The Clean Paper

WHAT THE PAPER SAYS · WHAT IT DOESN'T · WHY IT MATTERS

Le miniere disboscano più della miniera — la perdita forestale nascosta intorno all'estrazione

Uno studio su Nature di 16.627 cluster minerari nell'Africa subsahariana trova che l'estrazione nelle foreste dense ha causato circa 187.000 ettari di deforestazione diretta dal 2001 al 2020, ma la storia più grande è offsite. Rispetto alle aree non minate, la deforestazione era 8 punti più alta su una scala 0–100 entro 1 km da una miniera dopo dieci anni, e gli effetti persistevano fino a 20 km. In media, ogni ettaro disboscato direttamente da una miniera era associato a 33,9 ettari aggiuntivi di perdita forestale offsite entro cinque anni. Questo non significa che la transizione energetica sia cattiva. Significa che le filiere minerarie hanno una geografia, e i loro costi forestali sono spesso più grandi della fossa.

Written by Laura Nesso · Cross-checked by Lucio Vaglio · Edited by Michele Renda · Figures by Laura Nesso and Nova Vela · AI-assisted, human-reviewed

Paper: *Mining triggers extensive additional deforestation in sub-Saharan Africa*, Oscar Morton, Christopher G. Bousfield, Prince Dégny Valé, Ieuan Lamb, Victor Maus, Robert G. Bryant, and David P. Edwards, Nature (2026) · DOI: 10.1038/s41586-026-10551-2

L’impronta non è solo il buco nella foresta

Una miniera ha una forma evidente. Una fossa, un bacino di sterili, un cumulo di scarti, una strada tagliata nella foresta. Sono i segni che un satellite può vedere e che un regolatore può disegnare su una mappa.

Ma l’estrazione cambia anche la terra intorno. Arrivano persone. Le strade rendono la foresta più facile da raggiungere. Gli insediamenti crescono. L’agricoltura si espande. Una miniera non è solo una cicatrice su una mappa; può diventare un nuovo centro di gravità.

Un lavoro su Nature mette numeri su questa differenza nell’Africa subsahariana. Gli autori stimano la deforestazione diretta guidata dall’attività mineraria nelle foreste dense dal 2001 al 2020, poi chiedono quanta perdita forestale aggiuntiva compaia intorno alle miniere rispetto a luoghi simili che non erano ancora stati minati. La conclusione è semplice e scomoda: l’impronta diretta della miniera è solo la parte visibile.

Un’immagine Landsat a colori naturali mostra le cicatrici dell’estrazione dell’oro, sia industriale sia artigianale, nella cintura aurifera Ashanti del Ghana. Lo studio discusso qui chiede quanto lontano si estenda la perdita forestale legata alle miniere oltre l’impronta della miniera stessa.

NASA Earth Observatory / Lauren Dauphin Public domain

È un risultato utile per la politica del clima e della biodiversità, perché tiene due pensieri nello stesso quadro. Le infrastrutture moderne e la transizione energetica hanno bisogno di minerali. Ma i minerali non vengono dal nulla. La domanda pulita non è se l’estrazione sia buona o cattiva in uno slogan. È se il costo forestale completo venga misurato onestamente.

Che cosa hanno fatto gli autori

Lo studio combina dati continentali su foreste e uso del suolo con un disegno di inferenza causale. Gli autori hanno mappato **16.627 aree minerarie** in aree forestali dell'Africa subsahariana tra il 2001 e il 2020. Hanno separato due tipi di perdita forestale.

La prima è la **deforestazione diretta guidata dall'attività mineraria**: disboscamento dentro l'impronta della miniera stessa, inclusi fosse, bacini di sterili, cumuli di scarti, pozzi e altri elementi direttamente associati alle operazioni minerarie.

La seconda è la **deforestazione offsite**: perdita forestale intorno alla miniera che non è la fossa stessa, ma può essere innescata dall'insediamento della miniera attraverso attività ancillari — agricoltura, insediamenti, strade e altri accessi.

Per stimare la seconda parte, gli autori hanno usato un impianto di analisi *difference-in-differences*. In parole semplici, hanno confrontato la perdita forestale intorno alle miniere prima e dopo l'inizio dell'attività con la perdita forestale intorno a luoghi simili ma non ancora minati. Hanno poi guardato distanze concentriche dal centro della miniera: entro 1 km, 1–5 km, 5–10 km e 10–20 km.

Questo disegno conta perché il lavoro non sta semplicemente contando la perdita forestale vicino alle miniere. Sta cercando di stimare la perdita aggiuntiva attribuibile all'insediamento della miniera, rispetto al trend controfattuale nelle aree non minate.

Che cosa hanno trovato

La perdita mineraria diretta era grande. Nelle foreste dense dell'Africa subsahariana, gli autori stimano **187.070 ettari** di deforestazione diretta indotta dall'attività mineraria tra il 2001 e il 2020. Repubblica Democratica del Congo, Ghana e Costa d'Avorio insieme rappresentavano il **45%** di quella perdita diretta.

