO VARIA

Efficienza idrica dichiarata: da 0,12 litri per kWh (Amazon) a 0,91 (Equinix); **da 0,02 a Stoccolma a 2,85 a Giacarta.**

IL TRAINING

Per un solo addestramento come Grok 4 la stima è di circa 750 milioni di litri: l'acqua di 300 piscine olimpiche.

Il problema è dove installare l'impianto, e la disponibilità d’acqua

Italia ha temperature medie elevate e siccità sempre più frequenti, la scelta del sito e del sistema di raffreddamento è essenziale.

Fonti: Google (2025); Rystad Energy (2026); rapporti di sostenibilità AWS, Meta, Microsoft, Digital Realty, Equinix; S. Ren, UC Riverside; Epoch AI. Piscina olimpica = 2,5 milioni di litri.

Suolo, rete e rifiuti

SUOLO

≈1.500 ettari

il campus di Meta in Louisiana (Hyperion)

oltre 2.000 campi da calcio, in una zona rurale, con tre nuove centrali a gas accanto.

RETE

1 su 5

i progetti di data center senza disponibilità di rete.

Trasformatori e turbine: anni di attesa. In Italia, 95 GW di richieste da istruire entro il 2030 sono irrealistiche

MATERIALI

1,2–5 Mt

di rifiuti elettronici in più nel mondo entro il 2030 per l'IA generativa.

Le GPU si cambiano ogni 3–5 anni; gallio, germanio e terre

Il chilowattora è il costo più facile da contare…

Fonti: stampa USA su Hyperion (2.250 + 1.400 acri, 2026); IEA, Energy and AI (2025); Wang et al., Nature Computational Science (2024), stima cumulata 2020–2030.

Oltre le domande

Più efficienti ma più affamati

PER SINGOLO COMPITO

÷10 l'energia per compito IA cala di almeno dieci volte ogni anno (IEA)

÷33 un prompt a Gemini, in dodici mesi, a parità di qualità (Google)

IN TOTALE

+17% i consumi dei data center nel mondo in un anno (2025)

+50% quelli dei data center dedicati all'IA, nello stesso anno

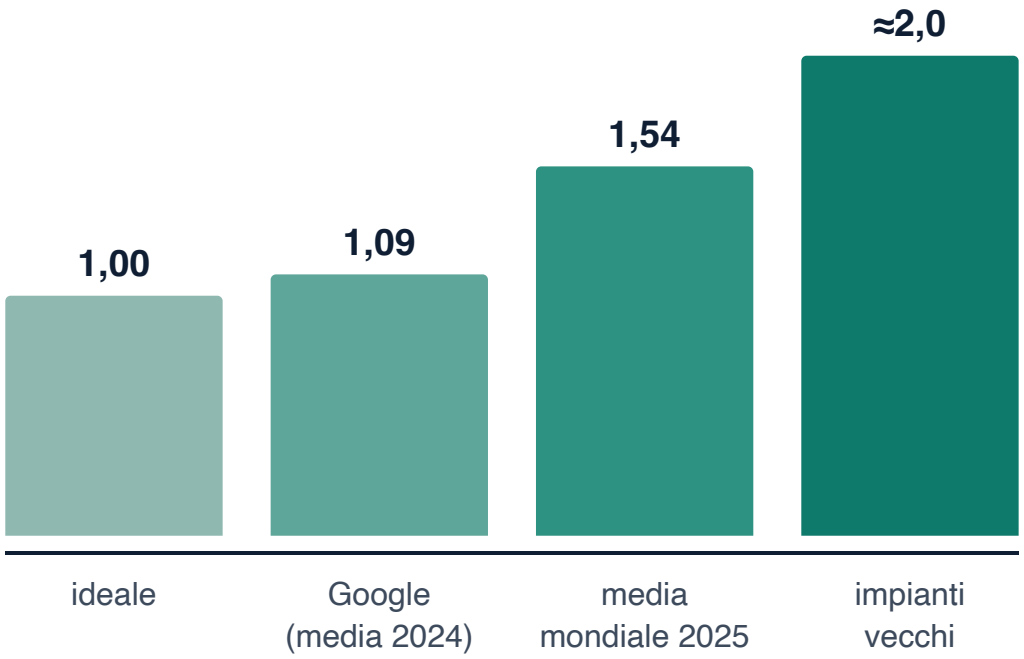
Paradosso di Jevons, 1865
quando una risorsa diventa più efficiente, se ne consuma di più, non di meno.

Le leve tecniche esistono e funzionano: modelli piccoli e distillati, numeri compressi (quantizzazione), esperti attivati solo quando servono, risposte in cache, il modello giusto per ogni compito.

Fonti: IEA, Key questions on Energy and AI (2026); Google Cloud (2025); W. S. Jevons, The Coal Question (1865).

