

5 I costi umani e ambientali: lavoro, ecologia e (in)giustizia

Sommario 5.1 Il razzismo ambientale nella filiera digitale. – 5.2 La filiera estrattiva. – 5.3 Oltre la miniera: circuiti estrattivi del digitale e le contraddizioni del green extractivism. – 5.4 La filiera manifatturiera.

5.1 Il razzismo ambientale nella filiera digitale

I costi della digitalizzazione non si limitano al piano energetico o infrastrutturale, ma investono pienamente la sfera umana ed ecologica, generando forme profonde di violenza ambientale e sociale, rendendo la questione ecologica uno dei terreni principali di conflitto sociale, politico ed economico. La transizione energetica, diventata ormai imprescindibile, è stata accelerata non tanto da una diffusa consapevolezza delle classi dirigenti riguardo i rischi legati al cambiamento climatico, quanto piuttosto da crisi globali come la pandemia da COVID-19 e il conflitto russo-ucraino. In questo scenario, il termine ‘sostenibilità’ ha assunto un ruolo centrale nel linguaggio politico e istituzionale, ma rischia di trasformarsi in un ‘contenitore privo di contenuto’ se non accompagnato da scelte strutturali coerenti. Sebbene le tecnologie digitali abbiano il potenziale per promuovere la sostenibilità ambientale e la giustizia



sociale, sono anche legate a pratiche di sfruttamento e inquinamento su base diseguale (Cubitt 2017).

La letteratura sul razzismo ambientale nell'industria high-tech ha mostrato come le disuguaglianze razziali ed economiche siano intrinsecamente legate alla produzione e allo smaltimento dei dispositivi elettronici. Il razzismo ambientale è un concetto che si riferisce alla distribuzione diseguale dei danni ambientali e dei rischi legati all'inquinamento, che colpiscono in modo sproporzionato le comunità di colore e quelle a basso reddito, mentre le grandi multinazionali continuano a massimizzare i profitti esternalizzando i costi ambientali e sociali. Uno dei contributi più significativi in questo campo è stato quello di Bullard (1990; 1993), che ha definito il razzismo ambientale come una forma di discriminazione sistematica che espone le comunità di colore a rischi ambientali maggiori rispetto alle comunità bianche. Questo concetto è stato ulteriormente sviluppato da Pellow e Park (2002), che hanno esplorato come le disuguaglianze razziali ed economiche siano intrinsecamente legate alla gestione dei rifiuti tossici, compresi quelli derivanti dall'industria elettronica. Essi hanno sottolineato come le comunità di colore negli Stati Uniti siano state spesso costrette a vivere in prossimità delle discariche, con conseguenti effetti negativi sulla salute e sull'ambiente. Questa esposizione diseguale ai rischi ambientali è il risultato di una combinazione di fattori, tra cui la segregazione residenziale, la mancanza di potere politico ed economico, e la collusione tra industria e governo: «gli impianti 'tossici' tendono ad essere collocati presso comunità particolarmente vulnerabili piuttosto che il contrario, come prevede l'ipotesi del trasferimento delle comunità presso aree degradate. Queste comunità erano sistematicamente selezionate per la collocazione di impianti pericolosi» (Brulle, Pellow 2022, 42).

Come sottolineato dai sociologi Fabio Perocco e Francesca Rosignoli, il razzismo ambientale «intreccia tre grandi questioni sociali del nostro tempo: la questione razziale, la questione ambientale (dall'urbanistica all'estrattivismo), la questione della salute pubblica» (2022, 8). Perocco e Rosignoli lo definiscono come «la disuguaglianza ambientale legata al fattore razziale o caratterizzata da una dimensione razziale», che rappresenta un «fenomeno totale poiché rimanda alla storia e alla struttura di una data società, rimanda al sistema dei rapporti sociali di produzione, di razza, di genere» (2022, 8). Da questo *milieux* critico nascono espressioni come zone di sacrificio (*sacrifice zone*), cioè quei territori dove si realizza il ricatto ambiente-lavoro, in cui l'inquinamento e i disinvestimenti industriali compromettono in modo duraturo sia l'ambiente che la salute umana.

L'economia politica della comunicazione ha offerto ulteriori approfondimenti sulle dinamiche di potere che sostengono il razzismo ambientale nell'industria elettronica. Fuchs (2014) ha

analizzato come le grandi multinazionali dell'elettronica sfruttino le disuguaglianze globali per massimizzare i profitti, esternalizzando i costi ambientali e sociali nei paesi in via di sviluppo. Nell'industria elettronica, ciò si manifesta nel trasferimento delle attività più inquinanti e pericolose verso i paesi del Sud del mondo, dove le normative ambientali sono meno severe e i costi del lavoro più bassi. Questo trasferimento di rischi e danni ambientali rappresenta una forma di colonialismo ambientale che perpetua le disuguaglianze globali (Nixon 2011). Questo fenomeno è particolarmente evidente, ad esempio, nella produzione, uso e smaltimento di dispositivi elettronici. Il caso dei rifiuti elettronici (*e-waste*), spesso esportati illegalmente dalle economie avanzate, mostra chiaramente come questi ultimi ritornino sotto forma di contaminazione nei paesi del Sud globale, in particolare nel Sud-est asiatico (Malaysia, Vietnam, Thailandia) e in Africa Occidentale (Nigeria e Ghana) - dove le normative ambientali sono meno stringenti e i costi del lavoro sono più bassi (ITU, UNITAR et al. 2024), chiudendo un ciclo globale di sacrificio ambientale. Queste aree diventano vere e proprie zone di sacrificio, in cui l'ambiente e la salute delle persone vengono sistematicamente compromessi per sostenere i modelli di consumo dei centri di potere economico globale. Tale modello riproduce logiche neocoloniali, in cui il costo ecologico della tecnologia è esternalizzato verso soggetti privi di tutela politica e accesso decisionale. Queste dinamiche non sono accidentali, ma derivano da una precisa struttura economico-produttiva che determina chi beneficia e chi subisce le conseguenze della modernità digitale.

A fronte di tali dinamiche, negli ultimi anni si è assistito a una proliferazione dei conflitti ambientali, con l'obiettivo di denunciare la miopia delle politiche di mitigazione del cambiamento climatico. Tuttavia, le disuguaglianze ambientali non rappresentano un fenomeno nuovo. Già negli anni Settanta, i movimenti per la giustizia ambientale e contro la tossicità industriale iniziavano a mostrare i legami tra danni ambientali e razzismo (Pulido 1996). Negli Stati Uniti, dove si intrecciano in modo potente razzismo e colonialismo, queste dinamiche hanno avuto un impatto particolarmente forte, diventando un punto di riferimento anche per altre mobilitazioni globali. La necessità di un'azione sistematica è oggi riconosciuta anche da organismi sovranazionali: la risoluzione 48/13 del 2021 del Consiglio per i diritti umani dell'ONU ha affermato il diritto a un ambiente pulito, salubre e sostenibile, mentre nel successivo report è stata sostenuta l'integrazione del diritto a un ambiente non tossico nelle costituzioni nazionali, nelle legislazioni e nei trattati regionali sui diritti umani.¹

¹ <https://docs.un.org/en/A/HRC/49/53>.

5.2 La filiera estrattiva

5.2.1 Tecnologie Digitali ed estrazione mineraria: implicazioni socio-ecologiche di una trasformazione globale

Le materie prime si ottengono attraverso due modi di estrazione principali: l'estrazione industriale e l'estrazione artigianale e su piccola scala (*Artisanal and Small Scale Mining - ASM*). La prima si caratterizza per un'alta intensità di capitale, grazie a investimenti in robotizzazione, infrastrutture logistiche e tecnologie avanzate come i sistemi di geolocalizzazione. L'applicazione delle tecnologie digitali nell'estrazione mineraria ha aperto nuovi orizzonti per l'efficienza operativa e la sostenibilità. Esse permettono previsioni più precise su riserve e depositi, migliorando la redditività anche per minerali di bassa qualità. Le aziende minerarie adottano sistemi sofisticati per minimizzare i rischi e ottimizzare i costi, contribuendo a rendere i processi estrattivi sempre più efficienti e meno invasivi dal punto di vista ambientale. Tecnologie come droni, sensori avanzati e l'analisi con i big data consentono di individuare e prevenire rischi ambientali, come contaminazioni idriche, frane e degrado del suolo, limitando i danni agli ecosistemi circostanti. Come osservato da Martín Arboleda, «Innovazioni nell'intelligenza artificiale, big data e robotica hanno consentito alle aziende minerarie di introdurre veicoli automatici, trapani, pale meccaniche e locomotive nelle fasi del processo produttivo» (2020, 14). Queste innovazioni permettono una penetrazione più profonda del capitale nei territori periferici, riducendo la necessità di lavoro umano diretto, ma generando nuove forme di dipendenza economica e frammentazione sociale. L'adozione di veicoli automatici e robot avanzati non solo minimizza i rischi fisici per i lavoratori, ma accentua anche le diseguaglianze tra le comunità locali e le multinazionali, che detengono il controllo delle infrastrutture tecnologiche. Questo processo «rende i territori estrattivi nodi cruciali di un sistema di accumulazione globale che riproduce logiche coloniali» (Arboleda 2020, 22).

