



Classificazione Decimale Dewey:

720.47 (23.) ARCHITETTURA E AMBIENTE

GIUSEPPE MANGANO

**TECNOLOGIE AVANZATE
PER LE COMUNITÀ
ENERGETICHE**
INNOVAZIONE GREEN
NELLA RICERCA APPLICATA

Presentazione di

CONSUELO NAVA





©

ISBN
979-12-218-1188-9

PRIMA EDIZIONE
ROMA 30 LUGLIO 2024

*Ad ABITAlab
e a mia moglie Anna*

In copertina: dettaglio della facciata fotovoltaica in celle solari organiche del Novartis Pavillion, Basilea. Credit foto: archdaily.com

INDICE

- 9 *Presentazione*
di CONSUELO NAVA
- 13 *Introduzione*
di GIUSEPPE MANGANO
- 27 **Capitolo I**
Tecnologie avanzate con le Fonti Energetiche Rinnovabili: dalla literature review alle prospettive emergenti
1.1. Advanced Design per le tecnologie emergenti di integrazione delle FER, 43 — 1.2. Oltre la neutralità carbonica con i Positive Energy Buildings (PEBs) per quartieri a energia positiva (PEDs) e Comunità Energetiche, 76 — 1.3. Positive Energy Buildings (PEBs) per quartieri a energia positiva (PEDs) e Comunità Energetiche: alcune considerazioni intermedie, 83
- 85 **Capitolo II**
Il ruolo delle Comunità Energetiche Rinnovabili per la Transizione Energetica
2.1. Aspetti normativi e procedurali, 85 — 2.2. Alcune esperienze internazionali, 97 — 2.3. Il ruolo delle Comunità Energetiche Rinnovabili nel raggiungimento degli obiettivi SDG7: una metodologia di valutazione sperimentale per le aree interne italiane, 112.

- 133 **Capitolo III**
La sperimentazione progettuale: Living Lab per le Comunità Energetiche
3.1. