

Anatomia di un microchip (una prefazione)

Abbiamo tradotto e pubblichiamo la prefazione che Celia Izoard ha scritto per Anatomie d'une puce, un interessante volume – edito da Le monde à l'envers – che raccoglie interventi e materiali realizzati in occasione del convegno internazionale tenutosi il 28 e 29 marzo 2025 a Grenoble. A Celia Izoard si devono diversi lavori-inchiesta sulla rovinosa materialità del digitale nonché riflessioni sulla necessità di sbarazzarcene, tra cui Cambiate lavoro per favore. Lettere agli umani che robotizzano il mondo, pubblicato in italiano nel 2022 dalle edizioni Malamente. Questa prefazione, nella sua sinteticità, ci fa scorgere il mondo intero dentro i semiconduttori in quanto tecnologie imperiali; e formula con chiarezza la posta in gioco per un'Internazionale del genere umano: spezzare la spirale di rafforzamento reciproco tra digitalizzazione e guerra.

È possibile rilocalizzare l'impero?

Il digitale è una tecnologia imperiale.

Cosa diventa quando l'impero va in frantumi?

di Celia Izoard

La vedete la colonnina per la convalida dei biglietti e tesserini di viaggio? È il grande rettangolo grigio alto circa un metro e mezzo che superate all'entrata della metro. Qualche giorno fa, quando sono scesa in una stazione a Tolosa, alcuni tecnici avevano aperto questa colonnina per lavori di manutenzione. Si poteva quindi vedere ciò che abitualmente è invisibile: l'interno. In mezzo a fili di tutti i colori, ho visto delle targhette di resina epossidica verde lunghe circa quaranta centimetri. Su queste schede elettroniche si sviluppa una sorta di città all'americana: schiere di

punti argentati, luci rosse, torri cilindriche, blocchi rettangolari. Alcuni di questi rettangoli, neri, circondati da piccole linee argentate perpendicolari, assomigliano a magazzini logistici in miniatura con le loro file di camion: ecco i microchip, chiamati anche semiconduttori oppure circuiti integrati.

Ho incontrato Hubert Cros, progettista di sistemi elettronici per delle aziende del Sud-Ovest. Mi ha raccontato che in una colonnina come questa, si utilizzano alcune decine di semiconduttori. Ce ne sono quasi 160 in un cellulare, e circa 3500 in un'auto ibrida. Un microchip di una colonnina di convalida può contenere fino a 10.000 transistor, ma quelli che troviamo in un server dei data center (utilizzati per esempio nei calcoli di «intelligenza artificiale») ne contengono circa 100 miliardi: milioni di volte di più.

Resta il fatto che questa semplice colonnina finalizzata a leggere un titolo di trasporto, aprire la barriera ed emettere un bip positivo o un bop negativo a seconda della validità della tessera, questo oggetto che a malapena possiamo definire «high tech», necessita da solo di quasi un milione di componenti elettronici. All'interno di questo oggetto inutile, dalle finalità mercantili e burocratiche, si potrebbero ritrovare delle tracce del mondo intero: decine di minerali estratti e raffinati in luoghi differenti, acidi e solventi arrivati da ovunque, siti di montaggio e di assemblaggio sparsi su diversi continenti. Sull'esempio di queste colonnine, da una quarantina d'anni, la vita nei Paesi ricchi è irrigata da microchip onnipresenti e invisibili. In una brochure informativa per il grande pubblico, l'associazione europea delle imprese di semiconduttori (ESIA), si felicita di ricordare che questi ultimi sono indispensabili «alle cure mediche critiche», «alle infrastrutture idriche», «all'agricoltura sostenibile che nutrirà il mondo» (ESIA, *Semiconductors : strategic enabler of everyday life*, 2024). Nello stesso documento, essa spiega che «la fabbricazione di semiconduttori è l'attività di fabbricazione più complessa che si conosca attualmente. Prima di raggiungere lo stadio del prodotto finale, un microchip può compiere 2 volte e mezzo il giro del mondo e attraversare 80 frontiere». Come siamo giunti a questo punto?

Esistono delle tecnologie emblematiche di certe forme politiche. Il telaio meccanico, per esempio, cristallizza il capitalismo industriale inglese del XIX secolo: il cotone prodotto in India, le fabbriche tessili di Manchester alimentate a carbone, le cotonine vendute ai mercanti di schiave e schiavi africani. Il microchip di silicio, invece, è un puro prodotto dell'egemonia neoliberale delle potenze occidentali degli anni Duemila. Produrre un tale oggetto necessita la capacità di ammassare quantità inaudite di capitali in eccesso (grazie alle riforme neoliberali) e di essere i beneficiari ultimi di catene di approvvigionamento di una complessità prodigiosa, suddivise su decine di Paesi. Di fatto, il microchip è la quintessenza del «modo di vita imperiale» così come lo hanno definito i sociologi tedeschi Brand e Wissen: un quotidiano in cui gli oggetti più ordinari sono dei prodotti ipermondializzati fondati su rapporti di potere asimmetrici.

È la *pax americana* che ha reso possibili la Silicon Valley e le sue catene di approvvigionamento tentacolari. Se non fosse esistito questo dominio mondiale, naturalizzato all'inizio degli anni Duemila al punto di passare per «la fine della storia», se il mondo non fosse stato questo spazio di libero scambio comodamente organizzato per rifornire le multinazionali occidentali, a nessuno sarebbe venuto in mente di digitalizzare le attività umane. Sembra inconcepibile rendere una società intera dipendente, per la propria sopravvivenza, da un oggetto che si basa sull'attività di decine di miniere ai quattro angoli del mondo, superando 80 diverse frontiere prima di raggiungere lo stadio del prodotto finale. In altri termini: il digitale è una tecnologia imperiale. Cosa diventa quando l'impero va in frantumi?

Il vento cambia, l'impero occidentale s'incrina e si frammenta. Da qualche anno, il Pianeta non è più questa comoda base logistica, gestita dalle politiche della Banca Mondiale e del Fondo Monetario Internazionale per rifornire le multinazionali occidentali. La Cina, seconda potenza economica mondiale, non può più essere trattata come un subappaltatore dell'elettronica. Essa ha costruito dei monopoli sui metalli critici e potrebbe invadere Taiwan, dove è fabbricata la maggior parte dei microchip del mondo. L'egemonia è finita, con diversi imperi in concorrenza tra loro per le risorse e i mercati. Convertite al capitalismo, le classi dirigenti dei BRICS+ (Brasile, Russia, India, Cina, Sudafrica, Iran, Egitto, Emirati Arabi

Uniti, Indonesia ed Etiopia) vogliono metalli, semiconduttori ecc. per produrre più o meno gli stessi oggetti: auto, aerei, armi, satelliti, telefoni, schermi e il resto dell'infrastruttura digitale.

In Europa e negli Stati Uniti le imprese esigono dai loro Stati che le aiutino a garantire i loro approvvigionamenti in materie prime e in componenti. Che aprano miniere e industrie, che reindustrializzino i territori da cui queste stesse imprese hanno traslocato vent'anni fa per aumentare i propri profitti. Nel 2022, il governo federale degli Stati Uniti ha votato un *Chips Act* per sovvenzionare la produzione di semiconduttori nel Paese. Nel 2023, i deputati europei votano a loro volta l'*European Chips Act*, una replica della stessa legge il cui obiettivo è produrre sul continente il 20% della domanda europea di semiconduttori. A Crolles, nei pressi di Grenoble, lo Stato ha promesso 2,9 miliardi di euro per finanziare l'allargamento della fabbrica STMicroelectronics, un gruppo franco-italiano la cui sede è in Svizzera.

Ma è davvero possibile rimpatriare queste catene di approvvigionamento mondiali? All'interno della classe politica, nessuno sembra porsi tale questione, per quanto cruciale: si possono produrre dei microchip in un solo Paese o per lo meno in un solo continente? Non più di quanto ci si chieda se si possono produrre delle batterie elettriche, delle armi o dei satelliti a partire da un unico continente. Si tratta di ignoranza, di cinismo? Tutti sembrano aver dimenticato che l'industrialismo è fondato sull'imperialismo – sugli «scambi», come dicono i manuali scolastici. L'industria automobilistica francese si è costruita con caucciù e rame congolese, con piombo e cobalto magrebini, nichel canaco, petrolio mediorientale ecc. Le catene di approvvigionamento di STMicroelectronics sono oggi mille volte più lunghe, intrecciate e complesse di quelle dell'impresa Renault degli anni Sessanta. Il fatto che STMicroelectronics, a Crolles, abbia più di 6000 fornitori diretti fornisce un'idea della complessità dei processi da cui dipende questo sito gigantesco. Il minimo microchip di qualche millimetro può contenere decine di metalli differenti: arsenico, tantalio, titanio, antimonio, gallio... Tuttavia, a destra, a sinistra o presso gli ecologisti, tutti applaudono questi investimenti sulla «sovranità tecnologica» chiamati persino «rilocalizzazioni».