A differenza dell'estrazione industriale, il regime delle ASM si distingue per una bassa intensità di capitale e un'elevata intensità di lavoro manuale, spesso svolto con strumenti rudimentali come picconi, vanghe e pompe idrauliche. Secondo Matthysen e colleghi (2019) le ASM, sebbene cruciali per le economie locali, sono spesso segnate da instabilità politica e infrastrutture inadeguate, fattori che riducono ulteriormente la produttività e aumentano il rischio di sfruttamento. La mancanza di accesso a tecnologie moderne e la dipendenza dalle fluttuazioni del mercato mondiale rappresentano barriere significative per il miglioramento delle condizioni lavorative e ambientali in questi contesti.

5.2.2 Il contesto dell'estrazione artigianale e su piccola scala (asm) nella Repubblica Democratica del Congo: il caso del Kivu

La Repubblica Democratica del Congo (RDC) è cruciale per il capitalismo digitale in virtù della sua ricchezza di materie prime. Ciò emerge particolarmente considerando alcuni minerali, come il cobalto e i 3TG - *tin* (stagno), *tantalum* (tantalio), *tungsten* (tungsteno) *gold* (oro) -, fondamentali per le loro applicazioni nell'industria elettronica, tra cui batterie, microelettronica, elettronica di consumo.

Nel 2024 la RDC ha fornito circa tre quarti della produzione mondiale di cobalto, con 220.000 tonnellate estratte e 6 milioni di tonnellate di riserve su un totale globale di 11 milioni (USGS 2025).

Per quanto riguarda i minerali 3TG, la RDC è primo produttore mondiale di tantalio con 880 tonnellate nel 2024, pari a circa due quinti dell'offerta globale, una quota sostenuta in larga parte da circuiti di estrazione artigianali e su piccola scala dell'Est del Paese (USGS 2025; IPIS 2023). Quest'area è importante anche per lo stagno: il giacimento di Bisie (Alphamin) ha consegnato 17,3 mila tonnellate nel 2024, intorno al 6% del minerale mondiale (International Tin Association 2025). Il tungsteno (wolframite) è invece presente con un peso marginale in riferimento alla scala mondiale, in un mercato dominato da altri produttori, soprattutto la Cina (USGS 2025). Quanto all'oro, l'estrazione artigianale nell'Ituri continua a sfuggire in larga misura al controllo statale, generando almeno 140 milioni di dollari l'anno per reti armate e criminali: un dato che illumina i nessi tra sicurezza, governance e tracciabilità (UNSC-Group of Experts 2024).

La regione del Kivu, situata nell'est della RDC e confinante con Ruanda, Burundi e Uganda, costituisce uno dei principali epicentri mondiali dell'estrazione artigianale. Storicamente ricca di minerali, dagli anni Novanta è diventata uno dei principali poli di estrazione del coltan (columbite-tantalite). Nest (2011) identifica due grandi giacimenti nella RDC: il deposito Kibaran, che attraversa longitudinalmente il Nord e Sud Kivu, e il deposito Eburnean, situato più a Nord. Le attività minerarie nel Kivu affondano le radici negli anni Venti del Novecento, come confermato dallo studio del Groupe de recherche sur les activités minières en Afrique (GRAMA; cf. Martineau 2003), secondo cui la regione ha conosciuto momenti di relativa prosperità grazie all'estrazione di oro e cassiterite.

Il numero di miniere artigianali presenti è molto elevato e difficile da indicare con esattezza, poiché spesso accade che una miniera un tempo abbandonata venga riattivata. Dai dati del catasto congolesi riportati dall'IPIS emerge che, per la fine del 2010, il numero di concessioni e di cave attive ammontava a 3.279, mentre da un'analisi condotta sul campo dallo stesso istituto nell'intervallo temporale

2009-14, risulta che le miniere attive erano 1574. Ciononostante, come specificato dallo stesso IPIS, a loro mappatura resta incompleta, e il numero reale potrebbe essere ben più elevato.

Il contesto delle ASM è caratterizzato da investimenti a bassa o bassissima intensità di capitale e ad elevata intensità di lavoro, eseguito da individui, cooperative di lavoratori, unità familiari mediante strumenti di lavoro basilari (picconi, vanghe, pale, asce, pompe idrauliche, compressori ecc.). Recenti stime hanno mostrato il costante incremento di questo settore, in particolare nei paesi ricchi di materie prime (Ofosu et al. 2020). Nel contesto del Nord-Kivu e del Sud-Kivu, il minerale, caricato in grossi sacchi, viene trasportato a piedi - spesso da donne - nei villaggi minerari, mentre per gli spostamenti di lungo raggio si utilizzano mezzi motorizzati come auto e camion. Inoltre, le ASM sono caratterizzate dal sovraffollamento, al fine di garantire una maggiore estrazione di minerale. La scelta del metodo di estrazione mineraria è fortemente influenzata dal valore del minerale. Per minerali di pregio presenti in quantità limitate e prossimi alla superficie, l'estrazione artigianale, condotta da singoli con strumenti semplici, può risultare economicamente vantaggiosa. Al contrario, se i medesimi minerali si trovano in giacimenti più estesi, l'adozione di tecniche di estrazione industriali diventa più profittevole. In generale, la metodologia estrattiva è determinata da una combinazione di fattori economici e strutturali, tra cui la disponibilità e il costo del capitale, della forza lavoro, delle infrastrutture necessarie e la robustezza dei diritti di proprietà sul giacimento (Nest 2011).

5.2.3 Le forme di lavoro forzato e coercizione nella RDC orientale

Uno dei volti più celati e violenti delle catene di produzione dei minerali 3TG, o minerali insanguinati, è certamente rappresentato dalla fase a monte, in particolare l'estrazione artigianale nelle miniere della RDC. Le forme di lavoro forzato e di coercione extra-salariale qui presenti possono rappresentare un caso paradigmatico di lavoro eseguito da «classi lavoratrici ‘periferiche’», intendendo con esse il più ampio insieme di lavoratori non salariati, o salariati che, di fatto, non sono liberi, che non possono «disporre liberamente della propria forza lavoro - per esempio, perché resi dipendenti dall’indebitamento» (van der Linden 2018, 39-41). Cioè, ci dice van der Linden, nel Sud globale è esistito, e continua a persistere, una forma mista, non inquadrabile nel lavoro salariato puro, poiché continua ad esserci una dipendenza dal lavoro di sussistenza. Per questo la definizione di classe lavoratrice deve essere ripensata e ampliata, per includere l'altra metà del cielo composta da «schiavi e altri lavoratori coatti,

così come lavoratori formalmente ‘autonomi’» (van der Linden 2018, 40).

Christian Fuchs (2014) propone di ampliare il concetto di ‘lavoro digitale’ all’intero spettro delle attività che sostengono la produzione tecnologica globale, includendo anche il lavoro estrattivo artigianale, quello manifatturiero nelle fabbriche elettroniche (come Foxconn), e i servizi digitali precarizzati nei paesi emergenti. All’interno di questa ‘divisione internazionale del lavoro digitale’ (IDDL), l’estrazione artigianale in Congo rappresenta una delle sue forme più estreme e violente.

Secondo l’Organizzazione Internazionale del Lavoro (ILO 2017b), l’Africa è il continente con la maggiore incidenza di schiavitù contemporanea, con una media di 7,6 persone su 1000 sottoposte a forme di coercizione. Nello specifico, il lavoro forzato colpisce 2,8 persone su 1000, rendendo il continente secondo solo all’Asia e all’area del Pacifico. Nell’ambito delle attività minerarie ASM sono state documentate almeno sei tipologie di sfruttamento grave: lavoro coatto, servitù per debiti, matrimoni forzati, traffico sessuale, lavoro minorile e schiavitù domestica (Bales 2016; Free the Slaves 2011; 2013a; 2013b; Haider 2017). Un report redatto per il Governance and Social Development Resource Centre (GSDRC) e basato su dati del Global Slavery Index stima che nel 2016 circa 873.000 persone fossero coinvolte in forme di schiavitù moderna nella RDC, collocando il paese al nono posto su 167 per prevalenza del fenomeno (Haider 2017).

