

Disparità infrastrutturali e dotazioni energetiche territoriali

Prospettive di materializzazione dell'economia dell'idrogeno tra contesto nazionale e geografie energetiche internazionali

Francesca Uleri
Libera Università di Bolzano, Italia

Federica Viganò¹
Libera Università di Bolzano, Italia

Abstract Considering the emerging role of hydrogen within the energy transition in the European and national context, the article highlights how institutional attention towards this vector may actually exacerbate pre-existing territorial divides. The discussion develops around the concept of hydrogen-led energescapes, energescapes shaped by the diffusion of hydrogen-related technologies and infrastructure, and the relationship between these and institutional socio-technical imaginaries, namely the political and social visions that guide decisions regarding these materializations, potentially influencing the worsening of infrastructural disparities and broader territorial divides.

Keywords Energescapes. Sociotechnical imaginaries. Hydrogen valleys. Hydrogen corridors. PNRR.

Sommario 1 Introduzione. – 2 La spazializzazione della transizione energetica globale tra immaginazione e materializzazioni locali. – 3 Idrogeno tra orientamenti di policy internazionali e prospettive di pianificazione nel contesto italiano. – 3.1 Paesaggi energetici e immaginari istituzionali. – 4 Discussione e conclusioni.

1 Introduzione

Il focus sul tema dell'odierna materializzazione della transizione energetica (TE) in connessione e rimedio a disparità infrastrutturali e divari nelle dotazioni energetiche territoriali rappresenta oggi uno degli elementi analitici di partenza per comprendere come vadano definendosi nuovi paesaggi energetici (*energescapes*) (Howard et al. 2013; Kirshner et al. 2019), e come questi possano condizionare le più ampie prospettive di sviluppo territoriale (Bridge et al. 2018). Traiettorie di infrastrutturazione per raggiungere e supportare obiettivi di decarbonizzazione e ampliamento dell'accesso a energia pulita rappresentano aspetti fondamentali per garantire un avanzamento nello sviluppo economico e sociale globale (UNEP 2024). Tuttavia, il loro procedere su scala locale non appare come un processo omogeneo e lineare bensì come un processo territorialmente diversificato e frammentato, spesso profondamente radicato in divari infrastrutturali e socioeconomici storicamente consolidati (De Pascali 2015), innescati e caratterizzati da fattori tra i quali: la mancanza di investimenti pubblici in dotazioni infrastrutturali, la concentrazione di impianti inquinanti in zone specifiche, la commoditizzazione di risorse naturali territorialmente contestualizzate ('exchange-value attribution'), e la ridefinizione dei loro usi rispetto a pratiche pregresse localmente e storicamente costituite (*value-use modification*) (Woods 2013; Velasco-Herrejón, Bauwens 2024).

Di riflesso, in una logica di co-produzione, le traiettorie di infrastrutturazione energetica possono divenire esse stesse concausa di tali fattori, stimolandone - alle volte - un loro inasprimento (Naumann, Rudolph 2020). Alla luce della complessità dei processi di materializzazione della TE nel ridefinire incisivamente gli aspetti eco-sociali di ciascun contesto territoriale in una logica di costruzione dello spazio tra materiale e immateriale (Becker et al. 2016), questo contributo focalizza il caso della transizione verso un energy-mix che includa l'idrogeno, e quindi verso la definizione di un paesaggio energetico all'interno del quale questo vettore acquisisce sempre più centrale importanza. Attualmente, a livello interazionale, assistiamo a un'attenzione istituzionale - e investimento crescente - sul ruolo dell'idrogeno nei processi di decarbonizzazione e sicurezza energetica (Lentschig et al. 2025), tale per cui alcuni autori oggi parlano di un reale 'hydrogen-momentum' o corsa globale all'idrogeno (Hayes 2021). L'Italia, in allineamento all'orientamento Europeo, ha previsto - all'interno del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) - un insieme di finanziamenti indirizzati a sostenere l'infrastrutturazione per la produzione, l'approvvigionamento e l'uso a livello locale di idrogeno prodotto da fonti rinnovabili, soprattutto nell'industria e nel trasporto. Alla luce di ciò, le prossime sezioni, attraverso una ricognizione preliminare dei quadri di policy e orientamenti istituzionali europei

e nazionali in tema idrogeno, evidenziano come le prospettive di infrastrutturazione da questi emergenti possano rimodellare paesaggi energetici (PE) trainati dalla corsa a questo vettore (*hydrogen-led energescapes*) sia su scala locale che transnazionale, in virtù di una spazialità estesa associata all'infrastruttura attesa. In questo quadro, rifacendoci alla definizione formulata da Delina (2020) di PE, gli hydrogen-led energescapes possono essere definiti come la combinazione delle tecnologie, delle infrastrutture e degli assetti politico-istituzionali legati alle nuove implementazioni di sistemi energetici ad idrogeno in specifici territori. Un paesaggio energetico dunque rimanda sia agli elementi materiali che supportano l'operatività delle società contemporanee, sia alle visioni e ideologie politiche che mobilitano e indirizzano questi elementi all'interno di contesti spaziali definiti (Delina 2020). Coerentemente, la definizione degli hydrogen-led energescapes è qui discussa sulla base della letteratura sulla spazializzazione della TE animata - tra le varie discipline - dalla geografia economico-politica, dalla sociologia ambientale, l'ecologia politica. Particolare attenzione è data all'interrelazione tra PE e visioni istituzionali dell'orientamento all'idrogeno rientranti nella categoria degli immaginari sociotecnici istituzionali, nonché visioni di un futuro desiderato che orientano e legittimano l'azione istituzionale di avallo all'idrogeno nel presente (Jasanoff, Kim 2015). Data la novità del tema 'idrogeno' per le scienze sociali, in una prima fase esplorativa e di ricognizione tematica, la comprensione dell'interrelazione tra PE e immaginari sociotecnici istituzionali diviene una lente fondamentale utile a intercettare e interpretare possibili processi di accentuazione di divario territoriale riconducibili alle azioni contemporanee di infrastrutturazione energetica.

2 **La spazializzazione della transizione energetica globale tra immaginazione e materializzazioni locali**

Come anticipato in introduzione, a livello analitico, l'individuazione di specifici PE permette di esaminare lo stato dell'arte di un territorio per quanto riguarda la sua dotazione energetica materiale e immateriale. Questa funziona quindi come una registrazione visiva della storia economica e politica di un sistema energetico, attraverso cui si reperiscono informazioni sui modelli d'investimento, sulle priorità di sviluppo e sulle relazioni di potere che hanno plasmato l'infrastruttura energetica localizzata. Tale prospettiva ci permette inoltre di individuare i principali meccanismi di spazializzazione della TE e i processi che vengono primariamente messi in atto nell'attuale percorso verso la decarbonizzazione (Castàn Broto, Baker 2018; Labussiere et al. 2018; Gailing et al. 2019). Sulla base di studi recenti, soprattutto nel contesto della geografia economica, questi processi 'di base' si

possono raggrupparsi in due tipologie principali: 1) di accumulazione (es: logiche di capitalizzazione e disinvestimento associato a risorse e infrastrutture energetiche); 2) di competizione (es: il verificarsi di situazioni di vantaggio o svantaggio per i territori in cui il vecchio sistema energetico viene soppiantato dal nuovo, con conseguenze in termini di giustizia sociale ed energetica). Nella realtà questi processi non hanno confini chiari, si intrecciano tra loro dando origine a PE che sono il risultato di una combinazione di elementi riferibili ad un mix tra nuovi e vecchi sistemi dell'energia, territorialmente consolidati e plasmati (Bridge, Gailing 2020). La TE globale accompagnata dall'emersione di PE contestuali si caratterizza quindi come un processo di 'space-making' sul locale (Becker et al. 2016; Bridge et al. 2018).

