



Per generare l'elettricità necessaria per sostituire la benzina con energia green sarebbe necessario coprire la maggior parte di ogni superficie disponibile del pianeta con pannelli solari⁶²

Le attività di ricarica degli EVs saranno sempre più energivore: al fine di soddisfare il desiderio di tempi di permanenza brevi durante la ricarica lontano da casa o dal luogo di lavoro, una recente ricerca finanziata dal Dipartimento dell'Energia degli Stati Uniti (DOE) mira a ridurre quanto prima il tempo di ricarica tipico, aumentando i livelli di potenza fino a 400 kW ed i produttori di apparecchiature originali (OEM) stanno producendo veicoli in grado di accettare livelli di potenza più elevati, tra cui la Tesla Model 3 (che come visto accetta 250 kW) e la Porsche Taycan (che accetta 350 kW) . Le reti di ricarica rapida, tra cui Electrify America ed EVgo, hanno entrambe distribuito caricatori da 350 kW e la nuova tecnologia ChargePoint può erogare fino a 500 kW⁶³. Auto costosissime che minerebbero la fine della libertà di mobilità così come la conosciamo oggi.

In un articolo del 2021 dal titolo "Impatto della ricarica dei veicoli elettrici sulla domanda di energia elettrica degli edifici commerciali", gli autori Madeline Gilleran, Eric Bonnema, Jason Woods, Partha Mishraa, Ian Doebber, Chad Hunter, Matt Mitchell, e Margaret Mann prendono in esame diversi studi volti a valutare l'impatto delle stazioni di ricarica dei veicoli elettrici sulla rete esaminando numerose dimensioni di stazioni, livelli di potenza di ricarica e fattori di utilizzo in varie zone

⁶² <https://www.businessinsider.com/map-shows-solar-panels-to-power-the-earth-2015-9?r=US&IR=T>

⁶³ <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S2666792421000548?token=AC6676B8C611AD5CE0E12A02B9D4E8F0AEF24B0A3635CD33A44D1615D2AD7F1F673B0F37BA97D1B5C16853437F897026&originRegion=eu-west-1&originCreation=20220909023822>

climatiche e nelle diverse stagioni⁶⁴. Le conclusioni rivelano che una stazione di ricarica per veicoli elettrici può potenzialmente far impallidire la domanda di energia elettrica di un grande edificio, se gravita sullo stesso contatore, aumentando il picco mensile della domanda di energia elettrica fino ad oltre il 250%⁶⁵.

Considerando più in generale l'impatto in agglomerati di qualche milione di abitanti, non è difficile intuire che la capillare distribuzione imporrà un ricablaggio dell'intera rete elettrica sia urbana che extra urbana, il ridimensionamento dei cavi utilizzati e la presa in considerazione dell'incremento di inquinamento elettromagnetico urbano a causa delle intense correnti necessarie (oltre a decenni di lavoro).

L'inquinamento elettromagnetico



In Australia la maggioranza delle colonnine di ricarica è fuori servizio: la rete non ha elettricità per supportarle⁶⁶

Uno studio della rivista *Bioelectromagnetics*, ha analizzato la comparazione dei livelli dei campi magnetici a bassa frequenza (range compreso tra 40 Hz -1 kHz) emessi nei veicoli elettrici e in quelli alimentati a benzina, con lo scopo di verificare se i parametri rilevati sono al disotto dei limiti di legge riportati nelle Linee Guida dell'ICNIRP (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection), utilizzando come campione 14 veicoli: 6 a benzina, 5 auto elettriche e 3 auto ibride⁶⁷. I risultati sono incoraggianti: il campo magnetico medio misurato sulle

64

<https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S2666792421000548?token=AC6676B8C611AD5CE0E12A02B9D4E8F0AEF24B0A3635CD33A44D1615D2AD7F1F673B0F37BA97D1B5C16853437F897026&originRegion=eu-west-1&originCreation=20220909023822>

65

<https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S2666792421000548?token=AC6676B8C611AD5CE0E12A02B9D4E8F0AEF24B0A3635CD33A44D1615D2AD7F1F673B0F37BA97D1B5C16853437F897026&originRegion=eu-west-1&originCreation=20220909023822>

66 <https://thedriven.io/2022/03/28/why-are-so-many-ev-charging-stations-out-of-order-are-they-reliable/>

67 <https://www.ideegreen.it/auto-elettriche-e-campi-elettromagnetici-38879.html>

veicoli elettrici è dell'ordine di 0.095 mT contro un livello medio di 0.051 mT rilevato sulle macchine a benzina. Valori molto più alti sono stati misurati sui camion (0.146 mT per quelli alimentati elettricamente, 0.081 mT per quelli a benzina), ma si tratta in ogni caso di valori che rimangono ampiamente al di sotto dei livelli di riferimento per l'esposizione del pubblico indicati dalla legge⁶⁸.

Le preoccupazioni in merito alle emissioni di campi elettromagnetici degli EVs sono legate però agli effetti indiretti della loro diffusione. Come noto, l'impatto dei campi magnetici intensi sulla salute è una questione controversa⁶⁹: non a caso l'OMS, l'Organizzazione Mondiale della Sanità, ha chiamato l'elettrosmog "*l'inquinamento degli anni 2000*"⁷⁰. Numerosi studi, tra cui quelli condotti nel 2000 dalla facoltà di medicina dell'Università di Bristol, quello nel 2017 della Fondazione Veronesi, quello di Alessandro Miani (Presidente di SIMA Società Italiana di Medicina Ambientale) hanno prodotto risultati controversi sulla patogenicità (ipotesi di cancerogenicità fra tutti) dei campi magnetici, ma sono largamente concordi sull'interferenza sul corpo umano e quindi sulla loro potenziale pericolosità⁷¹.

In Italia questa incertezza ha condotto, ai fini della protezione della popolazione dall'esposizione ai campi elettrici e campi magnetici, al Decreto dell'8 luglio 2003 che ha fissato i limiti di esposizione di campo elettrico (5kV/m) e magnetico (100 mT) per la protezione da possibili effetti a breve termine. Sono stati anche stabiliti dei valori di attenzione (10 mT) e l'obiettivo di qualità (3 mT) del campo magnetico per la protezione da possibili effetti a lungo termine nelle aree di gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenza non inferiore a quattro ore giornaliere⁷².