Come osservato da Claude Meillassoux (1992, 97), la schiavitù produce vantaggi immediati rispetto ad altre forme di rapporto produttivo, poiché consente un incremento della produzione attraverso la disponibilità immediata di forza lavoro non mediata dal mercato. Questo principio si adatta perfettamente al contesto dell’ASM congolesse: l’assenza di investimenti capitali, l’elevata intensità di lavoro fisico e la domanda crescente di minerali rari generano dinamiche di sfruttamento iper-flessibile, capaci di attrarre o espellere lavoratori secondo le fluttuazioni del mercato globale.

A questa forma di schiavitù strutturale si sommano condizioni ambientali e sanitarie gravemente deteriorate: sovraffollamento nei siti estrattivi, diffusione di malattie sessualmente trasmissibili, esposizione a sostanze radioattive (nel caso del coltan) e infortuni frequenti. L’ILO (2017a) segnala inoltre che l’Africa è la regione con il più alto rischio di lavoro minorile, con un bambino su cinque coinvolto in attività lavorative, spesso in miniera.

Le conseguenze per i minori coinvolti sono devastanti: esposizione a violenze sessuali, consumo di sostanze, abbandono scolastico, matrimoni precoci, infezioni respiratorie e danni fisici permanenti (Free the Slaves 2013a; 2013b; Haider 2017). In particolare, l’arruolamento forzato da parte di milizie armate ha trasformato

bambini e adolescenti in combattenti. Si stima che tra il 1998 e il 2009 oltre 30.000 minori abbiano combattuto nei ranghi dei gruppi armati, di cui almeno 8.000 nei due Kivu (Zounmenou et al. 2019).

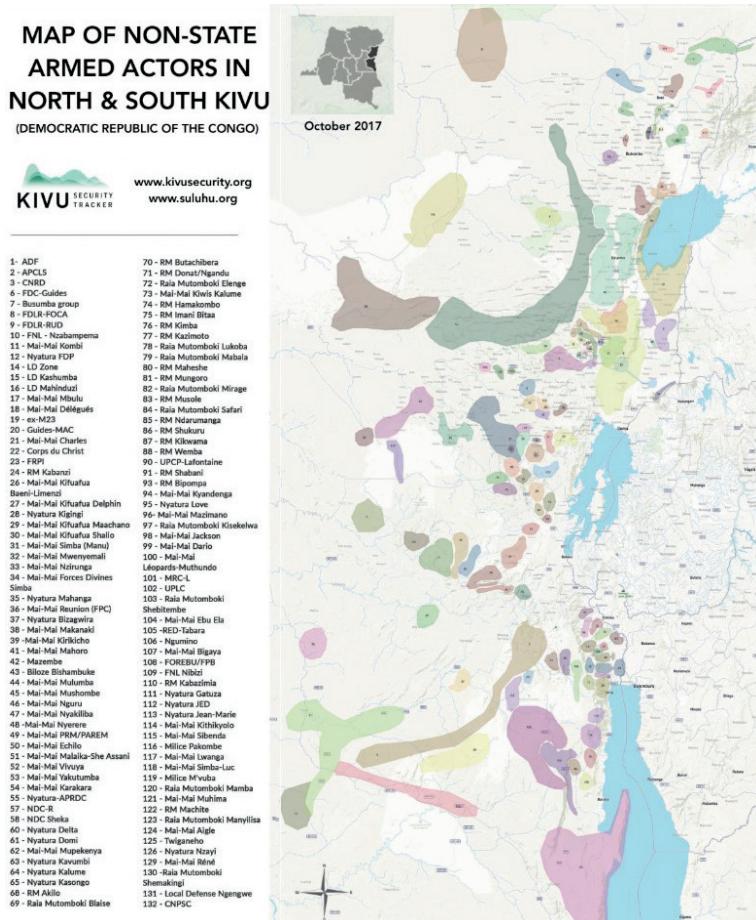


Figura 10 Mappa degli attori armati non statali nel Nord e nel Sud Kivu, 2015.

Fonte: Stearn, Vogel 2015

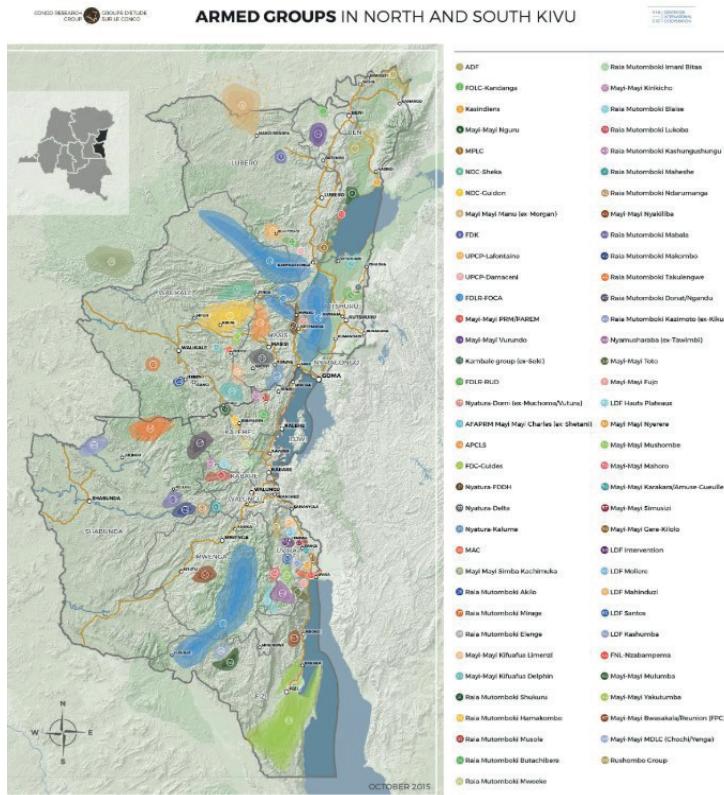


Figura 11 Mappa dei gruppi armati nel Nord e nel Sud Kivu, 2015.
Fonte: Stearn, Vogel 2015

Accanto ai minori, le donne rappresentano un altro gruppo fortemente vulnerabile. Sebbene il 51% delle miniere artigianali coinvolga la partecipazione femminile (Matthysen et al. 2019), i ruoli assegnati alle donne sono generalmente marginali e mal retribuiti: trasporto, lavaggio, frantumazione, trattamento degli scarti. A queste mansioni si aggiungono attività ancillari informali, come la vendita di beni di consumo e la prostituzione, spesso legata a dinamiche di ricatto sessuale o violenza diretta. L'espulsione dalla miniera, la privazione di guadagno o l'aggressione fisica rappresentano le conseguenze più comuni al rifiuto di prestazioni sessuali (Vlassenroot, Raeymaekers 2004).

In molti casi, le donne sono rapite e ridotte in condizioni di schiavitù sessuale. Le violenze comprendono stupro sistematico, mutilazioni genitali e abusi estremi, spesso con il coinvolgimento forzato di familiari come ulteriore forma di umiliazione. Il Congo

detiene uno dei primati mondiali per matrimoni forzati (4,8 ogni 1.000 abitanti), e la situazione è così grave da essere stata descritta come «il peggior posto sulla Terra per essere una donna» (Nest 2011, 67). Lo stigma sociale che colpisce le vittime sopravvissute a queste violenze contribuisce a escluderle completamente dalla vita comunitaria, confinandole in una marginalità permanente (Free the Slaves 2013a; Haider 2017).