La perdita circostante era più grande dell'impronta. Dopo l'insediamento di una miniera, la deforestazione cumulativa entro 1 km era **8 punti più alta su una scala 0–100** dopo dieci anni rispetto alle aree non minate. È un divario assoluto nel tasso di deforestazione, non un aumento relativo dell'8%. L'effetto si indeboliva con la distanza, ma non spariva: dopo dieci anni lo studio stima divari aggiuntivi di 3,6 punti a 1–5 km, 1,9 punti a 5–10 km e 1,1 punti a 10–20 km.

Quei numeri sono specifici nel tempo. Sono effetti a dieci anni, non perdite immediate.

Il rapporto offsite/diretto era notevole. In un calcolo separato, gli autori stimano che per ogni ettaro disboscato direttamente dall'impronta della miniera, entro cinque anni siano andati persi in media altri **33,9 ettari** di foresta densa offsite. La maggior parte di questa perdita offsite aggiuntiva era legata all'espansione agricola innescata dall'insediamento della miniera, con un ruolo importante anche dell'espansione degli insediamenti e un contributo minore delle strade nella loro scomposizione.

Anche quel numero è specifico nel tempo: è un rapporto offsite/diretto a cinque anni. Non va mesco-

lato con gli effetti a dieci anni su scala 0–100.

L'effetto non era uguale ovunque. Lo studio segnala una preoccupazione severa per la Repubblica Democratica del Congo perché combinava una grande impronta mineraria diretta con una grande perdita offsite aggiuntiva. Altri paesi mostravano impatti offsite relativi elevati, ma con impronte dirette più piccole. A livello di commodity, le miniere che estraggono cobalto e rame — minerali centrali per batterie, infrastrutture elettriche e transizione energetica — hanno causato la più alta deforestazione aggiuntiva totale nelle stime dello studio.

Perché la parte offsite conta

La valutazione ambientale spesso parte dal confine diretto del progetto. È comprensibile. La fossa è visibile, il permesso ha un perimetro e un'azienda può descrivere le infrastrutture che intende costruire.

Ma le foreste non rispondono solo ai confini legali. Rispondono ad accessi e incentivi. Una miniera può portare strade, lavoratori, denaro, insediamenti e domanda di cibo. Questo può trasformare la foresta vicina in terra più facile, più redditizia o più necessaria da disboscare.

Per questo l'idea più forte del lavoro non è un singolo numero. È la distinzione tra perdita **diretta** e perdita **innescata**.

Se una filiera conta solo l'impronta della miniera, può sottostimare il cambiamento d'uso del suolo causato dall'estrazione. Se una valutazione d'impatto ambientale si ferma al confine della concessione, può perdere la perdita forestale che il progetto contribuisce a rendere probabile. E se un prodotto viene venduto come pulito perché sostiene l'energia rinnovabile, questo non rende automaticamente pulita la sua catena materiale.

Che cosa questo studio *non* dimostra

- **Non** mostra che la transizione energetica sia cattiva. Mostra che i minerali usati nelle infrastrutture moderne, inclusi i minerali della transizione energetica, possono portare grandi costi di uso del suolo.
- **Non** significa che ogni miniera causi esattamente 33,9 ettari di perdita offsite per ogni ettaro diretto. È una stima media su un grande insieme di cluster minerari, non una previsione per un progetto specifico.
- **Non** prova che ogni albero perso vicino a una miniera sia stato tagliato a causa di quella miniera. Lo studio usa un disegno quasi sperimentale per stimare la perdita aggiuntiva a scala di popolazione.
- **Non** assegna responsabilità a singole aziende, permessi o acquirenti. Per quello servirebbe una tracciatura a livello di progetto oltre questo articolo.
- **Non** copre tutti gli impatti dell'estrazione. Inquinamento dell'acqua, condizioni di lavoro, fram-

mentazione della biodiversità, conflitti sui diritti e dislocamento sociale sono fuori dalla misura principale di perdita forestale qui.
- **Non** copre il mondo intero. L'analisi è concentrata sulle foreste dense dell'Africa subsahariana.

Quanto sono solide le prove?

Per la stima della deforestazione diretta, le prove sono solide su scala continentale. Lo studio usa set di dati pubblicati di uso del suolo e copertura forestale per identificare la perdita forestale direttamente associata agli elementi minerari.

Per la perdita offsite aggiuntiva, le prove sono anch'esse sostanziali, ma basata su modello. Il difference-in-differences è progettato per stimare effetti causali da dati osservazionali, soprattutto quando esperimenti randomizzati sono impossibili. Gli autori usano metodi recenti robusti all'eterogeneità e testano la robustezza con stimatori alternativi. È buona pratica.

Resta però da leggere il risultato alla scala giusta. Il lavoro è una forte evidenza che l'insediamento minerario è associato a deforestazione aggiuntiva oltre l'impronta della miniera nel sistema studiato. Non è una confessione satellitare per ogni singolo albero.