Se l'intera distribuzione andrà ridisegnata per reggere potenze notevolmente più grandi di quelle attuali, ciò comporterà emissioni elettromagnetiche enormi, dall'entità difficilmente prevedibile, soprattutto in ambito urbano. A questo punto viene da chiedersi se, in sede UE, qualcuno abbia avuto la minima contezza degli ordini di grandezza che, una scelta simile, possa aver generato – o se qualcuno si sia quantomeno posto il problema. Mentre scriviamo non sembra ci sia alcun riferimento a riguardo.

La vita di una batteria. Con l'acquisto dei primi EVs, il timore di dover affrontare prima o poi un notevole costo per la sostituzione delle batterie era concreto. Ciò non è più così vero, poiché oggi esistono batterie con un ciclo di vita che può

⁶⁸ <https://www.ideegreen.it/auto-elettriche-e-campi-elettromagnetici-38879.html>

⁶⁹ https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/it/dokumente/elektrosmog/ud-umwelt-diverses/elektrosmog_in_derumwelt.pdf.download.pdf/elektrosmog_nellambiente.pdf ;
https://archivio.pubblica.istruzione.it/news/2004/allegati/opuscolo_informativo_su_campi_elettromagnetici.pdf ;

⁷⁰ https://www.voltimum.it/sites/www.voltimum.it/files/fields/attachment_file/it/others/H/2006021446698321uinam-ento_elettromagnetico.pdf

⁷¹ <https://www.fondazioneveronesi.it/magazine/articoli/lesperto-risponde/abitare-vicino-a-torri-elettriche-e-trallicci-puo-essere-pericoloso-per-la-salute>

⁷² <https://www.gazzettaufficiale.it/eli/gu/2003/08/29/200/sg/pdf> Gazzetta Ufficiale n.200 del 29 agosto 2003, Pag. 11

superare i 10 anni: è vero che la perdita di efficienza legata all'uso è progressiva, ma è comunque trascurabile⁷³. Una legge federale negli Stati Uniti stabilisce che le batterie di una EV debbano durare almeno otto anni (o 160'000 km), pena l'obbligo di copertura della garanzia da parte del produttore dell'EV, ma ormai tutte le case tutelano i propri clienti usando parametri simili. Il costo di sostituzione, a seconda del modello, può aggirarsi attorno ai 100/130 dollari per kWh (prezzi in grande fluttuazione)⁷⁴. Aggiungendo il costo di manodopera, la spesa assume una grande rilevanza: potrebbe aggirarsi attorno ai 12-20'000 dollari per una batteria inferiore a 50 kWh in veicoli come MG ZS EV, BMW i3, Nissan LEAF e MINI Cooper SE, e fino a 50'000 dollari in veicoli di prestigio a lungo raggio come la Porsche Taycan, la Tesla Model S, la Mercedes-Benz EQC e l'Audi e-tron⁷⁵.



Una Volkswagen ID3 che va in fiamme dopo essere stata disconnessa dalla ricarica⁷⁶

Il rischio d'incendio delle batterie al litio. Questo è un punto dolente che “accende” gli animi: qual è il concreto rischio di incendio ed esplosione delle batterie? Oggi vengono usate celle agli ioni di litio basate su anodi di grafite e catodi di ossido stratificato (NMC, LMO, LFP)⁷⁷ che hanno tra i maggiori vantaggi, rispetto ad altri tipi di batteria, una grande capacità di immagazzinare energia ed estrarla rapidamente. Il punto debole, sul piano della sicurezza, è rappresentato dall'uso dell'elettrolita liquido a base di carbonati organici⁷⁸ che, se sottoposto a sollecitazioni termiche, può incendiarsi con grande rapidità – con conseguente rischio di esplosione ed emissioni di gas acido fluoridrico altamente tossico.

⁷³ <https://www.geotab.com/blog/ev-battery-health/>

⁷⁴ [https://about.bnef.com/blog/battery-pack-prices-fall-to-an-average-of-132-kwh-but-rising-commodity-prices-start-to-bite/#:~:text=For%20battery%20electric%20vehicle%20\(BEV,of%20the%20total%20pack%20price.](https://about.bnef.com/blog/battery-pack-prices-fall-to-an-average-of-132-kwh-but-rising-commodity-prices-start-to-bite/#:~:text=For%20battery%20electric%20vehicle%20(BEV,of%20the%20total%20pack%20price.)

⁷⁵ <https://www.carsales.com.au/editorial/details/how-much-does-it-cost-to-replace-an-ev-battery-136621/>

⁷⁶ <https://ukfiremag.mdmpublishing.com/electric-vehicle-fires-on-ships/>

⁷⁷ <https://www.batterypowertips.com/ev-battery-technologies-from-the-state-of-the-art-to-the-future-energy-stores-faq-2/>

⁷⁸ <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032122003793>

L'incendio delle batterie di un EV sembrerebbe un evento catastrofico (secondo alcuni ben al di sopra dell'incendio di un serbatoio di benzina o di gasolio, secondo altri esattamente il contrario, cosa che certifica il caos nell'interpretazione dei pochi dati a disposizione e forse, in alcuni casi, cattiva fede) per tre principali motivi: a) la rapidità e la violenza della combustione può impedire la tempestiva evacuazione dei passeggeri, l'esplosione ha effetti anche più nefasti. Le batterie occupano l'intero fondo dell'auto, posizione che pone in un elevato rischio i passeggeri⁷⁹; b) il tipo dei materiali ed il loro comportamento in fase di combustione rende difficilmente gestibile (se non impossibile) lo spegnimento in tempi rapidi: occorrono solitamente diverse ore e, anche quando l'incendio è stato domato, c'è la possibilità di un re-innesco, anche a distanza di tempo, con rischio di espansione dell'incendio (il caso dei pompieri costretti a dover gettare in acqua una Tesla poiché non riescono a spegnerla ha fatto scuola⁸⁰); c) la circolazione di elevate tensioni elettriche all'interno dell'EV (anche 800V) obbliga ad una grande attenzione nello spegnimento di incendi: l'uso di liquidi, ad esempio, espone pompieri ed occupanti a deleteri shock elettrici; d) durante la combustione viene emesso abbondante gas acido fluoridrico altamente tossico e fluoruro di fosforile⁸¹ con grave danno per l'ambiente e per i presenti: guai se l'incendio avvenisse in luoghi affollati o in parcheggi al chiuso.