La dimensione militare di questo sfruttamento è evidenziata dal fatto che, nella sola regione dei Kivu, oltre 30.000 bambini sono stati impiegati come combattenti; la presenza capillare delle milizie nei territori minerari è confermata dalla mappatura del Congo Research Group,² che registra circa 70 gruppi armati attivi - la maggior parte con meno di 200 combattenti e reclutamento etnico - fra cui spiccano le Forces démocratiques de libération du Rwanda (FDLR, 1.000-2.500 uomini), gli Allied Democratic Forces ugandesi (ADF, circa 300) e la fazione Nzabampema delle Forces nationales de libération burundesi (FNL, circa 150); queste formazioni si finanzianno attraverso il controllo delle risorse naturali, racket ed estorsioni, concentrando i conflitti in aree come il confine Walikale-Masisi, la pianura di Rusizi e le zone di operazione militare Sukola I e II delle FARDC, che, con una strategia essenzialmente militare priva di un adeguato sostegno diplomatico o di pace, contribuiscono a sfollamenti massicci e a una frammentazione crescente passata da venti gruppi nel 2008 agli attuali Settanta, alimentata dalla mancanza di programmi di de-mobilitazione, dalla competizione politica per il potere e dalla strumentalizzazione della violenza da parte di élite locali e nazionali (Stearns, Vogel, 2015)

Eppure, non tutte le presenze nei siti ASM sono frutto di coercizione diretta. In alcuni casi, lavorare nelle miniere è una scelta volontaria, determinata dalla ricerca di un reddito maggiore rispetto ad altre forme di lavoro informale o agricolo. Durante il boom del coltan nei primi anni Duemila, si assistette a un vero e proprio esodo verso le miniere, attratti dalla possibilità di guadagnare in breve tempo più della media del PIL pro capite. Questo fenomeno determinò un temporaneo calo della criminalità e della disoccupazione, ma anche un incremento drastico dell'abbandono scolastico, che coinvolse sia gli studenti che gli insegnanti (Bales 2016; Byembra 2012).

La retribuzione dei minatori varia notevolmente: in media, si attesta tra uno e cinque dollari al giorno (Bleischwitz et al. 2012). Alcuni studi riportano guadagni annuali di circa 800 dollari per i minatori artigianali di coltan nei Kivu, ben inferiori rispetto ai 2.500 o 2.200 dollari ottenuti nei siti di estrazione di diamanti e rame in altre province congolesi (Usanov et al. 2013). In molti casi, i minatori

² <https://www.congoresearchgroup.org/en/>.

non ricevono pagamenti in denaro, ma direttamente in minerale, con il rischio di rimanere impigliati in meccanismi di indebitamento strutturale. Tra il 2016 e il 2018, il 34% dei minatori d'oro dichiarava di lavorare in cambio di minerali, e la stessa condizione riguardava il 14% dei minatori di 3TG.

Questa situazione favorisce la diffusione della schiavitù debitoria, una delle forme più comuni nel Kivu. Spesso, i lavoratori contraggono debiti per acquistare strumenti, noleggiare attrezzature o persino comprare cibo. Come ha osservato Bales (2016, 33): «I lavoratori liberi che arrivano alla miniera scoprono presto di non poter scavare abbastanza in fretta per acquistare il cibo necessario a sopravvivere. Se prendono in prestito cibo, sprofondano ancora di più nel debito».

5.3 Oltre la miniera: circuiti estrattivi del digitale e le contraddizioni del green extractivism

Le ricerche recenti sull'estrattivismo hanno evidenziato le profonde interconnessioni tra progresso tecnologico, flussi materiali e strutture socio-economiche, offrendo nuovi spunti per comprendere la materialità delle tecnologie digitali.

Arboleda (2019) descrive l'estrattivismo attraverso il concetto di «circuiti di estrazione», che integra produzione, logistica e finanza in un sistema globale. Questo approccio rivela come le risorse naturali vengano trasformate in merci attraverso infrastrutture logistiche complesse e come il capitale finanziario sostenga e amplifichi queste dinamiche, influenzando profondamente i paesaggi urbani. Il cosiddetto «nesso miniera/città» rappresenta l'interdipendenza tra l'estrazione e l'urbanizzazione, mostrando come il capitale estrattivo alimenti speculazioni immobiliari, infrastrutturazione e privatizzazione degli spazi pubblici, trasformando il territorio in funzione delle esigenze del capitale. Sebbene questa narrazione prometta maggiore efficienza e sostenibilità, nasconde i costi sociali ed ecologici legati all'automazione, precarizzando il lavoro e rafforzando la mercificazione delle attività produttive. Dal canto suo, Knapp (2016), ha introdotto il concetto di 'miniera flessibile' per descrivere l'inclusione dei rifiuti elettronici nei processi estrattivi. Questo approccio ridefinisce le pratiche tradizionali, sfumando i confini tra produzione, consumo e smaltimento e posizionando i rifiuti come una risorsa fondamentale.

Labban (2014) amplia questa riflessione proponendo il concetto di «miniera planetaria», che deterritorializza l'estrazione superando i limiti geologici tradizionali grazie a processi come il riciclaggio e il *biomining*. L'uso di microrganismi per estrarre metalli dai minerali e dai rifiuti elettronici destabilizza le distinzioni tra processi biologici e industriali, integrando la natura non umana nella produzione di

valore. Questo processo riflette una logica capitalistica globale che, pur sfruttando la natura, trasforma le sue capacità biologiche in un elemento integrante delle dinamiche estrattive. Queste prospettive si innestano su cornici più ampie che legano risorse, spazio e urbanizzazione: Bridge (2009) insiste sulla materialità delle economie delle risorse - evidenziando con ciò il ruolo centrale delle risorse naturali nella produzione, consumo e gestione dei rifiuti e mostrando come queste dinamiche siano intrinsecamente contraddittorie e paradossali - mentre Lefebvre (2003) fornisce il fondamento per comprendere l'urbanizzazione come forma dominante dello spazio, entro cui le città funzionano da centri di comando dei flussi globali. Infine, le implicazioni sociali ed ecologiche dell'espansione estrattiva - in particolare nel Sud globale - sono ben documentate nei lavori di Bebbington e Bury (2013), dove si evidenzia come la sostenibilità promessa dalle nuove frontiere estrattive tenda a riconfigurare (più che risolvere) conflitti, disuguaglianze e vulnerabilità territoriali.

Questi studi si intrecciano con le analisi sull'economia circolare che mettono in discussione la narrativa della sostenibilità evidenziando i limiti strutturali delle attuali pratiche economiche. Sebbene l'economia circolare sia spesso presentata come una soluzione ai problemi ambientali, essa rimane intrappolata nelle logiche del capitalismo estrattivo, perpetuando dinamiche di disuguaglianza e sfruttamento (Pansera et al. 2023). In questo contesto, il concetto di estrattivismo 'verde' (*green extractivism*) emerge come chiave interpretativa per comprendere le contraddizioni di molte iniziative apparentemente sostenibili (Dunlap 2021; Riquito 2025). L'estrattivismo 'verde' si riferisce a pratiche che, pur giustificate dalla retorica della transizione ecologica, continuano a sfruttare intensivamente le risorse naturali e a spostare i costi sociali e ambientali verso comunità marginalizzate, soprattutto nel Sud Globale. I progetti di energia rinnovabile, come le piantagioni di biocarburanti o le installazioni di turbine eoliche, generano in realtà significativi conflitti socio-ambientali, erodendo la legittimità di tali soluzioni apparentemente verdi (Dunlap 2021; Marin, Dunlap, Roels 2023).

Un'importante prospettiva critica è fornita da Stefania Barca (2020), che, attraverso un approccio di ecologia politica femminista, ha sottolineato come l'economia cosiddetta verde e le sue narrazioni ignorino sistematicamente il lavoro ecologico svolto dalle comunità locali, in particolare dalle donne, nel mantenere la sostenibilità della vita. In questo quadro, Barca critica l'economia circolare per il suo orientamento tecnocratico e per la sua incapacità di affrontare le radici sistemiche della crisi ecologica e sociale, suggerendo che il vero cambiamento richiede un passaggio da una logica estrattiva a una logica riproduttiva, incentrata sulla cura e sulla giustizia. Questo approccio è particolarmente utile per analizzare come le politiche

globali di sostenibilità finiscono per perpetuare le gerarchie di potere e di genere, ignorando la conoscenza e l'azione delle comunità direttamente coinvolte.

Emanuele Leonardi (2017) ha contribuito ulteriormente a questa discussione con un'analisi marxiana dell'economia del carbonio, mostrando come la transizione energetica sia spesso modellata da logiche neoliberali che trasformano il cambiamento climatico in un'opportunità di mercato, senza affrontare le diseguaglianze strutturali. Nello specifico, i meccanismi di compensazione del carbonio e le politiche di *green economy* tendono a ricostituire le stesse logiche di accumulazione capitalistica che hanno prodotto la crisi ecologica. Questa prospettiva è essenziale per comprendere come le narrazioni dominanti sulla sostenibilità ignorino le cause profonde del degrado ambientale, concentrandosi invece su misure superficiali che favoriscono le élite economiche.