Come già sottolineato, in una linea di complementarietà analitica, l'individuazione di specifici PE si integra e completa con l'analisi degli immaginari sociotecnici. Questa permette di cogliere i significati e le identità associate ai 'nuovi' e 'vecchi' spazi energetici in evoluzione, tenendo conto di impatti sociali e ambientali che le attività legate alla produzione energetica generano, e dei conseguenti processi di continua riconfigurazione dei luoghi (Hudson 2005). In questa cornice, risulta necessario considerare che la costruzione degli immaginari sociotecnici riguardanti le TE sia un processo complesso che coinvolge una serie di fattori interrelati (es. sociali, ambientali, tecnologici, ecc.), in quanto si delineano visioni collettive di futuri desiderati sulla base dell'avanzamento nella scienza e nella tecnologia, plasmando quindi aspettative di sviluppo e influenzando decisioni politiche ed economiche che ricadono su ampie collettività (Jasanoff, Kim 2015). Gli immaginari sociotecnici sono pertanto costrutti sociali plasmati dall'influenza di attori diversificati. Tra questi troviamo primariamente le istituzioni, le quali, attraverso quadri normativi e di policy energetica, hanno la possibilità di definire immaginari sociotecnici dominanti, in quanto, dati gli strumenti utilizzati per favorire la loro materializzazione rischiano di prevaricare su quelli mobilitati da altri gruppi sociali.

Gli immaginari sociotecnici istituzionali (ISI) contribuiscono a modellare l'emersione di nuovi PE in coerenza con particolari ideologie politiche e modelli di sviluppo; a loro volta, i PE esistenti, caratterizzati da infrastrutture e tecnologie predominanti, ri-orientano tali visioni (Tidwell, Tidwell 2018; Longhurst, Chilvers 2019; Chateau et al. 2021). Dato il radicamento dei PE in specifici contesti spaziali, l'emersione vicendevole di nuovi PE e nuovi ISI si lega logicamente alla costruzione di nuovi immaginari dello spazio come arena in cui materialmente si declina la TE. In questa concatenazione costruzionistica, lo spazio modella - e interagisce con - gli immaginari sociotecnici energetici; questi non essendo mai spazialmente neutrali (Chateau et al. 2021) si integrano con nuove visioni dello spazio in cui si innestano prospettive di infrastrutturazione e d'implementazione tecnologica, da cui emergono quindi mutevoli PE **[fig. 1]**.

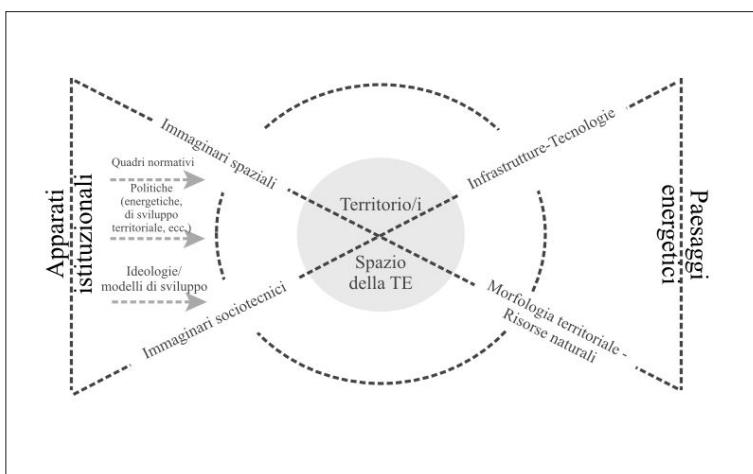


Figura 1 Interrelazione di co-produzione tra immaginari sociotecnici e spaziali istituzionali e paesaggi energetici. Fonte: elaborazione degli Autori

L'immaginario sociotecnico procede dunque di pari passo con un atto di:

- immaginazione di trasformazione spaziale in cui si delineano proiezioni sui cambiamenti che le infrastrutture o le tecnologie possono apportare in un territorio;
- e/o l'immaginazione di spazi idealizzati evocanti visioni di come determinati territori potrebbero evolvere per supportare un certo tipo di TE, si restituiscono quindi visioni di 'territori ideali' in funzione di tale scopo.

Quest'ultimo punto diventa di fondamentale importanza nell'intercettare la definizione dei PE in specifici casi studio e nel comprendere come questi si leghino e interagiscano con ISI contestuali. A tal riguardo è importante considerare che gli apparati istituzionali hanno le capacità e gli strumenti programmatici e discorsivi per identificare e strutturare territori ideali di supporto a peculiari traiettorie di transizione. Attraverso l'azione istituzionale si definiscono, ad esempio, regioni dell'energia (Späth 2012), o zone dell'energia rinnovabile (Wu et al. 2015).

Indipendentemente dalle nomenclature adottate, soprattutto nella ridefinizione di spazi dell'energia in una connessione Nord-Sud Globale, oggi numerose evidenze scientifiche riportano di traiettorie di infrastrutturazione per l'espansione delle rinnovabili che avanzano attraverso specifiche logiche di accumulazione per espropriazione o 'spossessamento' (Harvey 2007). Tali processi dinamici e multiformi, in una prospettiva transnazionale, si adattano alle mutevoli condizioni

del capitalismo, inserendosi in un modello di sviluppo economico in cui l'accumulazione di capitale si alimenta dell'espropriazione di risorse, terreni e mezzi di sussistenza dalle comunità più marginalizzate e vulnerabili. I processi di accumulazione vengono favoriti da approcci orientati alla privatizzazione o conversione di beni pubblici o comuni in proprietà privata, e alla finanziarizzazione, facilitando l'ingresso di investitori istituzionali e non, che aumentano il rischio di esproprio, spesso ignorando i diritti e le esigenze delle comunità locali. Le dinamiche regionali di accumulazione entrano a far parte della storia materiale e immateriale dei contesti territoriali o regionali divenendone un cardine dell'evoluzione economica (Pike 2020). I processi di accumulazione contribuiscono quindi a costituire la storia passata e futura di un territorio ridefinendo e proponendo PE dominanti. Questi possono comportare frizioni tra la dipendenza dai percorsi preesistenti e la creazione di nuovi percorsi nell'ambito dei processi di TE (Affolderbach, Schulz 2018), finendo per intersecare i processi di accumulazione e competizione.