Questo non deve renderci irrazionali: stimare il reale rischio impone il confronto tra modelli basati sull'esperienza e non sulla percezione. Siamo ancora in una fase immatura per ottenere responsi validi. Ma il rischio è concreto: Tesla conferma fino ad oggi ben 97 casi di incendio che hanno causato 38 vittime: la metà degli incendi sono indicati come spontanei, mentre l'altra metà come conseguenti ad incidenti, alcuni anche lievi, ma che hanno comunque innescato la combustione⁸².

Diverse case automobilistiche, a causa del rischio incendio, hanno richiamato le auto, con costi gravissimi: Bolt della General Motors tra il 2020 e il 2021 subisce danni per 1,9 miliardi di dollari grazie a due difetti di fabbricazione nelle celle fornite da LG Chem, che hanno incendiato almeno 13 veicoli⁸³; Hyundai perde 900 milioni di dollari, costretta a sostituire, dopo diversi incendi, le batterie difettose su almeno 82'000 Kona Electric⁸⁴; il richiamo di 33'000 ibride plug-in Kuga costa alla Ford 400 milioni di dollari – sempre per gli incendi causati da batterie difettose⁸⁵. Anche BMW

⁷⁹ <https://www.cnbc.com/2022/01/29/electric-vehicle-fires-are-rare-but-hard-to-fight-heres-why.html>

⁸⁰ <https://eu.usatoday.com/story/money/cars/2022/06/23/tesla-fire-california-reignites/7709296001/>

⁸¹ https://www.researchgate.net/publication/319368068_Toxic_fluoride_gas_emissions_from_lithium-ion_battery_fires

⁸² <https://www.tesla-fire.com/>

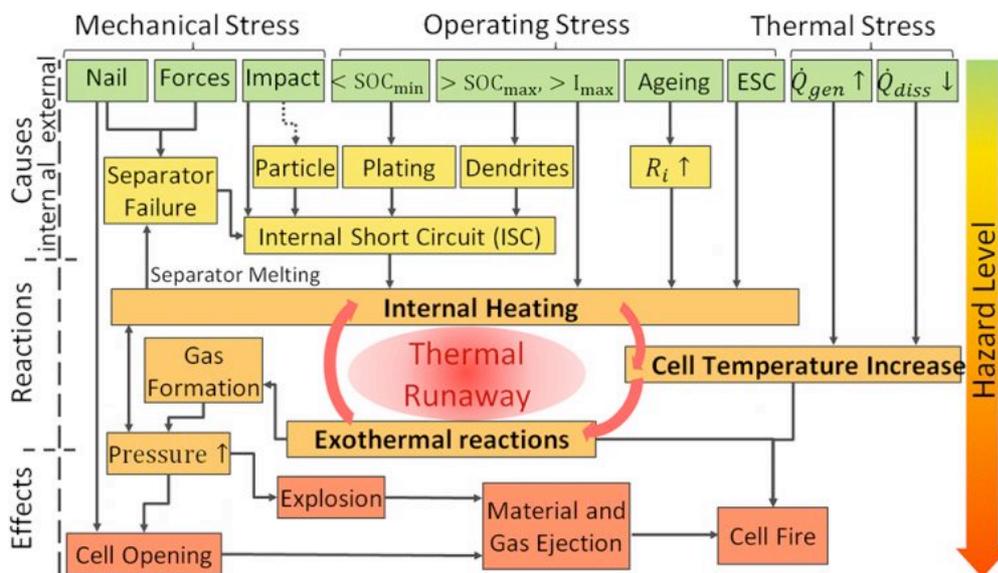
⁸³ <https://www.cnbc.com/2021/10/12/lg-chem-to-pay-up-to-1point9-billion-to-gm-over-bolt-ev-battery-fires.html>

⁸⁴ [https://www.reuters.com/business/autos-transportation/hyundai-motor-replace-battery-systems-900-mln-electric-car-recall-2021-02-24/#:~:text=SEOUL%2C%20Feb%2024%20\(Reuters\),the%20bill%20when%20problems%20arise.](https://www.reuters.com/business/autos-transportation/hyundai-motor-replace-battery-systems-900-mln-electric-car-recall-2021-02-24/#:~:text=SEOUL%2C%20Feb%2024%20(Reuters),the%20bill%20when%20problems%20arise.)

⁸⁵ <https://www.electrive.com/2020/10/14/ford-kuga-hybrid-battery-problems-persist/>

annuncia un serio problema sulla linea delle ibrid plug-in: il richiamo interessa ben 26'700 veicoli in tutto il mondo, tutti a rischio di incendio⁸⁶.

La cronaca riporta purtroppo numerosi disastri causati dalla combustione degli EV, come parcheggi che crollano, navi cargo che trasportano flotte di EV incendiate ed affondano⁸⁷ (la Sincerity Ace nel 2018⁸⁸ e la Felicity Ace nel 2022⁸⁹), oltre ad innumerevoli EVs incenerite a causa di incidenti o per autocombustione. Una ricerca dell'NTSB afferma che dopo 41 collisioni mortali che coinvolgono EVs, una soltanto ha preso fuoco (2,44%); dopo 20'315 incidenti mortali che coinvolgono veicoli a benzina, 644 hanno preso fuoco (3,17%); dopo 543 incidenti mortali che hanno coinvolto veicoli ibridi a benzina, 12 hanno preso fuoco (2,21%)⁹⁰. Da questi dati sembrerebbe che gli EVs siano più sicuri degli ICEVs, ma Graham Conway, ingegnere del Southwest Research Institute di San Antonio in Texas, contesta il rilevamento, poiché il calcolo è viziato dall'enorme divario numerico tra i campioni degli EVs rispetto agli ICEVs, e quindi non è statisticamente rappresentativo⁹¹.