L'estrattivismo 'verde', come evidenziato da questi autori, rappresenta una continuazione del modello capitalista, che si maschera sotto nuove retoriche di sostenibilità. Questo fenomeno è particolarmente evidente nelle pratiche di estrazione di minerali critici per le tecnologie verdi, come il litio e le terre rare per le batterie e in generale per i dispositivi elettronici, che producono enormi impatti ecologici e sulle popolazioni locali. Dunlap (2021) e Barca (2020) hanno sottolineato che tali pratiche non solo perpetuano l'ineguaglianza economica, ma rafforzano anche la privatizzazione dei beni comuni e l'appropriazione delle risorse naturali da parte delle grandi aziende.

Il litio esemplifica bene queste dinamiche controverse. L'estrazione del litio può avvenire da depositi di salamoia o da rocce dure. Per i giacimenti da salamoie (es. il 'Triangolo del Litio' Cile, Argentina, Bolivia) si distingue tra processi di evaporazione (*evaporation ponds* - EP) ed estrazione diretta (*direct lithium extraction* - DLE). Nei primi, fra l'85 e il 95% dell'acqua contenuta nella salamoia si perde per evaporazione, laddove per produrre 1 t di Li₂CO₃ si movimentano in media 96,4 t di salamoia grezza e il fabbisogno di acqua dolce è relativamente basso (ad es. 38 kg per kg di Li₂CO₃ al Salar de Atacama, con forte variabilità tra siti) (Halkes et al. 2024). Al contrario, l'estrazione diretta - pur offrendo efficienze di recupero potenzialmente più alte (fino al 90%) e un'impronta superficiale ridotta - può richiedere quantità significativamente maggiori di acqua dolce, in alcuni casi >500 m³ per t di Li₂CO₃. Inoltre, questa tecnica consente la reiniezione di una parte della salamoia impoverita. In sintesi, gli EP consumano più salamoia e perdono più acqua per evaporazione, mentre la DLE tende a richiedere più acqua dolce; la scelta tra le due tecnologie dipende dalle condizioni locali e dalla disponibilità delle risorse idriche (Halkes et al. 2024). Va specificato tuttavia che parte dell'acqua movimentata è salamoia e non coincide

con acqua dolce, ma l'alterazione del bilancio idrico locale può essere significativa (Vera et al. 2023; Halkes et al. 2024). Nel Triangolo del Litio gli impatti si traducono in pressioni idrosociali e sulla biodiversità: analisi recenti hanno rilevato subsidenza dell'ordine di 1-2 cm/anno (2020-23) nel Salar de Atacama, insieme a effetti sugli ecosistemi (es. popolazioni di fenicotteri) e sulla vivibilità per le comunità locali (Blair et al. 2024).

Per il litio da rocce dure (es. Portogallo), l'estrazione a cielo aperto con esplosivi e i processi di frantumazione, flottazione e lisciviazione impiegano reagenti e generano rifiuti minerari che sollevano preoccupazioni ambientali e socio-territoriali; la letteratura di area documenta rischi e conflitti legati a qualità dell'acqua, suolo e paesaggio (Chaves et al. 2021; Coleandro, Onesti, Pirina 2024), mentre indagini sull'area del Barroso riportano livelli e condizioni ambientali da monitorare attentamente nel tempo (Jesus et al. 2024). Queste attività estrattive hanno implicazioni dirette sulle economie rurali. Le comunità più colpite spesso vedono diminuire la loro capacità di sostenersi attraverso agricoltura e turismo sostenibile, settori che richiedono ambienti naturali integri. Ad esempio, in molte regioni minerarie del Portogallo, l'espansione dell'industria mineraria ha provocato un calo significativo delle attività agricole locali, con conseguente perdita di biodiversità e degrado paesaggistico (Riofrancos 2017). L'utilizzo intensivo di risorse naturali contribuisce inoltre a modificare il ciclo idrico locale, aggravando i problemi di scarsità d'acqua e rendendo insostenibile la vita nelle aree circostanti.

Per quanto riguarda le terre rare, è ormai noto che il rapporto roccia-metalo - cioè una misura che indica la quantità di roccia estratta (inclusa la roccia di scarto) necessaria per produrre una determinata quantità di terre rare totali (TREE) - sia elevato. Secondo Nasser e colleghi (2023), la media globale (dunque considerando l'intera famiglia di terre rare) è pari a $9,8 \times 10^2$ tonnellate di roccia per 1 tonnellata di TREE. Ma qual è il processo che rende questi materiali rilevanti per le tecnologie della transizione energetica? Come sottolineato da Pitron, piccolissime quantità di questi metalli generano campi magnetici che permettono di ottenere più energia rispetto alla stessa massa di carbone o petrolio. Sostituire fonti che riversano quantità enormi di CO₂ con materiali che non si bruciano e non emettono anidride carbonica è, in questa prospettiva, il fulcro del cosiddetto capitalismo verde (Pitron 2023).

La filiera digitale non è un processo neutro né immateriale. Dall'estrazione allo smaltimento, essa si fonda su pratiche sistemiche di sfruttamento umano, disuguaglianza ecologica e razzismo ambientale. Le narrazioni di sostenibilità, se non accompagnate da un profondo ripensamento delle logiche di accumulazione, rischiano di diventare nuovi strumenti di espropriazione.

5.4 La filiera manifatturiera

5.4.1 Le condizioni del lavoro nell'industria elettrodigitale

Come riportato da un recente rapporto dell'ILO sul futuro del lavoro nell'industria elettronica (2024), le condizioni di lavoro presentano sfide significative lungo l'intera catena del valore: esposizione a sostanze chimiche pericolose come piombo, mercurio e cadmio, che possono causare gravi problemi di salute, tra cui cancro e disturbi respiratori; rischi fisici legati a rumori eccessivi, radiazioni e posture ergonomiche scorrette, particolarmente comuni nelle linee di assemblaggio (ILO 2024). Le donne, che costituiscono una parte significativa della forza lavoro in diversi segmenti produttivi dell'elettronica, affrontano rischi specifici per la salute riproduttiva e spesso sono sovrarappresentate in ruoli meno qualificati e peggio retribuiti, con differenziali salariali persistenti nel manifatturiero, seppur variabili per settore e forma contrattuale (World Bank 2023; ILO 2024).

L'eccesso di ore lavorative è un ulteriore elemento critico. In più contesti, durante i picchi stagionali si registrano punte di 60 ore settimanali in paesi come Cina e Vietnam, con straordinari che eccedono i limiti fissati dai codici di condotta e dalla normativa locale; in Vietnam, ad esempio, il tetto legale stabilisce 48 ore settimanali con stringenti limiti allo straordinario, che tuttavia risultano spesso aggirati nella pratica. Come riportato da un report dell'ILO sulle sfide e opportunità del lavoro decente nelle catene di fornitura elettronica, dal 2010 al 2021, il settore dell'elettronica ha registrato un aumento costante (più marcato in confronto ad altri settori economici e industriali) della percentuale di dipendenti che lavorano più di 48 ore a settimana. Negli ultimi cinque anni, l'industria elettronica ha sempre superato la media del settore manifatturiero per la percentuale di lavoratori in straordinario. In particolare, nel 2020, quasi la metà dei lavoratori del settore elettronico ha svolto, in media, più di 48 ore lavorative a settimana (ILO 2022).

La precarizzazione contrattuale attraverso il ricorso a lavoratori interinali, in distacco, a subappalti e impieghi a tempo determinato, riduce l'accesso a protezioni sociali e sicurezza del lavoro; allo stesso tempo, la libertà di associazione e il diritto alla contrattazione collettiva sono spesso limitati, rendendo difficile per i lavoratori organizzarsi e negoziare migliori condizioni (ILO 2024). I lavoratori e le lavoratrici migranti, che costituiscono una parte significativa della forza lavoro, sono particolarmente vulnerabili, spesso soggetti a pratiche illecite, come il trattenimento di documenti, condizioni di dipendenza dal datore di lavoro o dall'agenzia e alti costi di

reclutamento, elementi che alimentano rischi di lavoro forzato lungo le catene dell'ICT (Know The Chain 2022).