L'accumulazione per spossessamento spesso si concentra in aree geografiche specifiche, identificate come territori ideali di supporto alla TE, che nella pratica si materializzano spesso come 'zone di sacrificio'. Queste aree, frequentemente caratterizzate da marginalità economica e sociale, diventano luoghi in cui i costi eco-sociali dello sviluppo vengono esternalizzati, con gravi conseguenze per la salute, la stabilità dei mezzi di sussistenza e il benessere delle popolazioni residenti. Un elemento distintivo che si accompagna alle zone di sacrificio è lo sviluppo di 'economie verdi della riparazione', concepite come strategie di mitigazione degli effetti negativi dei precedenti processi di accumulazione. Ciononostante, la ricerca mostra come queste economie possano finire per aggravare il problema, contribuendo a legittimare e perpetuare le stesse dinamiche di sfruttamento che avrebbero dovuto contrastare, con nuovi fenomeni di estrazione delle risorse naturali e espropriazione della terra che molti autori oggi riportano tra le dinamiche di green grabbing e landscape grabbing (Leach et al. 2012; Fairhead et al. 2014). Appaiono dunque scenari di nuova espropriazione energetica (Baka 2013) che attribuiscono soprattutto alla risorsa terra nuovi valori di scambio e d'uso associati, su spazi istituzionalmente considerati desolati e improduttivi sulla base dei precedenti utilizzi. L'espropriazione diviene pertanto un atto istituzionalmente legittimato di messa a valore, all'interno del quale il valore ricercato viene declinato oltre la prospettiva economica per interessare proposte di valenza ambientale a cui la TE si accosta. Già John Locke (1980 [1690]) concettualizzava le logiche di privatizzazione della terra mediante recinzione che restituivano un paradigma di valore basato sul possesso e contribuivano a definire il discriminio tra terre di valore e terre desolate. Oggi la letteratura delle geografie energetiche e

l'ecologia politica hanno ripreso tali costrutti con la descrizione di meccanismi rinnovati di creazione di 'wastelands' (Goldstein 2013; Baka 2016), terre apparentemente inutilizzate, spesso comuni, scarsamente produttive ma istituzionalmente immaginate come dotate di potenziale per generare benefici eco-sociali attraverso la loro appropriazione.

Sebbene il tema dell'idrogeno sia un tema emergente nell'analisi delle scienze sociali, primi studi (ad esempio Wyczkier 2023) riferiscono di una proiezione di tali dinamiche nella transizione legata all'idrogeno, evidenziando derive di conflitti socio-ambientali tra comunità locali, istituzioni e imprese responsabili della legittimazione e materializzazione diretta delle infrastrutture di supporto per l'estrazione delle rinnovabili, la produzione del vettore e il suo stoccaggio e trasporto verso utilizzi finali. Parallelamente, il 'Global Atlas on Environmental Justice' (EJAtlas), traccia il definirsi di nuovi hydrogen-led energyscapes a funzionalità estrattiva e di accumulazione, con l'innescarsi di nuovi contrasti tra interessi diversi intorno alle odierne progettazioni legate alla produzione d'idrogeno rinnovabile (tra questi l'H2Med BarMar Hydrogen Pipeline in Spagna), e che richiamano la necessità di rivedere i meccanismi di governance energetica e di pianificazione territoriale in un'ottica di giustizia ambientale e democrazia energetica, e d'integrazione tra immaginari che orientino verso una TE maggiormente inclusiva e sostenibile (McCarthy et al. 2012; Thondhlana 2015; Baka 2016). In questo quadro, la comprensione dell'interrelazione tra PE e ISI contestuali aiuta a comprendere come la strutturazione dei sistemi energetici contemporanei e l'indirizzamento locale della TE si possano incanalare in pregresse dinamiche estrattive e condizioni di sviluppo disuguale in una combinazione di elementi vecchi e nuovi che ci restituiscono 'spazi dell'energia' (territori, reti e scale dei sistemi energetici) in evoluzione. Qui emergono, si riproducano, e si sfidano spazialità del potere consolidate di cui la prospettiva di infrastrutturazione diventa una manifestazione possibile (Kirshner et al. 2019). Questa prospettiva richiama il concetto di *gouvernementalité* di foucaultiana memoria, utile in questo contesto per analizzare il modo in cui il 'potere', in questo caso le narrazioni dominanti, si esercitano e si organizzano, superando le forme tradizionali di sovranità e disciplina, di fatto costruendo nuovi immaginari istituzionali legittimati (Foucault 1976). È importante quindi dar conto di come il passaggio di abbandono dei combustibili fossili possa contribuire a creare nuove condizioni di sviluppo attraverso la definizione di PE di decarbonizzazione, così come portare a derive di inquinamento ambientale, declino economico, disoccupazione e erosione delle vocazioni produttive storicamente radicate nelle regioni che iniziano a dipendere fortemente dalle industrie estrattive delle rinnovabili (Gailing et al. 2019). Infine,

appare utile intercettare tali dinamiche non solo in spazialità estese Nord-Sud globali, su scale transnazionali, bensì integrarle individuandone una loro proiezione sulle singole scale nazionali, ed evidenziandone effetti di competizione negativa tra sistemi energetici e di composizione di zone di sacrificio interne.¹ A tal riguardo, nel contesto italiano, risulta essenziale comprendere come la nuova produzione energetica – legata anche all'idrogeno – venga connessa attraverso l'azione istituzionale a strutture territoriali produttive pregresse e con quale continuità ci si innesti sulla storia economica locale al fine di intendere la TE localizzata come reale opportunità di sviluppo, o come riproposta di dinamiche di sfruttamento intensivo delle risorse e di divario territoriale, soprattutto verso il Mezzogiorno come già avvenuto in maniera diffusa con l'esperienza dei poli industriali (Frazzetta, Imperatore 2022).

3 Idrogeno tra orientamenti di policy internazionali e prospettive di pianificazione nel contesto italiano

Nel dicembre 2019, con la pubblicazione del Green Deal, la Commissione Europea si è posta l'obiettivo di ridurre le emissioni di CO₂ del 50-55% entro il 2030, obiettivo in aumento rispetto alla precedente soglia del 40%. Ciò ha portato a revisioni della legislazione UE su clima, energia e trasporti anche focalizzando l'attenzione sul ruolo dell'idrogeno, attraverso la promozione del Fit for 55 Package e del successivo Hydrogen and Decarbonised Gas Market Package, i quali ne riconoscono rilevanza all'interno delle strategie regionali di decarbonizzazione. Al fine di indirizzare tali passaggi, nel luglio 2020, la Commissione Europea ha pubblicato la strategia dell'UE sull'idrogeno (European Hydrogen Strategy, EHS), progettata con un approccio graduale 'a fasi', con l'intento di aumentare le quote di utilizzo di idrogeno dal 2% (sul consumo energetico totale europeo) di oggi all'atteso 13-14% entro il 2050, con la ricerca della promozione delle tecnologie per la produzione di idrogeno rinnovabile su larga scala nei settori difficili da decarbonizzare, soprattutto nella metallurgia. In risposta alla crisi del prezzo del gas stimolata dal conflitto in Ucraina, la Commissione ha cercato di accelerare la transizione graduale verso la decarbonizzazione lanciando, nel maggio 2022, il piano REPowerEU. Il piano si presenta come una strategia per rimodellare il sistema energetico europeo, ridurre la

1 Becker et al. (2019), descrivono, ad esempio, il caso della sostituzione della produzione di lignite in Germania, che ha prodotto effetti di devalorizzazione e perdita di posti di lavoro nelle comunità locali in aree tradizionalmente dipendenti dall'industria del carbone.