Cause ed effetti dell'instabilità termica nelle celle agli ioni di litio durante il normale utilizzo, abuso o incidenti⁹²

Studi e rilevamenti statistici in merito sono numerosi, ma è complicato arrivare ad una sintesi oggettiva, poiché i risultati sono contrastanti a causa dello scarso numero di EVs circolante rispetto agli ICEVs, che non consente ancora un corretto confronto statistico, ed a causa (molto inquietante) degli interessi da capogiro che ruotano

⁸⁶ <https://www.electrive.com/2020/10/13/bmw-recalls-multiple-phev-models/>

⁸⁷ <https://www.ri.se/sites/default/files/2020-12/FRIC%20D1.2->

[2020_01%20FIVE%20conference%20presentation%20Multi-storey%20car%20park%20fire%20C%20presentation.pdf](https://www.ri.se/sites/default/files/2020-12/FRIC%20D1.2-2020_01%20FIVE%20conference%20presentation%20Multi-storey%20car%20park%20fire%20C%20presentation.pdf)

⁸⁸ <https://www.ukpandi.com/news-and-resources/articles/2021/car-carrier-fires-and-the-associated-risks-with-electric-vehicle-transportation/>

⁸⁹ <https://www.cedtechnologies.com/did-electrical-vehicles-lithium-ion-batteries-sink-felicity-ace/>

⁹⁰ <https://www.forbes.com/sites/neilwinton/2022/03/02/electric-car-fire-risks-look-exaggerated-but-more-data-required-for-definitive-verdict/>

⁹¹ <https://www.forbes.com/sites/neilwinton/2022/03/02/electric-car-fire-risks-look-exaggerated-but-more-data-required-for-definitive-verdict/>

⁹² <https://www.innovationnewsnetwork.com/safety-of-electric-vehicle-batteries/9349/>

intorno alla mobilità, per cui è probabile che alcuni studi presentino dei risultati “addomesticati”. Il fatto tecnicamente incontrovertibile è che le attuali batterie al litio possono incendiarsi ed esplodere a causa della temperatura eccessiva che, in condizioni anomale, può svilupparsi all’interno delle batterie.

Alla base possono esserci difetti di fabbricazione o di progettazione, un uso anomalo o improprio, un caricatore improprio o difettoso, componenti di bassa qualità, un cortocircuito, sollecitazioni esterne come urti o pressioni. In previsione di questo rischio concreto, sono stati inseriti dei dispositivi sempre più sofisticati ed efficienti che tentano di limitare il rischio di innesco o i danni che ne derivano – come sensori che controllano le temperature, oppure sistemi di separazione delle celle che, in caso di criticità, le disattivano. L’intero set di batterie viene incapsulato in una protezione da agenti esterni⁹³, proteggere le batterie dalle sollecitazioni meccaniche che, come abbiamo visto, rappresentano un alto motivo di rischio, e contenere per quanto possibile eventuale lo sviluppo di fiamme e la deflagrazione⁹⁴.

Il pericolo è quindi reale, ma è legittimo pensare che siamo in una fase di transizione e che le cose miglioreranno: i produttori si danno da fare nel cercare soluzioni più sicure. C’è infatti grande fermento nell’ingegnerizzazione delle batterie: sono allo studio batterie che, oltre a possedere maggiore capacità di immagazzinamento e poter essere ricaricate più velocemente, hanno anche un rischio notevolmente ridotto di incendio ed esplosione, utilizzando un elettrolita in polimeri o addirittura ceramico, non più liquido⁹⁵. Potremmo quindi con buona certezza ipotizzare un imminente futuro nel quale non dovremmo più preoccuparci di tutto ciò.

L’impatto ambientale

⁹³ <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8914635/>; “Complex electromagnetic problems associated with the use of electric vehicles in urban transport” - Krzysztof Gryz, Jolanta Karpowicz and Patryk Zradziński - Felipe Jiménez, academic editor – feb 2022;

⁹⁴ <https://www.boydcorp.com/resources/resource-center/blog/electric-vehicle-batteries-protecting-against-collision-thermal-runaway.html>

⁹⁵ <https://www.batterypowertips.com/ev-battery-technologies-from-the-state-of-the-art-to-the-future-energy-stores-faq-2/>



In molti paesi del mondo, nelle miniere si lavora senza alcun rispetto per i diritti umani e per l'ambiente⁹⁶

Il dibattito sul reale ruolo green degli EV è apertissimo: è indiscutibile la loro scarsa emissione di CO₂, come di altri elementi inquinanti, durante la loro fase di esercizio. Ma un'analisi seria deve tener conto del totale ciclo di un EV, dal reperimento delle materie prime necessarie alla sua produzione fino allo smaltimento a fine vita; va considerato l'impatto che scaturisce dall'utilizzo di milioni di tonnellate di rame, acciaio e terre rare per milioni di colonnine, e se guardiamo all'inquinamento elettromagnetico, non parliamo più di un prodotto dal ciclo virtuoso. Qui si entra in un campo molto complesso poiché gli elementi da considerare sono davvero molti.

Le materie prime. Sebbene gli EV necessitino meno materiali degli ICEVs (come acciaio, alluminio e rame), la richiesta di minerali è invece sei volte superiore⁹⁷: litio, cobalto, grafite, terbio, disprosio, neodimio, per i quali il reperimento è complesso ed inquinante. Secondo il Dipartimento dell'Energia degli Stati Uniti Argonne National Laboratory, una singola batteria agli ioni di litio per auto (del tipo noto come NMC532) contiene circa 8 kg di litio, 35 kg di nichel, 20 kg di manganese e 14 kg di cobalto⁹⁸ e, vista la diffusione in rapidissima ascesa, la reperibilità di enormi quantitativi di questi elementi è un aspetto cruciale per l'industria produttiva.