Un esempio ormai noto è rappresentato dal sistema cinese di registrazione della residenza '*hukou*', che regola le migrazioni interne cinesi tra campagna e città. Questo sistema ha creato un dualismo nel mercato del lavoro: gli immigrati provenienti dalle aree rurali, impiegati nelle fabbriche urbane, godono di diritti significativamente inferiori rispetto ai residenti urbani (Pun 2012). Tale disparità ha permesso nel tempo di consolidare una struttura dualistica del mercato del lavoro, che ha favorito la proletarizzazione di massa. Questa condizione si è tradotta in un regime lavorativo-abitativo - noto come *dormitory labour regime* (Smith, Pun 2006) - estremamente rigido volto a garantire un controllo pervasivo, in cui i lavoratori sono costretti a vivere in prossimità dei luoghi di produzione, spesso all'interno di dormitori annessi alle fabbriche o in vasti quartieri dormitorio. Tale sistema, basato su «pratiche illegali ma socialmente accettate, e attività legali ma non etiche» (Inverardi-Ferri 2022, 141), è funzionale alla logica della produzione *just-in-time*, ma allo stesso tempo limita fortemente la possibilità di una riproduzione sociale dignitosa. I bassi salari, infatti, non consentono ai lavoratori di accedere a soluzioni abitative esterne, costringendoli a una vita precaria e segregata.

A ciò si aggiunge il ricorso al lavoro temporaneo, come nel caso del reclutamento di studenti degli istituti tecnici durante i picchi di domanda, una pratica facilitata dal supporto delle istituzioni locali e centrali (Pun et al. 2015). Come evidenziato da Inverardi-Ferri (2022), l'eccesso di straordinari ha gravi implicazioni per i lavoratori, tra cui problemi di salute fisica e mentale dovuti alla fatica e allo stress, alienazione causata da mansioni ripetitive che degradano le competenze, e dipendenza economica dagli straordinari per superare il livello di sussistenza. Inoltre, il regime di lavoro nei dormitori isola i lavoratori dalle loro famiglie, mentre la violazione delle leggi sul lavoro li espone a pratiche di sfruttamento. La paura del licenziamento e la repressione delle proteste limitano la capacità dei lavoratori di rivendicare migliori condizioni, perpetuando un sistema che mina i loro diritti e la loro dignità.

Le dinamiche industriali e la governance e organizzazione delle catene globali del valore rafforzano tali tendenze. La standardizzazione modulare della produzione - con *Electronic Manufacturing Services* (EMS) e *Original Design Manufacturing* (ODM) - amplia la sostituibilità dei fornitori e concentra il potere di mercato nelle imprese principali (*lead firms*), che si appropriano della quota maggiore del valore creato, riversando la pressione sui costi a valle, cioè su fornitori e lavoro (Pun 2012; Pawlicki 2016). In questo quadro, gli ODM di Taiwan coprono una quota largamente maggioritaria della produzione mondiale di notebook (80-90%, a

seconda degli anni e delle metriche), confermando la centralità di tali attori nella governance della filiera (Pawlicki 2016).

Sul piano regolativo, i codici privati di condotta - come quello della Responsible Business Alliance (RBA), che fissa in linea generale un limite di 60 ore settimanali salvo emergenze - hanno contribuito a definire standard di riferimento; tuttavia, in molteplici ispezioni e inchieste indipendenti si riscontrano ancora sforamenti sistematici, opacità negli appalti e debolezze nell'enforcement (RBA 2022; Inverardi-Ferri 2022). Ne consegue la necessità di rafforzare le normative nazionali e internazionali sul lavoro, promuovere la piena attuazione delle Convenzioni fondamentali dell'ILO, aumentare trasparenza e tracciabilità di filiera e investire in formazione e progressioni professionali con attenzione specifica a donne e migranti (ILO 2024; Know The Chain 2022).

5.4.2 Foxconn e il regime lavorativo ipersfruttato transnazionale

La taiwanese Hon Hai Precision Industry Co., Ltd. (Foxconn), il più grande produttore a contratto al mondo con picchi di circa 900.000 addetti nei periodi di massima attività, incarna in modo paradigmatico le criticità sopra descritte. Fondata nel 1974, opera in diverse aree geografiche e in un ampio ventaglio di segmenti, in particolare progettazione, sviluppo e produzione di una vasta gamma di prodotti tecnologici, tra cui componenti per smartphone, computer, cavi e connettori. La Cina ospita la maggior parte della forza lavoro della Foxconn, distribuita in 32 stabilimenti, con oltre 400.000 addetti concentrati nella sola area di Shenzhen (Andrijasevic et al. 2022). In questi siti, la disciplina del lavoro è storicamente rigida. Le maestranze sono sottoposte a meccanismi di controllo serrati e spesso umilianti, come addestramenti di stampo militare, controlli di sicurezza invasivi e misure punitive per infrazioni minori. Ciò ha creato un ambiente disumanizzante, in cui i lavoratori sono alienati sia da sé stessi che dal prodotto del loro lavoro, ridotti a semplici ingranaggi di una macchina (Sandoval 2013; Fuchs 2014).

La forza lavoro nelle fabbriche dei fornitori di grandi committenti (come, ad esempio, Apple) in Cina è composta principalmente da giovani donne migranti, spesso preferite per mansioni ripetitive e di precisione e ritenute (stereotipicamente) più docili e meno inclini alla protesta (Sandoval 2013). Sul piano normativo, in Cina il tetto legale agli straordinari è pari a 36 ore mensili; eppure, in diverse indagini sono stati documentati superamenti sostanziali durante i picchi produttivi, con settimane oltre le 60 ore e casi anche superiori (Pun et al. 2015; Andrijasevic et al. 2022). I salari, calcolati su una settimana lavorativa di 40 ore, variano a seconda della regione e del

periodo: ad esempio, nel 2017 a Chongqing le retribuzioni complessive tra i 300 e i 400 euro mensili (inclusi gli straordinari), superavano di poco il minimo locale, mentre a Shenzhen potevano raggiungere circa 500 euro (Andrijasevic et al. 2022). I contratti di lavoro sono tipicamente a breve termine, interinali o legati a stage per studenti, offrendo poca sicurezza e rendendo quasi impossibile una stabilità a lungo termine. L'ambiente di lavoro stesso è pericoloso, con equipaggiamenti protettivi inadeguati che espongono i lavoratori a sostanze nocive, scarsa ventilazione e rumore eccessivo, tutti fattori che contribuiscono a infortuni, malattie e persino decessi (Sandoval 2013; Lüthje, Butollo 2016).

Oltre al costo fisico, l'impatto psicologico sui lavoratori è profondo. La natura estenuante del lavoro, unita all'isolamento sociale e alla mancanza di tempo libero, alimenta un senso di alienazione e solitudine. Ai lavoratori è spesso vietato parlare durante i turni, approfondendo ulteriormente il loro senso di disconnessione dagli altri. La pressione per raggiungere obiettivi di produzione incessanti genera uno stress enorme, mentre la natura ripetitiva e meccanizzata del lavoro elimina qualsiasi senso di appartenenza o realizzazione. Queste condizioni hanno portato a casi allarmanti di crisi di salute mentale, evidenziando il devastante costo umano di questo sistema lavorativo. Infatti, nel 2010, l'azienda è stata teatro di una serie di suicidi tra i lavoratori più giovani, di età compresa tra i 17 e i 25 anni, incapaci di sopportare il carico di lavoro eccessivo e le condizioni di vita disumane (Fuchs 2014; Gambino 2016; Pun et al. 2015).