Eccoci qui a Grenoble, dove un'intera industria dell'elettricità e dell'elettronica si è installata da lunga data per beneficiare dell'acqua delle montagne. Le imprese di semiconduttori impiantate a partire dagli anni Novanta hanno regolarmente aumentato i loro prelievi di acqua, al punto che in un decennio il consumo da parte di STMicro è quasi raddoppiato. Con il moltiplicarsi e l'aggravarsi degli episodi di siccità. Dopo l'estate 2022, un'estate torrida, il collettivo STopMicro è entrato in scena depositando casse e casse di bottiglie davanti a EAUX de Grenoble Alpes, la regia incaricata del servizio idrico della zona. Esattamente 336 litri, tanti quanti STMicroelectronics e Soitec ne consumano ogni secondo in seguito al loro allargamento. Da soli, questi due siti inghiottono l'acqua di una città di 400 mila abitanti e l'elettricità di una città di 230 mila abitanti.

La popolazione della regione è probabilmente inquieta nel veder scomparire le proprie risorse d'acqua, come la maggior parte di noi. Ma il muro che le impedisce di contestare questo accaparramento è il consenso politico sulla «rilocalizzazione». *Bisogna pur produrre dei microchip. Meglio produrli qui che altrove.*

Di fatto, se avete ascoltato su France Inter l'intervista a Jean-Marc Chéry, amministratore delegato di STMicroelectronics, dovrete essere convinte e convinti che questo consumo d'acqua servirà almeno a produrre dei microchip «made in France» (trasmissione dell'11 novembre 2021 dedicata a Grenoble). Ci sono argomenti per tutte le parrocchie politiche: ciò impedirà le penurie che rischiano di paralizzare l'economia; le condizioni di produzione saranno migliori a Crolles che presso un subappaltatore asiatico. Rispondendo ai giornalisti, l'AD ha lasciato intendere che la fabbrica produceva «diversi miliardi di microchip ogni anno» a partire da una materia prima che sarebbe una «tavoletta di silicio». Tutto questo è falso.

Era il primo punto del convegno organizzato da STopMicro e dai Soulèvements de la Terre il 28-29 marzo 2025: spiegare perché le fabbriche di STMicroelectronics a Crolles e di Soitec a Bernin sono solo una tappa di una catena industriale estremamente costosa e complessa. Che comincia con l'estrazione di quarzo nei rari giacimenti di quarzo ad alta purezza che

esistono sul Pianeta. A cui seguono le tappe della metallurgia necessarie alla purificazione di questo minerale di silicio e che durano diverse settimane. Prima trasformato «in silicio metallo attraverso l'aggiunta di carbonio ricavato dal carbone o dal legno degli altiforni molto energivori»¹, viene poi trasformato in polisilicio. «Il polisilicio viene quindi fuso ancora una volta a temperature elevatissime in lingotti di silicio monocristallino ultra-puro. Questi lingotti saranno poi divisi in gallette molto fini (*wafers*, in inglese)». È solo a questo stadio che intervengono le fabbriche di Grenoble, le quali ricevono queste gallette e vi imprimevano miliardi di transistor e circuiti miniaturizzati attraverso la fotolitografia (simile a una foto argentica ma molto più complessa). Al termine di queste centinaia di tappe che durano diversi mesi nelle camere sterili dell'Isère, ciò che esce dal sito di STMicroelectronics a Crolles non è ancora un microchip come oggetto separato. È in altre fabbriche chiamate OSAT o *back-end*, spesso collocate in Asia, che questi semiconduttori sono singolarmente separati, testati e preparati per essere integrati in circuiti elettronici. Malgrado il suo colossale consumo d'acqua e di elettricità, la produzione realizzata nelle Alpi non è che una trappa tra decine di altre, suddivise su tutto il Pianeta.

Una volta stabilito che la costruzione o l'allargamento di una fabbrica di semiconduttori non può cambiare la natura mondializzata dell'elettronica, il secondo punto di questo convegno era smontare il multistrato di forme di dominio contenuto in questo oggetto così minuscolo. In quanto tecnologie imperiali, i semiconduttori sono dei microcosmi. Attraverso i milioni di tappe e di sostanze che ne permettono l'esistenza, offrono un'istantanea mondiale delle devastazioni dell'industria, delle dinamiche coloniali e neocoloniali. È il caso, per esempio, dello stato di guerra permanente nella parte est della Repubblica democratica del Congo, di cui ci parlano David Maendha Kithoko e Fabien Lebrun. Questa regione del Kivu dove vengono sfruttate numerose miniere artigianali di tantalio e di stagno (utilizzati nei condensatori e nelle saldature delle schede elettroniche) si è infiammata già agli albori della rivoluzione informatica. Le manovre delle grandi potenze per beneficiare di questa economia di guerra hanno alimentato fino ad oggi il reclutamento dei bambini per la

guerra e per le miniere, gli stupri, i massacri e le deforestazioni. Parallelamente, l'espansione dei mercati delle batterie per le auto, i datacenter e gli apparecchi digitali hanno scatenato una corsa ai giacimenti di litio sulle Ande, in particolare nel Nord dell'Argentina, dove decine di comunità autoctone resistono al proprio sradicamento. È quello che ci raccontano Roger Moreau da Salinas Grandes e Azul Blaseotto, venuta da Buenos Aires.