dipendenza dell'UE dai combustibili fossili russi e affrontare la crisi climatica. Il Piano pone accanto all'obiettivo di 10 milioni di tonnellate di produzione interna - già fissato con l'EHS - l'importazione di 10 milioni di tonnellate di idrogeno rinnovabile entro il 2030. In questa traiettoria, da un lato, la Commissione supporta l'allontanamento dal mercato russo, dall'altro, cerca nuove opportunità di cooperazione energetica nel tentativo di ridefinire lo scacchiere geopolitico su scala transnazionale a partire dalle potenzialità dell'idrogeno, e in visione di rafforzare la sicurezza energetica interna. A tal riguardo, in coerenza con la EHS (key action 18) si incentivano la cooperazione e le politiche di vicinato con i paesi dell'Est Europa, prima fra tutti l'Ucraina, e del bacino mediterraneo. Si iniziano quindi a prospettare iniziative istituzionali di investimento nel sistema infrastrutturale transnazionale, quale elemento abilitante dell'incorporazione dell'idrogeno nell'energy-mix europeo, con l'intento di sviluppare una fitta rete di condotte e corridoi dell'idrogeno, base per la costruzione di una vera e propria dorsale europea dell'idrogeno (European Hydrogen Backbone). Cionondimeno, i corridoi transnazionali dell'idrogeno vengono presentati quali prerequisito essenziale al fine di garantire la creazione e l'operatività di un'infrastruttura regionale per i combustibili alternativi (Alternative Fuels Infrastructure) e il funzionamento sostenibile del Trans-European Transport Network (TEN-T) (key action 8 e 9), rete integrata di infrastrutture di trasporto previste per sostenere il mercato unico e garantire la libera circolazione delle merci e persone. Inoltre, al fine di favorire la produzione e le importazioni di idrogeno rinnovabile dall'Africa, l'azione chiave 19 della EHS orienta verso forme di cooperazione con l'Unione Africana facendo leva su iniziative di cooperazione come l'Africa-Europe Green Energy Initiative, la quale, tra i vari obiettivi, mira a sostenere gli investimenti privati nel settore energetico africano e favorire l'integrazione del mercato.

In allineamento al posizionamento della Commissione Europea, a novembre 2020, in Italia, il Ministero dello Sviluppo Economico pubblicava le Linee guida preliminari per la Strategia Nazionale dell'idrogeno che procedevano delineando alcuni punti, ancora di carattere generale, circa il ruolo dell'idrogeno nella decarbonizzazione nazionale. All'orizzonte del 2030, gli obiettivi istituzionalmente preposti includevano: 5 GW di capacità di elettrolizzazione (produzione idrogeno rinnovabile per elettrolisi); 2% di idrogeno nella domanda di energia interna; investimenti fino a 10 miliardi di euro per l'implementazione di tecnologie a idrogeno; creazione di oltre 200.000 posti di lavoro temporanei e 10.000 posti di lavoro permanenti nel medio termine. Si sono dovuti poi aspettare tempi recenti (novembre 2024) per avere pubblicata dal Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica (MASE), la Strategia Nazionale Idrogeno la quale definisce un insieme di

orizzonti temporali di breve, medio e lungo termine, con diversi scenari di produzione e utilizzo da qui al 2050, per la diffusione dell'idrogeno rinnovabile e a bassa emissione carbonica, che in parte riprendono e estendono gli obiettivi già previsti nelle linee guida del 2020 (MASE 2024). La Strategia definisce infatti: uno (i) scenario ad 'alta diffusione' dell'idrogeno dove soprattutto nel medio-lungo periodo in virtù di una stimata domanda interna crescente se ne attribuisce un ruolo centrale all'interno dei nuovi energy-mix nazionali anche in funzione di nuove prospettive di importazione [tab. 1]; uno (ii) scenario denominato 'base' che seppur riconoscendo un contributo significativo all'idrogeno ipotizza un maggiore ritardo nella maturazione e nel raggiungimento della competitività di questo vettore; e infine uno (iii) scenario 'intermedio' che rappresenta una situazione abbastanza equidistante fra le precedenti e di possibile progresso tra il primo e il secondo scenario [tab. 2] (MASE 2024).

Tabella 1 Scenario 'Alta diffusione' di domanda interna tra produzione interna e importazione: quantità di idrogeno equivalente in Mtep, TWh, Mton

	Mtep	TWh	Mton
Produzione interna	8,35	97,1	2,91
Importazione	3,58	41,6	1,25
Consumi finali attesi (per settore industriale, trasporti, e usi civili)	10,57	122,93	3,68

Nota: Mtep = Milioni di Tonnellate Equivalenti Petrolio; TWh = Terawattora; Mton = Milioni di Tonnellate

Fonte: rielaborazione degli Autori su base MASE (2024, 39)

Tabella 2 Consumi di idrogeno secondo i tre scenari di penetrazione (in Mtep) per settori di utilizzo

	Base	Intermedio	Alta diffusione
Industria	1,57	2,68	3,71
Acciaio	0,80	0,92	1,11
Fonderie	–	0,05	0,10
Ceramica	0,03	0,17	0,31
Cemento	–	0,10	0,20
Vetro	0,12	0,30	0,49
Feedstock-Raffinerie	0,34	0,34	0,34
Feedstock-Chimica	0,28	0,80	1,16
Trasporti	3,91	5,19	6,71
Auto e moto	–	0,18	0,35
Bus	0,2	0,36	0,53
Camion	0,6	1,50	2,60
Treni	0,01	0,02	0,03

	Base	Intermedio	Alta diffusione
Aerei	3,00	3,00	3,00
Navi e porti	0,10	0,13	0,20
Civile	0,06	0,10	0,15
Consumi tot. finali	5,54	7,97	10,57

Fonte: rielaborazione degli Autori su base MASE (2024, 36)

Dato l'orizzonte del 2050 e gli scenari attesi di medio-lungo periodo caratterizzati da un'alta diffusione della domanda interna, la strategia presta inoltre particolare attenzione all'interscalarità geografica dell'economia dell'idrogeno e dell'infrastruttura connessa. A tal riguardo, nel supportare tale prospettiva di espansione e consolidamento degli usi, un ruolo di rilievo è riconosciuto alla realizzazione della dorsale italiana di condotte (Italian Hydrogen Backbone) per il trasporto dell'idrogeno rientranti nel più ampio Southern Hydrogen Corridor. Il corridoio, in una ramificazione tra Italia, Austria e Germania, e paesi della sponda sud del Mediterraneo, consentirà l'importazione e la fornitura di idrogeno rinnovabile a basso costo dai paesi africani verso l'Europa.² Su una base di dati preliminari del Piano Nazionale Integrato Energia e Clima (PNIEC), l'import coprirebbe in media circa il 30% dei consumi interni lordi attesi, con un'importazione minima di idrogeno di circa 3,58 Mtep nello scenario alta diffusione e di 1,92 Mtep nello scenario base (MASE 2024, 40). Da una parte si assiste dunque alla definizione di PE - in cui l'idrogeno acquisisce una posizione dirimente (seppur non esclusiva) (hydrogen-led energyscapes) - che potremmo definire a 'territorialità integrata estesa' su scala internazionale. Ciò rimanda alla delineazione di sistemi di produzione e consumo idrogeno decentralizzati in riflesso di nuove geografie internazionali dell'energia che collegano - su una rete di più territori - le differenti fasi della filiera idrogeno.