Raffreddare costa - il PUE (power usage effectiveness)

kWh totali spesi per ogni kWh di calcolo (PUE)
Efficacia del consumo energetico



Un PUE di 1,54 per ogni kWh di calcolo se ne spende **un altro mezzo** in raffreddamento, ventilazione e perdite elettriche.

In Italia il raffreddamento vale il 25–30% dei consumi dei data center.

Liquido direttamente sul chip
Un liquido porta via il calore molto meglio dell'aria: si raffredda il processore e non la stanza.

Il calore si riusa
Teleriscaldamento di quartieri interi (Stoccolma, Helsinki): la direttiva europea ora chiede di valutarlo per ogni nuovo impianto.

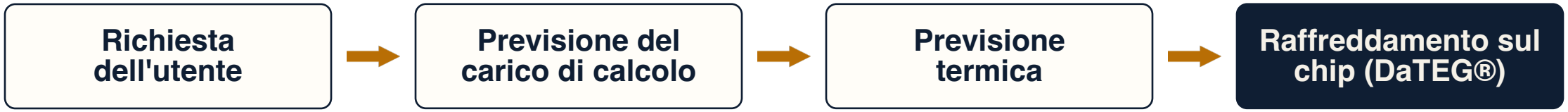
Dove e quando
Clima fresco, aria esterna gratis per gran parte dell'anno; **e raffreddare solo i chip che lavorano, quando lavorano.**

Fonti: Uptime Institute, Global Data Center Survey (2025); Google (2025); Politecnico di Milano, Energy & Strategy (2026); Direttiva UE 2023/1791.

PERUGIA SUSTAINABLE EDGE OPEN DATA

PERSEO, raffreddare dove e quando serve

Accordo di ricerca biennale: Dipartimento di Fisica e Geologia UNIPG · Comune di Perugia · GemaTEG · E4 Computer Engineering. Un'infrastruttura di calcolo **edge**: modulare, efficiente, vicina ai dati e sotto controllo pubblico.



Il ciclo si chiude

Lo scheduler assegna il calcolo e regola il raffreddamento insieme, chip per chip, in anticipo sul carico. Niente più stanze gelate per pochi processori accesi.

POD modulari

Unità di calcolo autonome, con storage e rete, componibili. Banco di prova: il cluster UniNuvola del Dipartimento; primo prototipo entro due anni.

Dati che restano qui

Due casi pilota:

1) ricerca (CAOS: onde gravitazionali)
2) pubblica amministrazione, imprese.

I dati sensibili non lasciano il territorio

Meno energia per lo stesso calcolo, e il calcolo dove servono i dati (alternativa all’iperscala)

Fonte: Accordo di ricerca in collaborazione PERSEO, Allegato A (2026). Responsabile scientifico UNIPG: prof. Helios Vocca.

Dati Solari: il calcolo che segue il sole

Un data center alimentato solo dal sole, in isola

Fotovoltaico dedicato e accumulo, senza collegamento alla rete.

Obiettivo: un modello replicabile di calcolo scientifico sostenibile.

È il calcolo che si adatta al sole: classi di lavori differibili di giorno, servizi essenziali sempre.

Lo scheduler predittivo di PERSEO è uno degli strumenti adatti.

IL CONTO DELLA SERVA, DA FISICO-SERVO

1.405 kWh	l'anno per ogni kW di pannelli, a Perugia, inclinati di 36°
≈6 kWp	per alimentare 1 kW di calcolo continuo sul bilancio annuo: circa 30 m² di pannelli
≈11 kWp	se si vuole reggere anche dicembre (2,2 kWh per kWp al giorno): il sole d'inverno è meno della metà
≈2.4 MWh	batterie da ≈2,4 MWh per ogni giorno di autonomia
≈1 ettaro	suolo

per un cluster solare da ~**100 kW** (72 GB200) servono 4-5 Meu

Fonti: Piano strategico di mandato UNIPG, linea di intervento 4 (scheda di proposta); PVGIS 5.2 (JRC), Perugia, perdite di sistema 14%. Ordini di grandezza: raffreddamento e perdite di accumulo esclusi.

Watt's in a prompt?

1. Un prompt costa come nove secondi di TV. Miliardi di prompt costano come una nazione: 485 TWh nel 2025, il doppio nel 2030.
2. L'efficienza cresce dieci volte l'anno; la domanda cresce di più.
3. L'Italia ha 95 GW di richieste e mezzo GW di impianti: serve pianificazione su rete, acqua e suolo, non panico.
4. Sostenibilità - La risposta ha due volti, e a Perugia vorremmo studiarle entrambe: calcolo efficiente e locale (PERSEO), energia pulita dedicata (Dati Solari).

(Grazie!)

Fonti principali: IEA, Energy and AI (2025, 2026); Google Cloud (2025); Eurostat e ISTAT (2025); Terna (2026); Politecnico di Milano, Energy & Strategy (2026); Rystad Energy (2026); Epoch AI (2025); JRC (2024); PVGIS (JRC).