Cosa vediamo ancora in questi microchip di cristallo? Possiamo vedervi riflessi i movimenti meccanici e ripetitivi degli operai e delle operaie dell'elettronica in Cina e in India, raccontati da Agnès Crépet, che studia questa industria da dieci anni all'interno dell'impresa Fairphone. O ancora vedervi scintillare le acque cristalline dei laghi delle comunità innu e inuit nell'estremo Nord del Quebec, e immaginare la collera degli abitanti del porto di Sept-Îles di fronte a un progetto di estrazione di terre rare da giacimenti radioattivi. Marc Fafard ha attraversato l'Atlantico per venire a raccontare l'eterno ritorno di queste imprese minerarie nella regione. Esse puntano questa volta ad estrarre del gallio, il metallo di cui sono fatte le nuove generazioni di microchip, le cui performance continuano a raddoppiare ogni due anni, in conformità con la legge di Moore [*secondo la quale il numero di transistor su un microchip raddoppia circa ogni 18 mesi*] che le potenze economiche fanno implacabilmente rispettare nel mondo.

A partire da tutti questi racconti, si comprende facilmente che più lasciamo le imprese disseminare schede elettroniche in tutto ciò che ci circonda, più aumentano gli accaparramenti e le intossicazioni – a Crolles, a Salinas Grandes, a Sept-Îles e altrove – ma anche il rischio sempre più evidente di guerra tra potenze economiche rivali. È per mettere le mani sui giacimenti di terre rare e altre miniere indispensabili al digitale che l'amministrazione Trump minaccia di occupare la Groenlandia. È per procurarsi il petrolio necessario alla corsa all'IA e all'armamento ch'essa attacca il Venezuela. In questo mondo dominato dall'industria del digitale, per via degli usi e degli oggetti che impone, ogni potenza economica avrebbe bisogno di almeno due continenti per accaparrarsi le risorse. Sono i tassi di crescita di questo settore che ci incarcerano ogni giorno di più in questo tunnel *hyperloop* in fondo al quale c'è la guerra. Di ritorno, questo orizzonte di scontro

ineluttabile rafforza ancora la crescita del digitale, diventato il sistema nervoso delle tecnologie militari contemporanee.

Così, che sia promossa dalla Cina, dagli Stati Uniti o dall'Europa, la «sovranità tecnologica» non designa affatto una ricerca di autosussistenza il cui corollario sarebbe di lasciare in pace il resto del mondo, una forma di autosufficienza tecnica e materiale. La «sovranità tecnologica» indica in realtà il rafforzamento imperiale e la corsa all'armamento. Il terzo punto di questo convegno e della manifest'azione che ne è seguita è quindi davanti a noi, e per molto tempo. Piuttosto che credere alle favole per bambini dell'«industria rilocalizzata», dobbiamo far cessare la condizione di dipendenza generalizzata che si rafforza con ogni nuovo servizio digitale: la scuola degli schermi, la tele-medicina, i cervelli alimentati con l'IA e così via. Queste imprese all'apparenza onnipotenti hanno delle vulnerabilità: il rischio di disaffezione, la rivolta degli utenti contro la colonizzazione della vita da parte di queste tecnologie potrebbe esserne una, se delle iniziative tanto ricche quanto festose come quelle di Grenoble si moltiplicassero. In una prospettiva più realistica, l'altra vulnerabilità evidente è precisamente ciò che il lavoro di STopMicro ha contribuito a mettere in luce: la crescente fragilità delle sue catene di approvvigionamento man mano che il contesto geopolitico si fa più volatile. Esse potrebbero essere destabilizzate dalla molteplicità dei conflitti e delle resistenze che hanno scatenato, dalle miniere fino ai data center, se la solidarietà internazionale riuscisse ad amplificarle e a unirle come altrettanti anelli.

1. Questa e le citazioni successive sono tratte da *Combien de tours du monde faut-il pour fabriquer une puce « made in France »?* [Quanti giri del mondo servono per fabbricare un microchip "made in France"?], l'intervento del Collettivo STopMicro che apre *Anatomie d'une puce*.