La disponibilità in natura del litio sembra non desti preoccupazioni: l'US Geological Survey stima che le attuali riserve - 21 milioni di tonnellate - sono sufficienti per portare la conversione agli EVs fino alla metà del secolo⁹⁹. La situazione del cobalto è diversa: due terzi della fornitura globale proviene dalla Repubblica Democratica del Congo (con la Cina che controlla l'estrazione mineraria in RDC per almeno il 70%¹⁰⁰ e che sta attuando una forte espansione in territori come il Camerun,

⁹⁶ <https://www.change.org/p/electronics-companies-stop-unethical-coltan-mining-in-the-democratic-republic-of-congo>

⁹⁷ <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/minerals-used-in-electric-cars-compared-to-conventional-cars>

⁹⁸ <https://www.nature.com/articles/d41586-021-02222-1>

⁹⁹ <https://www.nature.com/articles/d41586-021-02222-1>

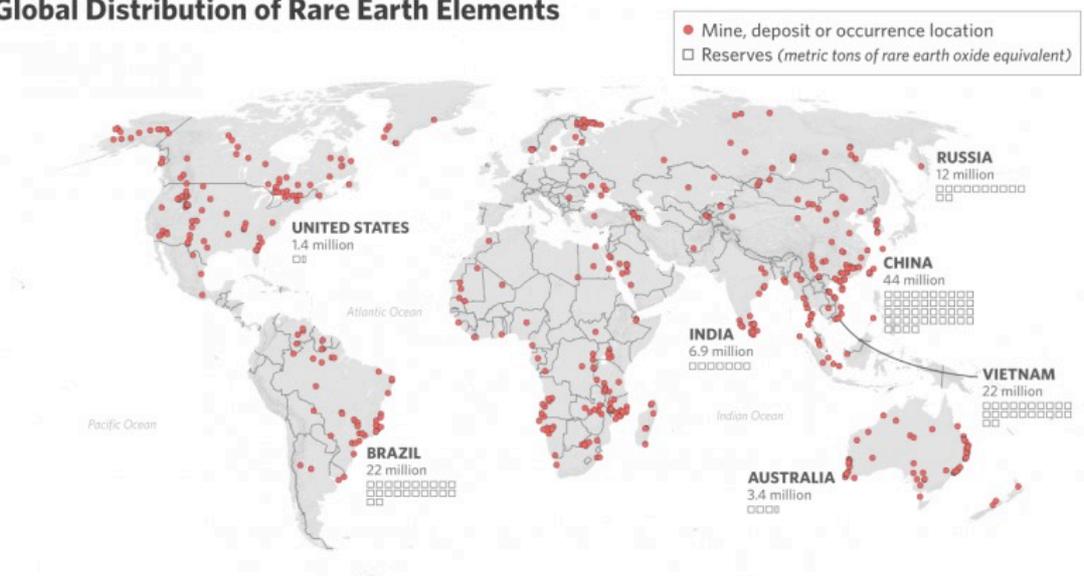
¹⁰⁰ <https://news.mongabay.com/2022/05/chinese-companies-linked-to-illegal-logging-and-mining-in-northern-drc/#:~:text=Chinese%20investors%20control%20about%2070,21%20percent%20of%20global%20production.>

l'Angola, la Tanzania, lo Zambia e la Groenlandia¹⁰¹), in miniera che violano i diritti umani¹⁰² e del rispetto ambientale¹⁰³: prime fra tutte le multinazionali Glencore Plc, China Molybdenum, Fleurette, Vale e Gécamines¹⁰⁴.

Nel 1987 il presidente cinese Deng Xiaoping afferma: "Il Medio Oriente ha il petrolio. La Cina ha terre rare". A distanza di quasi 40 anni la Cina è ancora l'assoluto protagonista: 168'000 tonnellate nel 2021, cui seguono gli Stati Uniti con 43'000 tonnellate e il Myanmar con 26'000¹⁰⁵. Se parliamo di riserve, in vetta permane la Cina con 44 milioni di tonnellate, segue il Vietnam con 22 milioni di tonnellate, poi il Brasile al pari con la Russia con 21 milioni di tonnellate – per un totale di 120 milioni di tonnellate¹⁰⁶.

Nell'estrazione del litio ciò che preoccupa maggiormente è la questione ambientale: gli attuali metodi estrattivi richiedono enormi quantità di energia (per il litio estratto dalla roccia) e acqua (per l'estrazione dalle salamoie), anche se le tecniche più moderne utilizzano l'energia geotermica, considerata meno peggio. Il nichel non basta, ma grazie alla tecnologia se ne utilizzerà sempre meno in futuro¹⁰⁷.

Global Distribution of Rare Earth Elements



Mappa relativa alla produzione delle terre rare e distribuzione delle riserve¹⁰⁸

Le violazioni dei diritti e dell'ambiente legate all'estrazione mineraria delle terre rare sono molto diffuse anche in altri paesi, come in Cina, dove l'ecosistema di vasti

¹⁰¹ <https://earth.org/rare-earth-mining-has-devastated-chinas-environment/>

¹⁰² <https://www.ilfattoquotidiano.it/2019/12/17/congo-bimbi-morti-e-rimasti-paralizzati-nelle-miniere-di-cobalto-class-action-contro-i-giganti-del-digitale-rispondano-delle-vittime/5622684/>

¹⁰³ <https://earth.org/rare-earth-mining-has-devastated-chinas-environment/>

¹⁰⁴ <https://www.metallirari.com/cobalto-5-piu-grandi-societa-mondo/>

¹⁰⁵ <https://investingnews.com/daily/resource-investing/critical-metals-investing/rare-earth-investing/rare-earth-metal-production/>

¹⁰⁶ <https://investingnews.com/daily/resource-investing/critical-metals-investing/rare-earth-investing/rare-earth-reserves-country/>

¹⁰⁷ <https://www.nature.com/articles/d41586-021-02222-1>

¹⁰⁸ <https://www.piratewires.com/p/control-the-metal-control-the-world>

territori è stato ormai irrimediabilmente distrutto¹⁰⁹. Le terre rare, contrariamente a quanto suggerisce il nome, sono molto abbondanti in natura: il loro nome deriva dal fatto che se ne trovano in basse concentrazioni – e, quando si trovano, sono difficili da separare dagli altri elementi, per cui si usano sistemi altamente inquinanti.