In parallelo, sulla dimensione interna, seppur si sia arrivati solo di recente alla definizione della Strategia Nazionale, già da tempi precedenti il governo ha cercato di fomentare la penetrazione dell'idrogeno negli energy-mix nazionali attraverso specifiche misure del PNRR (Componente 2 - Missione 2 'Energia rinnovabile, idrogeno, rete e mobilità sostenibile', M2C2). Sulla scia della M2C2 oltre a prevedere misure di rafforzamento della filiera industriale volte a promuovere la competitività dell'idrogeno (riforma 3.2 prevista nella

2 La Strategia chiarisce che «con la pubblicazione del Regolamento Delegato (UE) 2024/1041 della Commissione del 28 novembre 2023, i progetti del Corridoio Meridionale Idrogeno, tra cui l'Italian H2 Backbone [...], sono stati inseriti nell'elenco dei Progetti di Interesse Comune [...], ai sensi del nuovo Regolamento (UE) 2022/869 sulle infrastrutture energetiche transeuropee (TEN-E)» (MASE 2024, 47).

M2C2), e una riforma di semplificazione amministrativa e riduzione degli ostacoli normativi alla diffusione del vettore (riforma 3.1), si è proceduto definendo una serie di investimenti che i tra i vari elementi si sono posti l'obiettivo di:

- favorire la produzione di idrogeno rinnovabile in aree industriali dismesse (investimento 3.1 previsto nella M2C2) costituendo veri e propri 'hub' dell'idrogeno rinnovabile (definiti come Hydrogen Valley nel piano di finanziamento);
- incentivare la sperimentazione dell'idrogeno nel trasporto ferroviario e stradale (investimenti 3.3 e 3.4) con la costruzione di una rete di stazioni di rifornimento a idrogeno lungo le principali rotte di trasporto commerciale.

Allo stato attuale, il MASE ha finanziato 54 progetti per l'attivazione delle Hydrogen Valley distribuite omogeneamente sui differenti contesti regionali [fig. A.1], mentre 36 progetti sono stati selezionati dal Ministero dei Trasporti (MIT) per le implementazioni delle stazioni, le quali, si concentreranno invece principalmente nel Settentrione [fig. A.2]. Le aree selezionate per tali implementazioni sono considerate zone strategiche per il trasporto pesante su strada, come l'asse autostradale del Brennero, il corridoio est-ovest dell'idrogeno da Torino a Trieste e i corridoi europei TEN-T.

Come concepite istituzionalmente, le Hydrogen Valley si presentano come distretti dell'idrogeno con non una mera valenza dimostrativa di progettazione pilota, bensì con una valenza di sviluppo commerciale e industriale. Le Hydrogen Valley sono caratterizzate da un criterio di centralizzazione del sistema energetico con un'integrazione della catena di valore all'interno di un singolo sistema territoriale. Queste risponderebbero inoltre a criteri di versatilità degli usi e specializzazione territoriale in quanto modulate sulla base - e in stretta connessione con - specificità ed esigenze industriali e produttive preesistenti sui singoli territori. In questo caso si delinea una tipologia di PE con focus sull'idrogeno non contrapposta alla precedente ma ad essa complementare che potremmo definire a 'territorialità integrata concentrata' per via della chiusura di tutte le fasi di filiera in singoli ambiti territoriali e per via di una pianificazione dei sistemi infrastrutturali, dei processi e dei volumi di produzione, indirizzata da necessità e utilizzi altamente localizzati, 'firmly-located'.

3.1 Paesaggi energetici e immaginari istituzionali

Rifacendoci alla definizione del geografo Claude Raffestin, la territorialità può essere considerata come «insieme di relazioni che nascono in un sistema tridimensionale società-spazio-tempo» (Raffestin 1981, 164), attraverso cui determinate collettività

interagiscono e si relazionano con l'ambiente in determinati luoghi (singoli o molteplici) sulla base di differenti interessi temporalmente e spazialmente mutevoli, oggi più che mai crescentemente connessi all'ambito energetico. Considerando le due prospettive emergenti dal contesto nazionale di definizione degli hydrogen-led energyscapes a 'territorialità integrata estesa' e a 'territorialità integrata concentrata', in entrambi casi queste appaiono essere guidate da un ISI nazionale della transizione verso l'idrogeno che si caratterizza per l'intravedere una condizione di inevitabilità, e quindi di certezza, della presenza dell'idrogeno nei futuri energy-mix nazionali, in allineamento a più ampie narrative e visioni europee di infrastrutturazione e riposizionamento geopolitico.

Tuttavia, in funzione della prima prospettiva di PE, l'ISI nazionale si compone attraverso narrative che enfatizzano il ruolo dell'Italia all'interno dell'economia regionale Euro-mediterranea dell'idrogeno, come attore chiave di una sua materializzazione e avanzamento. È dunque un immaginario sociotecnico strettamente legato a un immaginario spaziale in quanto lo stesso posizionamento geografico viene inquadrato come fattore abilitante di questi andamenti. Coerentemente, emergono rappresentazioni del contesto nazionale definito come hub mediterraneo dell'idrogeno o 'porta dell'idrogeno', al centro - e veicolo - dei flussi di importazione del vettore rinnovabile tra Africa e Europa. Ciò rimanda alla definizione di nuovi accordi di cooperazione tra Italia e Africa (es. Piano Mattei) che identificano il settore energetico tra gli ambiti di interesse principali in riflesso di prospettive congiunte di riposizionamento e di sicurezza energetica sia nazionale che europea [fig. 2]. Nel caso del Piano Mattei, l'Italia attraverso un'intensa attività di cooperazione con Algeria, Tunisia, Libia ed Egitto, si pone l'obbiettivo di raggiungere la sicurezza energetica nazionale, esplorando la possibilità di rendere il nostro Paese un fornitore di energia (tra cui idrogeno rinnovabile e gas naturale) per gli altri Paesi membri, reindirizzando così l'asse energetico europeo e la traiettoria di infrastrutturazione da Est-Ovest a Nord-Sud (Donolato 2023). Nell'ISI l'idrogeno diviene elemento 'game-changer' di scala internazionale. Ne corrispondono hydrogen-led energyscapes in cui molteplici territori si integrano su scale di interazione internazionali, in virtù di una disposizione spazialmente estesa e diffusa delle fasi e dei processi di filiera e delle relative infrastrutturazioni [fig. 3].

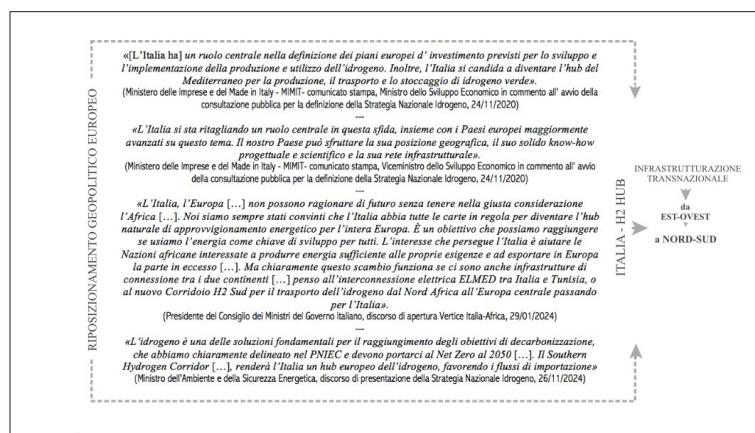


Figura 2 Narrative istituzionali tra costruzione immaginari spaziali e sociotecnici.