La lettura pubblica più utile quindi non è né panico né liquidazione. È disciplina della misura: se una miniera apre un paesaggio, la valutazione d'impatto deve guardare oltre la recinzione.

Perché conta

L'espressione "energia pulita" può nascondere un mondo materiale. Pannelli solari, batterie, linee di trasmissione, veicoli elettrici e data center richiedono tutti materiali estratti. Alcuni di questi materiali arrivano da luoghi con foreste e biodiversità di importanza globale.

Questo non rende la decarbonizzazione un errore. L'alternativa — continuare la dipendenza dai combustibili fossili — ha enormi costi propri su suolo, aria, acqua e clima. Ma significa che una transizione può essere più pulita del sistema fossile e comunque non essere automaticamente priva di impatti.

Il valore di questo lavoro è che rende più difficile ignorare la geografia nascosta. Dice: non contare solo la fossa. Conta i cambiamenti forestali intorno alla fossa. Conta strade, fattorie e insediamenti che seguono l'estrazione. Inserisci la deforestazione offsite nelle valutazioni d'impatto ambientale, nelle promesse no-net-loss e nelle filiere zero-deforestazione.

È una storia più adulta di "i minerali verdi sono buoni" o "i minerali verdi sono cattivi". È: la base materiale della transizione ha conseguenze, e quelle conseguenze devono essere visibili prima che la filiera si chiami pulita.

In breve

Uno studio su Nature ha analizzato 16.627 aree minerarie nelle foreste dense dell'Africa subsahariana dal 2001 al 2020. Stima **187.070 ettari** di deforestazione diretta guidata dall'attività mineraria da elementi come fosse, bacini di sterili e cumuli di scarti. Usando un impianto di analisi *difference-in-differences*, gli autori stimano anche deforestazione aggiuntiva intorno alle miniere rispetto ad aree non minate: dopo dieci anni, la deforestazione cumulativa era **8 punti più alta su una scala 0–100** entro 1 km e restava elevata fino a 20 km. In un calcolo separato a cinque anni, ogni ettaro di deforestazione diretta da miniera era associato in media a **33,9 ettari** di perdita aggiuntiva di foresta densa al di fuori del sito minerario, soprattutto attraverso espansione agricola e insediamenti. Le miniere di cobalto e rame hanno contribuito alla più alta deforestazione aggiuntiva totale nello studio. Il risultato non mostra che la transizione energetica sia cattiva. Mostra che le filiere minerarie hanno costi di uso del suolo che si estendono oltre l'impronta della miniera.

Valutazione critica

Che cosa mostra il lavoro: L'estrazione mineraria nelle foreste dense dell'Africa subsahariana ha causato una perdita forestale diretta sostanziale dal 2001 al 2020; l'insediamento delle miniere è stato seguito da deforestazione aggiuntiva intorno alle miniere rispetto alle aree non minate; la perdita offsite può superare di molto l'impronta diretta della miniera; e alcuni minerali della transizione energetica sono associati ad alta deforestazione aggiuntiva totale in questo dataset.

Che cosa è plausibile ma non dimostrato: Che molte singole miniere abbiano impatti offsite maggiori di quanto suggeriscano le loro concessioni; che valutazioni d'impatto ambientale e regole di filiera più severe possano ridurre parte di questa perdita; che effetti offsite nascosti simili possano contare in altre regioni minerarie tropicali.

Che cosa non mostra: Che tutte le miniere siano ugualmente dannose; che ogni evento di perdita forestale vicino sia causato da una miniera specifica; che la transizione energetica sia cattiva; che singole aziende o acquirenti siano responsabili di perdite particolari senza tracciamento a livello di progetto; o che la perdita forestale sia l'unico costo ambientale o sociale che conta.

Limiti principali: Inferenza causale osservazionale invece di evidenza randomizzata; stime a scala continentale invece di attribuzione a livello di progetto; focus sulle foreste dense dell'Africa subsahariana; effetti diretti e offsite dipendenti da qualità dei dati, rilevamento delle miniere e assunzioni del modello.

Quanta fiducia dovrebbe avere un lettore generale? Alta che la deforestazione mineraria diretta nella regione studiata sia sostanziale. Buona che l'insediamento minerario sia collegato a deforestazione offsite aggiuntiva a scala di popolazione. Più bassa per applicare il rapporto medio 33,9:1 a una singola miniera. Posizione appropriata: le filiere minerarie possono essere necessarie e avere comunque bisogno di una contabilità onesta oltre la fossa.

Fonti

Nature (2026)
https://doi.org/10.1038/s41586-026-10551-2

White Rose Research Online — published version
https://eprints.whiterose.ac.uk/id/eprint/241799/

Processed outputs and analysis code — GitHub
https://github.com/OMorton/AFR_MiningForestLoss

Post-deforestation land-use dataset — Zenodo
https://doi.org/10.5281/zenodo.11065705