L'estrazione mineraria consuma enormi quantità di acqua dolce ed inquina il suolo, le falde acquifere e l'aria. Vaste miniere a cielo aperto causano la deforestazione e minacciano la biodiversità¹¹⁰. L'estrazione, la lavorazione e il trasporto di minerali consumano enormi quantità di energia, generando emissioni di gas serra. Le stesse terre rare diventano inquinanti quando rilasciati nell'ambiente sotto forma di emissioni o rifiuti. È molto difficile intervenire con verifiche ambientali in paesi spesso ostili. Esiste poi, in molte realtà, un'attività estrattiva illegale che sfugge ad ogni regola, ed è la più dannosa¹¹¹.

Insomma, se vi hanno raccontato che gli EV sono veicoli magici... beh, non è proprio così. Ma la loro introduzione obbligatoria causerà un sostanziale calo o, in futuro, il completo annullamento dell'uso di carburanti fossili: il risparmio di emissioni inquinanti compensa forse i guasti che trascina con sé. L'impressione, però, è che la transizione richiederà più del tempo programmato. A meno di non usare il petrolio, invece che nei serbatoi delle auto, in quelli delle centrali che devono produrre l'elettricità necessaria per far camminare l'EV.

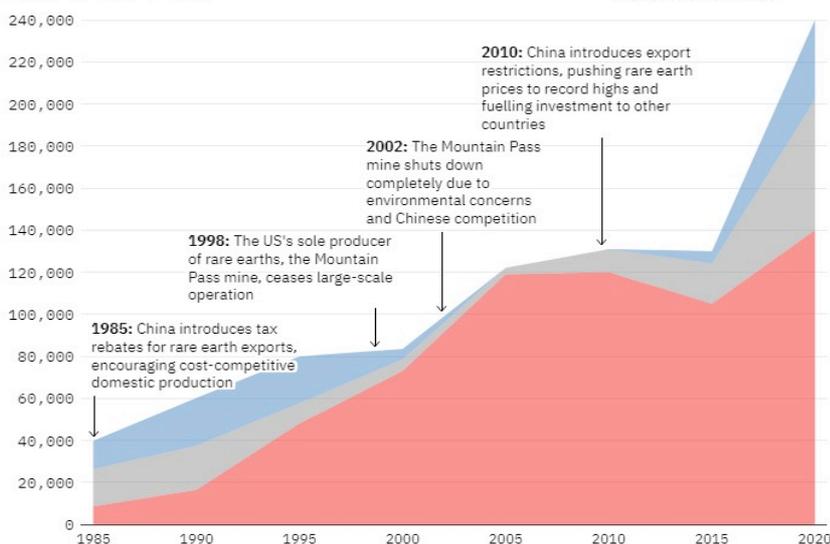
Le questioni geopolitiche

Mine production of rare earth oxides*

Production in metric tonnes, 1985–2020

● US ● China ● ROW

2020: China's share of global production is down from 92% in 2010 to 58% in 2020



Produzione mineraria di terre rare tra il 1985 ed il 2020¹¹²

¹⁰⁹ <https://www.nature.com/articles/s41598-022-10105-2> ; <https://earth.org/rare-earth-mining-has-devastated-chinas-environment/>

¹¹⁰ <https://earth.org/rare-earth-mining-has-devastated-chinas-environment/>

¹¹¹ <https://landportal.org/node/102464>

¹¹² <https://www.investmentmonitor.ai/sectors/extractive-industries/china-rare-earths-supply-chain-west>

Il possesso delle terre rare in alte concentrazioni nelle mani di pochi pone ovviamente un pesante interrogativo sulla loro redistribuzione. Se poi questi pochi sono rappresentati da Paesi con i quali, storicamente, si hanno rapporti “complicati”, la questione si fa seria. Ben presto la domanda di terre rare subirà un boom che andrà di pari passo con il forte aumento di produzione degli EV e con il rilancio della produzione di energia rinnovabile¹¹³: in una turbina eolica da 3MW vengono utilizzate 2 tonnellate di neodimio¹¹⁴, 335 tonnellate di acciaio, 4,7 tonnellate di rame, 1200 tonnellate di cemento e 3 tonnellate di alluminio¹¹⁵. Adamas Intelligence¹¹⁶ prevede che il mercato degli ossidi di terre rare magnetiche aumenterà di cinque volte, da 2,98 miliardi di dollari nel 2021 a 15,65 miliardi di dollari nel 2030¹¹⁷.

Secondo l'Agenzia Internazionale per le Energie Rinnovabili, per raggiungere lo zero netto di emissioni entro la metà del secolo, la capacità installata cumulativa globale dell'energia eolica deve triplicare entro il 2030 (fino a 1.787 GW) e aumentare del 900% entro il 2050 (fino a 5.044 GW) rispetto alla capacità installata nel 2018 (542 GW). La Cina è il Paese che è in grado maggiormente di soddisfare la domanda, visto che detiene la maggior fetta di riserve, oltre ad esserne il più grande produttore¹¹⁸. Questo implica che Stati Uniti ed Unione Europea avranno un ruolo di dipendenza (in Europa viene estratto soltanto il 3% delle materie prime necessarie per le batterie al litio¹¹⁹), come per decenni è avvenuto per il petrolio. Ciò riguarda l'intera catena di approvvigionamento, dall'estrazione alla vendita ai consumatori.

Le terre rare sono strategiche in campo militare, poiché fondamentali per i moderni sistemi di difesa: il boom di domanda in campo civile che potrebbe generare una rarefazione dell'offerta, metterebbe a rischio gli approvvigionamenti soprattutto in questo settore – un rischio che nessun paese occidentale è disposto a correre. Tentare altre strade non è semplice: Washington possiede un'unica miniera di terre rare, vicino alla Mojave National Preserve a Mountain Pass, in California, ma ha una storia di complesse controversie. Divenuta inattiva nel 2002, dopo 50 anni di problemi economici e ambientali, la miniera è stata rilevata nel 2008 da MolyCorp Minerals Llc, fallita nel 2014¹²⁰.

Riaprirla, in base alle leggi americane sulla protezione ambientale, è impossibile. Sicché si cede l'attività di trasformazione ad aziende cinesi, che raccolgono il

¹¹³ <https://www.goudsmit.co.uk/fears-over-the-supply-of-neodymium-magnets-for-wind-turbines/>

¹¹⁴ <https://lynasrareearths.com/products/how-are-rare-earths-used/wind-turbines/>

¹¹⁵ <https://www.piratewires.com/p/control-the-metal-control-the-world>

¹¹⁶ <https://www.adamasintel.com/reports/>

¹¹⁷ <https://www.investmentmonitor.ai/sectors/extractive-industries/china-rare-earths-supply-chain-west>

¹¹⁸ <https://www.sustainability-times.com/low-carbon-energy/the-future-of-wind-power-is-looking-bright-energy-agency-says/>

¹¹⁹ https://www.bruegel.org/sites/default/files/wp_attachments/PC-04-GrenDeal-2021-1.pdf

¹²⁰ <https://www.forbes.com/sites/larrybell/2012/04/15/chinas-rare-earth-metals-monopoly-neednt-put-an-electronics-stranglehold-on-america/?sh=32b0cb662d6d>

materiale grezzo in America, lo trasformano in Cina e poi lo rivendono (a carissimo prezzo) negli Stati Uniti¹²¹. Ciò nonostante, grazie all'aumento dei prezzi delle terre rare, ora ci si guadagna anche così¹²². Poca cosa rispetto ai bisogni cui l'occidente dovrà far fronte: il mondo, nel quale gli Stati Uniti figuravano come principale esportatore di combustibili fossili, con circa il 20% della fornitura globale, si sta trasformando in uno in cui la Cina controlla da sola più del 75% di tutti i materiali necessari alla transizione ecologica.

C'è però un argomento che può ridurre le preoccupazioni: il riciclo dei materiali, soprattutto nel caso delle batterie, per le quali l'impegno di terre rare rappresenta una quota importante. SiTration, una società del Massachusetts Institute of Technology (MIT), promette, con le tecnologie più moderne, di recuperare oltre il 95% di materiali critici di cui è composta una batteria, e promette di farlo utilizzando 10 volte meno energia impiegata sino ad oggi¹²³. Il ciclo vitale relativamente breve di una batteria al litio, attualmente stimato nell'ordine di 10 anni, è una caratteristica negativa, mentre diventa una opportunità se viene riusata: così si riatterrebbero in modo diretto gran parte dei materiali necessari alla produzione, abbattendo i costi, energetici, ambientali e geopolitici della filiera di approvvigionamento. Ma se questo è vero per le batterie, è meno vero per tutti gli altri prodotti che hanno un ciclo vitale considerevolmente più lungo, come per esempio le pale eoliche. L'unica vera speranza è che il progresso tecnologico riesca a sostituire l'attuale produzione con materiali alternativi meno problematici.

Il futuro è l'idrogeno?

¹²¹ https://www.voanews.com/a/usa_california-mine-becomes-key-part-push-revive-us-rare-earths-processing/6200183.html

¹²² <https://www.mining.com/web/mp-materials-profit-more-than-doubles-on-higher-rare-earths-prices/>

¹²³ <https://pv-magazine-usa.com/2022/07/12/ev-battery-recycling-startup-claims-95-recovery-yield-using-10-times-less-energy/>



Centrale Iberdrola di pompaggio e stoccaggio di idrogeno verde a Puertollano, Ciudad Real (Spagna)¹²⁴

La sostituzione dell'intera flotta degli ICEVs, ibride comprese, avverrà con gli EVs alimentate dalle batterie al litio: è questa l'unica strada percorribile verso la transizione ecologica? La tecnologia, si sa, corre veloce, e spesso supera l'immaginario. In cantiere le idee sono tante, alcune in fase molto avanzata di realizzazione. L'attuale competitor ruota attorno all'idrogeno: è l'elemento più abbondante e il più leggero dell'universo e contiene più energia per unità di massa rispetto al gas naturale o alla benzina, il che lo rende molto attraente per i trasporti. La sua ossidazione produce molta energia e, cosa molto interessante, l'unico residuo di questo processo è l'acqua ed altri elementi dall'apporto inquinante assolutamente trascurabile.

Un motore a idrogeno è semplice da realizzare, somiglia ad un classico motore termico, ma possiede degli handicap: lo scarso rendimento e le emissioni nocive di ossidi di azoto che possono reagire nella bassa atmosfera formando ozono, un gas serra. La tecnologia si è spinta oltre, riuscendo ad utilizzare l'idrogeno in un EV: questo gas, attraverso la sua ossidazione, è in grado di generare energia elettrica. Per fare ciò si utilizza un dispositivo chiamato "cella a combustibile" che tra l'altro sfrutta una idea per nulla nuova: il suo principio è stato scoperto nel 1839 dal fisico inglese William Grove¹²⁵: queste celle vanno a sostituire le attuali batterie al litio ed il gioco è fatto.

Fabbricare celle a combustibile non è però molto economico: il punto debole è il "catalizzatore" necessario per innescare i processi chimici; per realizzarlo si usano almeno sei diversi elementi che appartengono al gruppo del platino – assai costoso e raro; ma anche qui la ricerca sta arrivando ad importanti traguardi: uno studio

¹²⁴ <https://www.iberdrola.com/about-us/lines-business/flagship-projects/puertollano-green-hydrogen-plant>

¹²⁵

<https://www.aps.org/publications/apsnews/201909/history.cfm#:~:text=It%20was%20a%20Welsh%20judge,Wales%2C%20to%20a%20local%20magistrate.>

pubblicato nel luglio 2022 su Nature Energy¹²⁶ afferma che alcuni ricercatori sono riusciti a realizzare catalizzatori efficienti e durevoli utilizzando metalli meno nobili, come il ferro combinato con azoto e carbonio. Il prodotto sembra eguagliare le qualità del catalizzatore in platino, ma non ha più i suoi svantaggi¹²⁷.

Disponibilità infinita, semplicità costruttiva, buon rendimento (che va dal 40 al 60%), nessuna emissione inquinante: abbiamo l'uovo di Colombo? Non ancora: innanzitutto, l'idrogeno non esiste libero in natura, se non in quantità minimali. Si presenta legato ad altri elementi come l'acqua o il metano, e la sua estrazione impiega enormi quantità di energia. L'idrogeno attualmente utilizzato come materia prima nell'industria è prodotto quasi interamente da combustibili fossili con conseguente emissione di CO₂: è chiamato "idrogeno grigio" quando le emissioni vengono rilasciate nell'atmosfera e "idrogeno blu" quando le emissioni di carbonio vengono catturate e stoccate. L'idrogeno "verde" è l'unico accettabile all'interno del processo di decarbonizzazione: viene estratto dall'acqua per elettrolisi, ma per definirsi verde, l'energia per astrarlo deve essere fornita totalmente da fonti rinnovabili.

Ma la ricerca offre grandi orizzonti: un nuovo studio dell'Università della California Santa Cruz mostra che si può estrarre idrogeno in modo semplice ed economico: utilizzando un composto di gallio e alluminio per creare nanoparticelle di alluminio, che reagiscono rapidamente con l'acqua a temperatura ambiente, producendo grandi quantità di idrogeno ed impegnando una quantità piccolissima di energia. Questa metodologia è attualmente in attesa di brevetto, e potrebbe rappresentare una vera svolta nell'utilizzo dell'idrogeno¹²⁸.

Superato il problema dell'estrazione, c'è quello dello stoccaggio e del trasporto: l'idrogeno ha bassissima densità, stoccarlo significa sottoporlo a fortissime pressioni (fino a 700 bar) oppure liquefarlo, mantenendolo al di sotto dei -253°C: anche queste attività sono fortemente energivore, il costo energetico della liquefazione corrisponde a circa il 30% del contenuto energetico del combustibile¹²⁹. L'accumulo chimico è un'altra tecnologia che sfrutta la capacità dell'idrogeno di legarsi a composti chimici o a metalli, ed è estremamente efficace per ridurre il volume fino a 3-4 volte rispetto agli altri processi, ma a parità di peso il veicolo presenta un'autonomia tre volte inferiore a quella ottenibile con idrogeno liquido o compresso con serbatoi di tipo avanzato¹³⁰. Il sistema però è molto promettente e, come al solito, speriamo nel progresso tecnologico.

¹²⁶ <https://www.nature.com/articles/s41560-022-01062-1> Liu, S., Li, C., Zachman, M.J. et al. Atomically dispersed iron sites with a nitrogen-carbon coating as highly active and durable oxygen reduction catalysts for fuel cells. *Nat Energy* 7, 652–663 (2022). <https://doi.org/10.1038/s41560-022-01062-1>

¹²⁷ <https://www.labmanager.com/news/new-iron-catalyst-could-make-hydrogen-fuel-cells-affordable-28417>

¹²⁸ <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acsnm.1c04331>

¹²⁹ https://www.eniscuola.net/wp-content/uploads/2011/02/pdf_idrogeno_2.pdf

¹³⁰ https://www.eniscuola.net/wp-content/uploads/2011/02/pdf_idrogeno_2.pdf



A causa della sua bassissima densità, stoccare e trasportare l'idrogeno crea molti ostacoli¹³¹

Anche la distribuzione è un processo particolarmente oneroso: le autocisterne utilizzano speciali bombole, molto pesanti, il cui riempimento richiede molta energia, e la distribuzione attraverso una rete di gasdotti richiede speciali tubature con particolari tipi di acciai e di diametro superiore, viste le alte pressioni in gioco¹³². A conti fatti, l'idrogeno è estremamente interessante per le sue peculiarità ecocompatibili, ma il processo che va dall'estrazione al suo uso è ancora insoddisfacente. C'è grande fermento nell'universo della ricerca, e si spera in una grande estensione della sua applicazione in tempi brevi.

Ma ci sono voci critiche: uno studio apparso sulla rivista Atmospheric Chemistry and Physics nel 19 luglio di quest'anno rivela che l'idrogeno, se rilasciato nell'atmosfera, ha un potere "riscaldante" ben più elevato di quanto si pensasse in precedenza, da due a sei volte maggiore¹³³. Trattare l'idrogeno con estrema cautela facendo massima attenzione alle perdite sarà quindi d'obbligo: con un tasso di perdita del 10%, valore che molti scienziati ritengono plausibile, l'idrogeno blu (con cattura del carbonio e perdita di metano del 3%) potrebbe aumentare del 25% l'impatto del riscaldamento in 20 anni. L'idrogeno "verde" prodotto ridurrebbe comunque gli effetti del riscaldamento di due terzi rispetto ai combustibili fossili, ma molto meno della promessa climaticamente neutra rivendicata dai sostenitori dell'idrogeno¹³⁴.

L'industria automobilistica è scesa in campo già da venti anni nel produrre veicoli alimentati ad idrogeno – dapprima con prototipi, poi con veicoli in commercio: la BMW Hydrogen 7 del 2007 è la prima auto alimentata ad idrogeno (con motore a combustione) messa in circolazione in piccola serie, circa un centinaio di esemplari. Ora il mercato conta diversi esemplari, distribuiti dai maggiori brand: hanno come vantaggio una autonomia appetibile, visto che con un pieno si viaggia anche per 1000 Km, ma hanno un costo significativamente alto, al punto che alcune case le

¹³¹ <https://fuelcellsworks.com/news/hygear-expands-its-hydrogen-trailer-fleet-in-europe/>

¹³² https://www.eniscuola.net/wp-content/uploads/2011/02/pdf_idrogeno_2.pdf

¹³³ <https://www.edf.org/media/study-emissions-hydrogen-could-undermine-its-climate-benefits-warming-effects-are-two-six>

¹³⁴ <https://www.edf.org/media/study-emissions-hydrogen-could-undermine-its-climate-benefits-warming-effects-are-two-six>