Fonte: elaborazione degli Autori

Vi è da sottolineare inoltre che diventa fondamentale – nell'intersecarsi tra ISI e immaginari spaziali associati alla costituzione hub dell'idrogeno – il ruolo dei corridoi. I corridoi divengono componente essenziale di entrambi gli immaginari, negli ISI diventano una delle componenti materiali finali attese, mentre in quelli spaziali si identificano come uno degli elementi abilitanti e propedeutici alla creazione dell'hub, nonché poi anche parte infrastrutturale dello specifico PE emergente. L'immagine del corridoio si associa dunque in particolare all'infrastruttura fisica; è importante però considerare come qui rimandi inevitabilmente anche agli insiemi di processi che gestiscono – tra i vari – l'approvvigionamento di materie prime per la produzione di idrogeno, l'organizzazione degli strumenti digitali per l'interconnessione di filiera, la governance per l'integrazione logistica multilaterale, i quali interessano trasversalmente le differenti giurisdizioni statali e i vari territori (Grappi 2023). Pertanto, il corridoio definisce uno spazio politico che «eccede la dimensione infrastrutturale» e la cui funzione completa si determina soprattutto nella capacità di rimodellare dati ordini o rapporti sociali, istituzionali e economici, «delineando nuovi equilibri e squilibri di potere, forme di cooperazione e soggettività» (Grappi 2023, 65).

Nel secondo caso dei PE a territorialità integrata concentrata, l'ISI si proietta invece sulle scale locali regionali. Nel processo di creazione delle *Hydrogen Valleys*, le rappresentazioni e le narrazioni istituzionali rimandano alla creazione di sistemi distrettuali industriali dell'idrogeno. Ciononostante, se consideriamo il distretto industriale come «un modello basato su un'elevata divisione dei compiti ed un'elevata collaborazione tra piccole e medie imprese radicate in un territorio» (Trigilia 2007, 1000), nella pratica si assiste

a dinamiche inverse. Le progettazioni Hydrogen Valley attualmente finanziate sono infatti costituite principalmente dall'azione di singole imprese [figg. A.1-A.2], e da attività di collaborazione limitata a esigue realtà imprenditoriali operanti sul territorio. L'integrazione si esplica quindi come una mera concentrazione delle fasi di filiera in specifici territori in cui rientrano in media una o due imprese. È un'integrazione data semplicemente dalla concentrazione spaziale della filiera idrogeno [fig. 3], che al momento sembra non tradursi in un'integrazione virtuale in sistemi di rete territoriali animati da una costellazione di imprese, capaci di guardare congiuntamente a obiettivi comuni, economici e ambientali, in un'ottica di cambiamento dei sistemi produttivi locali. Seguendo Rullani (2009) infatti nei «distretti industriali, la società locale partecipa a questa trasformazione mobilitando le sue tre anime: quella del cluster geografico (addensamento, agglomerazione); quella dell'ecologia territoriale, sintesi di società, tecnica, economia e natura emergente dalla storia passata; e quella del sistema cognitivo costruito dalle persone e dalle imprese che, progettando il loro futuro, collocano anche il territorio in una rete aperta di possibilità da esplorare e valorizzare» (Rullani 2009, 427). In questo caso, in una prima fase di sviluppo, tale prospettiva di integrazione nei processi di radicamento della filiera idrogeno sui singoli territori non traspare; il radicamento appare invece legarsi a obiettivi e prospettive delle sole imprese partecipanti al bando.

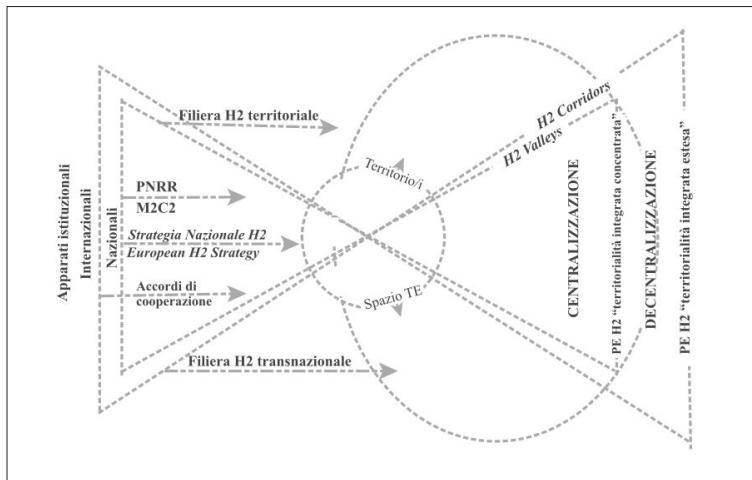


Figura 3 Definizione hydrogen-led energyscapes.
Fonte: elaborazione degli Autori

4 Discussione e conclusioni

Attualmente la maggior parte dell'idrogeno utilizzato in Europa, è prodotto in sistemi *on-site* o in diretta prossimità ai contesti di utilizzo e consumo. Come visto, nell'ottica di accelerare le fasi di transizione verso l'idrogeno, l'attenzione europea e degli stati membri si orienta con sempre più rilevanza verso l'opportunità d'importazione. Ciò scaturisce dal fatto che di base la produzione di idrogeno rinnovabile - tramite processi di elettrolisi - richiede un'ampia disponibilità di risorse idriche e spazio sufficiente per l'espansione su larga scala di impianti per la produzione di rinnovabili. Di conseguenza, come in parte già descritto, non è difficile ipotizzare come l'espansione dell'utilizzo di idrogeno nel contesto europeo possa andare gradualmente a definire nuove catene del valore e geografie dell'energia che porranno nuove sfide, sia per la sicurezza dell'approvvigionamento energetico in relazione alla creazione di emergenti dipendenze da paesi produttori potenzialmente instabili, sia per la garanzia di trasparenza nei processi di produzione in paesi terzi, e di sostenibilità ambientale e sociale della filiera, con il rischio di culminare nella costituzione di nuove zone sacrificio. A questo proposito, Umbach (2023), afferma che la strategia europea di diversificazione delle future importazioni potrebbe portare a una produzione di idrogeno rinnovabile su larga scala che rischierebbe di peggiorare problemi di scarsità idrica, soprattutto in Africa e in Medio Oriente. Ad oggi infatti oltre il 70% dei progetti pianificati per la produzione e esportazione di idrogeno rinnovabile si trovano in regioni con carenza idrica (Umbach 2023), il che rappresenta quindi certamente una sfida significativa in una prospettiva futura di sostenibilità. Nella materializzazione degli hydrogen-led energyscapes a territorialità integrata estesa vi è dunque il rischio di riproporre - attraverso la traiettoria di infrastrutturazione - pregresse logiche estrattive tra Nord e Sud Globale, sia come manifestazione di nuovi meccanismi di colonialismo energetico, che di strutturazione di immaginari spaziali dei territori di produzione in chiave funzionale e subalterna alle esigenze di decarbonizzazione di altri contesti territoriali (Fairhead et al. 2014).