Un'inchiesta del China Labor Watch (2018) ha approfondito le condizioni di lavoro nello stabilimento di Foxconn a Hengyang, in Cina, che produce dispositivi per Amazon. L'inchiesta ha rivelato numerose violazioni dei diritti dei lavoratori, tra cui l'uso eccessivo di lavoratori interinali (oltre il 40% della forza lavoro), salari bassi, orari di lavoro prolungati e condizioni di vita precarie nei dormitori. Tale impiego di manodopera 'pronta all'uso' assolve una funzione cardine nel regime di flessibilità transnazionale. I lavoratori in distacco (*posted workers*) sono sottoposti a condizioni di lavoro ancora più precarie rispetto ai lavoratori regolari: ricevono meno formazione, non hanno accesso a benefici come l'assicurazione sanitaria e sono spesso costretti a prendere permessi non retribuiti durante i periodi di bassa produzione (China Labor Watch, 2018). Come sottolineato da Rossana Cillo e Fabio Perocco,

I *posted workers* – legalmente lavoratori in distacco transnazionale, praticamente lavoratori transnazionali temporanei – rappresentano una figura ideale per l'impiego di manodopera mobile, just-in-time, in uno o più siti produttivi al momento giusto e al posto giusto, 'senza sprechi', da cui estrarre maggior valore. (Cillo, Perocco 2022, 5)

Altre filiali della Foxconn si trovano in Australia, Messico, Europa centrale e orientale (con impianti di grandi dimensioni in Repubblica Ceca, Slovacchia e Ungheria) e Turchia, per un totale di circa 200 sedi (Drahokoupil et al. 2016). L'espansione negli anni Dieci in Europa centrale e orientale (Central and Eastern Europe - CEE) – nella fattispecie Repubblica Ceca, Slovacchia e Ungheria – e in Turchia offre un caso emblematico per comprendere la relazione bidirezionale tra l'adattamento delle operazioni aziendali a specifici contesti socio-istituzionali e il ruolo degli Stati nel facilitare tali operazioni attraverso regimi migratori, lavorativi e fiscali favorevoli. Attraverso l'analisi di tre casi di studio – Repubblica Ceca, Ungheria e Turchia – gli autori hanno identificato continuità e discontinuità nei processi globali di insediamento della Foxconn, evidenziando come l'azienda modelli le sue pratiche in base alle caratteristiche locali. In questa organizzazione globale, il regime lavorativo del dormitorio (*dormitory labor regime*) «represents a global spatial 'fix' enabling capital to reorganise and expand [...] that has transformed socialist China into the 'workshop of the world' and is expediting CEE's integration into global production circuits» (Andrijasevic et al. 2022, 8-9). Nel caso della Repubblica Ceca, l'uso di dormitori è stato fondamentale per gestire processi produttivi *just-in-time*. In Turchia, invece, Foxconn si avvale di tirocinanti e apprendisti finanziati dal governo, una pratica che richiama l'ampio utilizzo di manodopera studentesca nelle fabbriche cinesi (Andrijasevic et al. 2022). Perciò, le agenzie di lavoro temporaneo (*Temporary Work Agency* – TWA) risultano centrali: reclutano nei paesi d'origine, organizzano trasporto e alloggio, amministrano contratti a breve termine e salari bassi, rendendo i lavoratori migranti 'invisibili' e sottoposti a maggiore controllo (Andrijasevic, Sacchetto 2017).

Da questo regime di lavoro emerge una netta divisione tra lavoratori *core* (direttamente assunti dalle aziende) e lavoratori immigrati in distacco, con questi ultimi relegati a una posizione di svantaggio, caratterizzata da salari più bassi, minori tutele e maggiore controllo da parte delle agenzie e della direzione delle fabbriche. Questo sistema di segmentazione del lavoro rafforza le disuguaglianze sociali ed economiche, creando una forza lavoro gerarchizzata e divisa. Inoltre, il ruolo delle multinazionali come Amazon e Foxconn nel perpetuare queste condizioni di lavoro precarie è un tema centrale: nonostante l'esistenza di codici di condotta per i fornitori, le normative sono spesso ignorate o applicate in modo insufficiente, consentendo alle aziende di trarre profitto da un sistema che sfrutta i lavoratori più vulnerabili (China Labor Watch 2018; Andrijasevic, Sacchetto 2017).

Questo adattamento ai contesti locali, pur mantenendo una logica globale di sfruttamento, flessibilità e precarizzazione, sottolinea il ruolo attivo degli Stati nel facilitare pratiche aziendali che spesso compromettono i diritti dei lavoratori. L'espansione di stabilimenti

produttivi dell'elettronica in CCE, tra cui la Foxconn, è stata dettata da forme di vantaggio competitivo, tra cui politiche del lavoro e dell'immigrazione favorevoli, una forza lavoro qualificata e con un costo inferiore rispetto all'Europa occidentale, i vantaggi di prossimità al mercato del consumo, le infrastrutture preesistenti (Radosevic 2004). Storicamente, gli investimenti diretti esteri (FDI) hanno rappresentato il motore principale di questa integrazione. Le grandi corporation internazionali hanno delocalizzato segmenti significativi della loro produzione nella CEE, attratti dalla possibilità di ridurre i costi operativi e aumentare la flessibilità produttiva. Questo fenomeno è stato ulteriormente incentivato dalla domanda proveniente dai mercati dell'UE, che ha agito come un potente volano per l'espansione delle attività industriali nella regione. La CEE, in questo senso, non è stata solo un sito di produzione a basso costo, ma anche un nodo strategico per accedere a uno dei mercati di consumo più ricchi e dinamici del mondo con l'insediamento di imprese sussidiarie specializzate nell'assemblaggio ed esportazione di manufatti dell'elettronica di consumo (Radosevic 2004).

Così, l'etichetta *made in EU* non diventa solo un indicatore della qualità della merce prodotta. Piuttosto, all'interno di questa organizzazione globale delle catene e reti produttive, l'etichetta permette una serie di agevolazioni alle imprese che operano nel contesto europeo o in paesi limitrofi come la Turchia, esentandole dal pagamento dell'IVA, delle imposte sui profitti e sui salari e delle imposte sulle esportazioni verso l'UE, il Nord Africa e il Medio Oriente (Andrijasevic et al. 2022).

5.4.3 Un impatto socio-ecologico diseguale

I processi produttivi dell'industria elettronica e dei semiconduttori sono altamente chimico-intensivi e impiegano una vasta gamma di sostanze sintetiche e metalli, tra cui mercurio, ritardanti di fiamma bromurati, solventi organici tossici come tricloroetilene e toluene, metalli pesanti quali arsenico, rame, nichel, zinco, tungsteno e indio, e composti fluorurati persistenti come il perfluorottano sulfonato (PFOS) e i suoi precursori, utilizzati in fasi cruciali come la fotolitografia, la pulizia e l'incisione dei wafer. L'esposizione a tali agenti comporta rischi significativi per la salute umana, con studi che evidenziano la presenza di tossine riproduttive, mutageni e cancerogeni; ad esempio, mercurio e metalli pesanti sono associati a danni neurologici e renali, i ritardanti di fiamma bromurati a disturbi endocrini, e solventi come tricloroetilene e toluene a effetti sul sistema nervoso centrale. Particolarmente allarmanti sono i tassi elevati di aborti spontanei rilevati tra le operaie delle fabbriche di microelettronica in Corea del Sud, un rischio aggravato dalla rapida introduzione di nuove sostanze senza adeguate valutazioni tossicologiche, come sottolineato nel documento (Tu 2023).

L'industria elettronica e, al suo interno, quella dei semiconduttori, appartengono al gruppo di otto industrie che, nel loro insieme, producono oltre il 50% delle emissioni globali di gas climalteranti (World Economic Forum 2021). La fabbricazione di chip e wafer nei richiede enormi quantità di acqua per processi come la pulizia, l'incisione e il raffreddamento.

La ‘transizione digitale’, così, rischia di nascondere il fatto che gli effetti materiali di questi processi restano concentrati in aree ritenute sacrificabili. Al contrario, l'industria high-tech rappresenta un ambito in cui la contraddizione o dilemma lavoro-ambiente può presentarsi in forme eclatanti. Maxwell e Miller (2012) hanno criticato la narrativa dominante che celebra l'innovazione tecnologica senza considerare i costi ambientali e sociali, sostenendo che i media hanno un ruolo cruciale nel perpetuare l'ingiustizia ambientale. Allo stesso modo, i discorsi mediatici sulle tecnologie verdi spesso nascondono le pratiche insostenibili dell'industria elettronica, contribuendo a una forma di *greenwashing* che maschera forme di razzismo ambientale (Gabrys 2011). Questa impostazione distorta non solo oscura i veri costi ambientali e sociali dell'industria elettronica, ma contribuisce anche a normalizzare e giustificare le pratiche di sfruttamento e inquinamento. Pellow e Park (2002) hanno documentato come le comunità di colore nella Silicon Valley siano state storicamente esposte a livelli elevati di inquinanti, dimostrando che l'industria high-tech, lungi dall'essere una soluzione, è intrinsecamente legata a povertà, devastazione ecologica e disuguaglianza.

5.4.4 Pulito all'esterno, nocivo all'interno: la fabbrica microelettronica

Le condizioni descritte nel caso Foxconn non rappresentano un'eccezione, ma una forma emblematica di un regime produttivo transnazionale. Al di là del controllo disciplinare e dello sfruttamento lavorativo in senso stretto, queste pratiche industriali implicano anche una dimensione sanitaria e tossicologica spesso sottovalutata. È nel cuore degli stabilimenti produttivi della microelettronica, che comprende semiconduttori e chip, che emergono in modo tangibile i costi invisibili di questo modello produttivo: patologie croniche, esposizione a sostanze pericolose e degradazione della salute fisica e riproduttiva dei lavoratori. Sin dagli anni Settanta, studi pionieristici sulle fabbriche californiane hanno rilevato tassi di intossicazione chimica fino a sei volte superiori alla media manifatturiera, smentendo il mito della 'camera bianca', o *cleanroom* (LaDou 2006).