In tal senso alcuni autori parlano di condizione di 'colonialità infrastrutturale' (LaDuke, Cowen 2020) e processi di 'colonizzazione infrastrutturale' (Dunlap 2020) all'interno dei quali l'infrastruttura diviene una «modalità di conquista», funzionante come un «arma territoriale» per la spoliazione delle risorse naturali e per il dispiegamento di nuovi ordini spaziali, economici, e psico-sociali in territori ideali dell'energia (Dunlap, Correa-Arce 2022, 7). Paradossalmente, come riporta la letteratura, spesso questo orientamento trova una parziale giustificazione formale-istituzionale nel proporre l'infrastrutturazione emergente come

elemento per la riduzione del divario infrastrutturale - nei sistemi energetici ma non solo - fra Nord e Sud, il quale è concepito come concausa dell'inasprimento di concomitanti divari di sviluppo economico e sociale (Bridge et al. 2018; Dunlap 2020; 2023). L'infrastrutturazione viene presentata quindi come una soluzione possibile in capo alla governance internazionale, espressa attraverso l'equazione 'infrastruttura = modernizzazione = crescita economica' (Leonardi 2013). Nel concreto, l'infrastruttura può diversamente trasformarsi in dispositivo di espansione di tali divari concomitanti, e come strumento essenziale dello sviluppo delle società capitaliste contemporanee all'interno delle quali sorgono una molteplicità di frizioni, asincronie, e rapporti di subalternità non solo tra gruppi sociali ma anche tra territori. Data la fase iniziale delle progettazioni in corso e il carattere esplorativo e di inquadramento tematico delle prime analisi, sarà compito cruciale della ricerca sociale intercettare se e come l'orientamento verso la materializzazione degli hydrogen-led energyscapes a territorialità integrata estesa comporterà alla base nuove asimmetrie di potere e nuovi estrattivismi, e come quindi l'integrazione possa rischiare in realtà di manifestarsi in termini funzionali di subalternizzazione territoriale su nuove geografie energetiche.

Guardando invece al caso interno del hydrogen-led energyscape a territorialità integrata concentrata, alla luce di quanto già introdotto, il rischio è che i finanziamenti veicolati sui territori si traducano in micro-infrastrutturazioni (es: installazione di elettrolizzatori, costruzione impianti di stoccaggio e idrogenodotti di corto raggio, ecc.) al servizio e a principale beneficio delle singole imprese promotrici di progetto. Nel medio e lungo periodo si prospetta la possibilità che le Hydrogen Valley non operino come distretti o ecosistemi industriali territoriali in un sistema di rete nazionale, bensì come monadi altamente disconnesse tra di loro. Vi è da sottolineare inoltre che nonostante oggi si assista a crescenti piani di investimento e finanziamento, gli obiettivi e gli scenari istituzionalmente prospettati come guida della strada italiana verso l'idrogeno, non incorporano sub-obiettivi d'integrazione e coesione territoriale. La produzione, il trasporto, lo stoccaggio, e la veicolazione agli usi finali dell'idrogeno richiedono oltre che infrastrutture specifiche e competenze specializzate, politiche e meccanismi di governance inclusivi. Quindi, sebbene ci si trovi di fronte a un interesse istituzionale nuovo, in mancanza soprattutto di quest'ultimo elemento, il rischio che potrebbe presentarsi nella parabola di espansione dell'economia dell'idrogeno nazionale, è che aree che già dispongono di competenze tecniche e infrastrutture specializzate, come i poli produttivi esistenti, infrastrutture 'hydrogen-ready' o le nuove infrastrutture legate alle stazioni di rifornimento - soprattutto nel Nord del Paese - possano beneficiare di maggiori investimenti, a discapito di

territori meno attrezzati, acuendo disparità territoriali pregresse. Tali misure interne al PNRR, quantunque prevedano investimenti ‘territorializzabili’, potrebbero rivelarsi come perpetuanti di disuguaglianze storiche e frammentazione territoriale. Caputo e Viesti (2022) fanno notare come in linea generale Il PNRR, pur riconoscendo l’importanza di ridurre le disparità territoriali, non sembra fornire una strategia chiara e definita per raggiungere tale obiettivo. L’allocazione di fondi, pur prevedendo una quota di almeno il 40% per il Mezzogiorno, appare più come un impegno politico che, come la risultante di una pianificazione attenta alle esigenze specifiche dei territori. A tal riguardo, la lettura delle due diverse tipologie di PE dell’idrogeno mostra come l’infrastruttura assuma dimensioni spaziali e politiche nuove: si tende infatti allo spostarsi da un’ infrastruttura che dovrebbe essere principalmente al servizio della coesione all’interno dello stato, a una pianificazione e realizzazione di infrastrutture al servizio crescente dell’attrattività finanziaria e della definizione di spazi transnazionali, pertanto l’organizzazione territoriale e la pianificazione spaziale escono dal solo monopolio statale e si ripropongono come base per la governance di processi di scala estesa, al pari di - e in connessione a - politiche finanziarie e monetarie internazionali (Grappi 2023). Ciò rimanda a legami in evoluzione tra territorialismo e capitalismo. Su questa base sarà importante monitorare analiticamente l’evoluzione integrata dei due PE presentati al fine di comprendere come immaginazione istituzionale e infrastrutturazione cambino, contribuendo, su scale diverse, a moltiplicare linee di frattura o frizione, o riuscendo invece ad avvicinarsi a bisogni eco-sociali vecchi e nuovi.

Appendice



Figura A.1 Hydrogen Valley con lista imprese destinararie di finanziamenti PNRR.
Fonte: Infografiche Associazione Italiana Idrogeno (H2IT) (<https://www.h2it.it>)



Figura A.2 Stazioni di rifornimento idrogeno previste su finanziamenti PNRR.
Fonte: Infografiche Associazione Italiana Idrogeno (H2IT) (<https://www.h2it.it>)

Bibliografia

- Affolderbach, J.; Schulz, C. (2018). *Green Building Transitions: Regional Trajectories of Innovation in Europe, Canada and Australia*. Cham: Springer.
- Baka, J. (2013). «The political construction of wasteland: governmentality, land acquisition and social inequality in South India». *Develop. Change*, 44(2), 409-28.
- Baka, J. (2017). «Making space for energy: Wasteland development, enclosures, and energy disposessions». *Antipode*, 49(4), 977-96.
- Becker, S. et al. (2016). «The importance of space: Towards a socio-material and political geography of energy transitions». Galling, L.; Moss, T. (eds), *Conceptualizing Germany's energy transition: Institutions, materiality, power, space*. London: Macmillan Pub, 93-108.
- Bridge, G. et al. (2018). «Energy infrastructure and the fate of the nation: Introduction to special issue». *Energy Research & Social Science*, 41, 1-11.
- Bridge, G.; Gailing, L. (2020). «New energy spaces: Towards a geographical political economy of energy transition». *Environment and Planning A: Economy and Space*, 52(6), 1037-50.
- Caputo, G.; Viesti, G. (2022). «Il PNRR e le disuguaglianze italiane: potenzialità e criticità». *Autonomie locali e servizi sociali*, 2, 199-220.
- Castàn Broto, V.; Baker, L. (2018). «Spatial adventures in energy studies: An introduction to the special issue». *Energy Research & Social Science*, 36, 1-10.
- Chateau, Z. et al. (2021). «Integrating sociotechnical and spatial imaginaries in researching energy futures». *Energy Research & Social Science*, 80, 102207.
- De Pascali, P. (a cura di) (2015). *L'energia nelle trasformazioni del territorio. Ricerche su tecnologie e governance dell'energia nella pianificazione territoriale: Ricerche su tecnologie e governance dell'energia nella pianificazione territoriale*. Milano: FrancoAngeli.
- Delina, L.L. (2020). «Indigenous environmental defenders and the legacy of Macli-ing Dulag: Anti-dam dissent, assassinations, and protests in the making of Philippine energyscape». *Energy Research & Social Science*, 65, 101463.
- Donolato, D. (2023). «La diversificazione dalla Russia per una nuova posizione geo-energetica italiana». *Ruspol*. Roma: Università Sapienza, 23-7. Geopolitical Brief 3.
- Dunlap, A. (2020). «Bureaucratic land grabbing for infrastructural colonization: Renewable energy, L'Amassada, and resistance in southern France». *Human Geography*, 13(2), 109-26.
- Dunlap, A. (2023). «Spreading 'green' infrastructural harm: mapping conflicts and socio-ecological disruptions within the European Union's transnational energy grid». *Globalizations*, 20(6), 907-31.
- Dunlap, A.; Correa-Arce, M. (2022). «Murderous energy' in Oaxaca, Mexico: Wind factories, territorial struggle and social warfare». *Journal of Peasant Studies*, 9(2), 455-80.
- Fairhead, J. et al. (2014). «Green grabbing: a new appropriation of nature?». Fairhead, J. et al. (eds), *Green Grabbing: a new appropriation of nature*. London: Routledge, 1-25.
- Frazzetta, F.; Imperatore, P. (2022). «Estrattivismo, colonialismo e land-scape grabbing nella produzione energetica: uno sguardo dalla Sicilia». Amato, F.; Amato, V.; de Falco, S.; La Foresta, D.; Simonetti, L. (a cura di), *Catene/Chains, Società di Studi Geografici*. Napoli: Società Studi Geografici, 333-7. Memorie geografiche NS 21.
- Foucault, M. (1976). *La volonté de savoir*. Paris: Gallimard.

- Gailing, L. et al. (2019). «Socio-spatial dimensions in energy transitions: Applying the TPSN framework to case studies in Germany». *Environment and Planning A*, 52(6), 1112-30.
- Goldstein, J. (2013). «Terra Economica: Waste and the production of enclosed nature». *Antipode*, 45(2), 357-75.
- Grappi, G. (2023). «Infrastrutture e spazi politici nei processi globali: stati-piattaforma, agglomerati transnazionali, corridoi». *Scienza & Politica. Per una storia delle dottrine*, 35(69), 53-71.
- Harvey, D. (2007). *A Brief History of Neoliberalism*. Oxford: Oxford University Press.
- Hayes, C. (2021). «Global hydrogen race gathers pace». *Engineering & Technology*, 16(4), 48-54.
- Howard, D.C. et al. (2013). «Energescapes: Linking the energy system and ecosystem services in real landscapes». *Biomass and Bioenergy*, 55, 17-26.
- Hudson, R. (2005). «Rethinking change in old industrial regions: Reflecting on the experiences of North East England». *Environment and Planning A*, 37(4), 581-96.
- Jasanoff, S.; Kim, H. (eds) (2015). *Dreamscapes of Modernity: Sociotechnical Imaginaries and the Fabrication of Power*. Chicago: Chicago University Press.
- Kirshner, J. et al. (2019). «Energy landscapes in Mozambique: The role of the extractive industries in a post-conflict environment». *Environment and Planning A*, 52(6), 1051-71.
- Labussiere, O. et al. (2018). «The spatialities of energy transition processes». *Labussiere, O.; Nadaï, A. (eds), Energy Transitions: A Socio-technical Inquiry*. Cham: Palgrave Macmillan, 239-75.
- LaDuke, W.; Cowen, D. (2020). «Beyond Wiindigo infrastructure». *South Atlantic Quarterly*, 119(2), 243-68.
- Leach, M. et al. (2012). «Green grabs and biochar: revaluing African soils and farming in the new carbon economy». *Journal of Peasant Studies*, 39(2), 285-307.
- Lentschig, H. et al. (2025). «Multilateral governance in a global hydrogen economy: An overview of main actors and institutions, key challenges and future pathways». *International Journal of Hydrogen Energy*, 97, 76-87.
- Leonardi, E. (2013). «Foucault in the Susa Valley: the NO TAV movement and struggles for Subjectification». *Capitalism Nature Socialism*, 24(2), 27-40.
- Locke, J. [1690] (1980). *Second treatise of government*. Indianapolis: Hackett Publishing.
- Longhurst, N.; Chilvers, J. (2019). «Mapping diverse visions of energy transitions: co-producing sociotechnical imaginaries». *Sustainability Science* 14, 973-90.
- MASE (2024). *Strategia Nazionale Idrogeno*. Roma: MASE.
- McCarthy, J.; Vel, J.A.C.; Afiff, S. (2012). «Trajectories of land acquisition and enclosure: development schemes, virtual land grabs, and green acquisitions in Indonesia's Outer Islands». *The Journal of Peasant Studies*, 39(2), 521-49. 10.1080/03066150.2012.671768.
- Naumann, M.; Rudolph, D. (2020). «Conceptualizing rural energy transitions: Energizing rural studies, ruralizing energy research». *Journal of Rural Studies*, 73, 97-104.
- Pike, A. (2022). «Coping with deindustrialization in the global North and South». *International Journal of Urban Sciences*, 26(1), 1-22.
- Raffestin, C. (1981). *Pour une géographie du pouvoir*. Paris: LITEC.
- Rullani, E. (2009). «Lo sviluppo del territorio: l'evoluzione dei distretti industriali e il nuovo ruolo delle reti di città». *Economia Italiana*, 2, 427-72.
- Späth, P. (2012). «Understanding the social dynamics of energy regions—the importance of discourse analysis». *Sustainability*, 4(6), 1256-73.

- Tidwell, J.H.; Tidwell, A.S. (2018). «Energy ideals, visions, narratives, and rhetoric: Examining sociotechnical imaginaries theory and methodology in energy research». *Energy Research & Social Science*, 39, 103-7.
- Trigilia, C. (2007). *La costruzione sociale dell'innovazione: economia, società e territorio*. Firenze: Firenze University Press.
- Thondhlana, G. (2015). «Land acquisition for and local livelihood implications of biofuel development in Zimbabwe». *Land Use Policy*, 49.
- Umbach, F. (2023). *The future of global hydrogen*. Gisreportsonline. <https://www.gisreportsonline.com/r/green-hydrogen/>.
- UNEP, United Nations Environment Programme (2024). *Climate Technology Progress Report*. Copenhagen: UNEP.
- Velasco-Herrejón, P.; Bauwens, T. (2024). «Are energy transitions reproducing inequalities? Power, social stigma and distributive (in) justice in Mexico». *Global Environmental Change*, 87, 102883.
- Woods, M. (2013). «Grounding global challenges and the relational politics of the rural». Cawley, M. et al. (eds), *The Sustainability of Rural Systems*. Galway: Whitaker Institute, 26-35.
- Wu, G. et al. (2015). *Renewable Energy Zones for the Africa Clean Energy Corridor*. Santa Barbara: UC.
- Wyczykier, G. (2023). «Las controversias sobre el Hidrógeno Verde: interrogantes para la descarbonización vía des fosilización». *Revista Pilquen. Sección Ciencias Sociales*, 26(3), 120-42.