Negli stabilimenti di microelettronica gli indicatori ufficiali statunitensi sembrano rassicuranti: nel 2022, secondo i dati del Bureau of Labor Statistic degli Stati Uniti, i casi totali registrati (*total recordable case rate* - TRC) dell'industria dei semiconduttori e di altri componenti elettronici (NAICS 3344, secondo la classificazione statunitense) si ferma a 0,5 infortuni ogni cento lavoratori equivalenti a tempo pieno, un quinto circa della media manifatturiera nazionale (2,4).³ Lo stesso database segnala appena 0,4 casi con giorni di assenza dal lavoro (DAFW) ogni cento addetti, contro 1,5 della manifattura nel suo insieme. Nel sottosettore più specifico 33441 il TRC è comunque di 1,0, contro 2,7 dell'intera manifattura. I soli casi con giorni di assenza (DAFW) sono 0,3 per 100 addetti e quelli con ricollocazione o restrizione (DJTR) 0,2, valori molto più bassi dei corrispondenti 1,5 e 1,1 registrati dall'industria statunitense nel suo complesso (BLS, 2024). Altre sottocategorie dello stesso gruppo NAICS mostrano incidenze più elevate: nella produzione di circuiti stampati nudi (334412) il TRC è 1,8 e il DART 1,2; nella fabbricazione di condensatori, resistenze, trasformatori e induttori (334416) i valori sono analoghi (1,8 e 1,2); mentre l'assemblaggio di connettori elettronici (334417) registra 0,9 e 0,7 rispettivamente.

3 Il *Total Recordable Case* (TRC) per questo aggregato non viene pubblicato dal BLS perché inferiore alla soglia di divulgazione, come indicato precedentemente.

Tabella 9 Incidenza di infortuni e malattie professionali – Stati Uniti, 2023. Settore semiconduttori e componentistica elettronica. Fonte: BLS 2024 (https://www.bls.gov/iif/nonfatal-injuries-and-illnesses-tables/table-1-injury-and-illness-rates-by-industry-2023-national.htm#soii_n17_as_t1.f.3); trad. dell'Autore.

NAICS	Segmento	Casi totali registrabili (TRC)	DART*	Giorni di assenza (DAFW)	Trasferimento/Restrizione (DJTR)	Altri casi registrabili
3344	Fabbricazione di semiconduttori e altri componenti elettronici	-	0,5	0,3	0,2	0,4
33441	Fabbricazione di semiconduttori e altri componenti elettronici (dettaglio)	1,0	0,5	0,3	0,2	0,4
334412	Fabbricazione di circuiti stampati nudi	1,8	1,2	0,5	0,7	0,6
334413	Fabbricazione di dispositivi a semiconduttore e affini	-	0,4	0,2	0,2	0,4
334416	Fabbricazione di condensatori, resistori, bobine, trasformatori e altri induttori	1,8	1,2	0,7	0,5	0,6
334417	Fabbricazione di connettori elettronici	0,9	0,7	0,4	0,3	0,3
334418	Assemblaggio di circuiti stampati (assemblaggio elettronico)	0,9	0,5	0,3	0,2	0,4
334419	Altra fabbricazione di componenti elettronici	1,0	0,5	0,3	-	-

*DART = Days Away, Restricted or Transferred – casi con giorni di assenza dal lavoro, limitazioni o trasferimento temporaneo.

Tuttavia, già nel 2001 le malattie professionali rappresentavano il 15,4% dei casi con giorni persi nei semiconduttori, contro il 6,3% dell'intero comparto manifatturiero (LaDou 2006). Una ricerca californiana ha inoltre mostrato che le aziende segnalavano all'Agenzia federale sulla salute e la sicurezza occupazionale del Dipartimento

del Lavoro (Occupational Safety and Health Administration - OSHA) meno della metà dei casi conformi ai criteri di notifica, occultando così l'impatto reale dell'ambiente di lavoro sulla salute (McCurdy, Schenker, Samuels 1991, citati in LaDou 2006).

Nei primi anni Duemila, casi concentrati di tumori cerebrali e linfomi fra i dipendenti IBM - pur osteggiati in sede giudiziaria - hanno richiamato l'attenzione sul rischio oncologico latente delle linee di produzione (Beall et al. 1996; Clapp 2001; LaDou 2006). Nel 2001, nel Regno Unito il Health and Safety Executive (HSE) condusse uno studio sui lavoratori dello stabilimento National Semiconductor nella cittadina di Greenock. Pur limitato da un campione ridotto, lo studio riscontrò eccessi di tumore al polmone, allo stomaco e alla mammella tra le donne, e di tumori cerebrali tra gli uomini rispetto alla popolazione scozzese. Le ispezioni successive in 25 impianti britannici mostrarono che oltre un quinto non rispettava i requisiti minimi di legge in tema di ventilazione, sorveglianza sanitaria e gestione dei cancerogeni, con l'emissione di 13 provvedimenti di miglioramento e un ordine di cessazione immediata. Sulla scia di tali evidenze l'HSE propose un ampliamento dell'indagine per approfondire i tumori polmonari e mammati, nonché quelli gastrici e cerebrali (LaDou 2006). Il caso britannico conferma quindi che, anche in contesti regolatori avanzati, la presunta pulizia dell'high-tech può celare rischi rilevanti ma sottostimati.

Anche un'osservazione dei principali siti produttivi asiatici mostra le tendenze pocanzi delineate. In Cina, ad esempio, un'indagine condotta su lavoratori dell'industria elettronica ha rilevato un'elevata prevalenza di disturbi muscoloscheletrici (ad esempio, il 18,75% per i dolori al collo negli uomini), attribuendo l'incidenza a fattori come i movimenti ripetitivi e la postura statica (Yang et al. 2023). Per quanto riguarda la salute riproduttiva, il tasso di aborto spontaneo tra le lavoratrici del processo di confezionamento (PKG) è stato del 14,5%, mentre tra quelle del processo di fabbricazione (FAB) è stato del 12,6%, entrambi superiori all'11,1% osservato tra le impiegate. Questi tassi superano anche l'11,1% riportato nel 2012 per le donne coreane di età compresa tra 15 e 44 anni, evidenziando potenziali rischi per la salute riproduttiva associati ai ruoli di produzione nell'industria (Kim et al. 2017). Ulteriori analisi indicano che il rischio di aborto spontaneo era significativamente più alto tra le lavoratrici PKG rispetto alle impiegate, soprattutto nel periodo antecedente al 2008, quando i livelli di automazione e le condizioni ambientali erano meno avanzati e il contatto diretto con sostanze chimiche potenzialmente tossiche era più frequente (Kim et al. 2017). Inoltre, il rischio riproduttivo non riguarda solo le donne. Uno studio retrospettivo ha mostrato che gli operai maschi coinvolti nei processi produttivi presentano un rischio significativamente maggiore di esiti avversi della gravidanza nei propri partner, rispetto ai lavoratori d'ufficio, con una probabilità

aumentata del 47% per gli addetti all'assemblaggio e fino al 74% per quelli coinvolti nella fabbricazione, in particolare quando anche le partner lavoravano nello stesso settore (Choi et al. 2019).

L'incidenza cumulativa di aborti spontanei tra gli operai è stata del 9,8% nel periodo 1986-2015, e le cause ipotizzate includono l'esposizione a solventi organici come gli eteri di glicole etilenico (EGE), radiazioni a bassa frequenza e altri agenti mutageni o cancerogeni, che possono compromettere la qualità dello sperma o indurre mutazioni genetiche nei gameti (Choi et al. 2019; Kim et al. 2014).

Combinati, questi risultati suggeriscono che il guscio digitale pulito nasconde un carico sanitario latente derivante dalla manifattura delle sue singole componenti elettroniche: pochi infortuni acuti ma molte patologie croniche collegate a ergonomia carente, sostanze tossiche e turni prolungati. La nocività, insomma, si distribuisce in modo selettivo: invisibile nelle statistiche aggregate nord-americane, fin troppo tangibile nelle cartelle cliniche di chi lavora fra luci UV, flussi laminari e solventi volatili.

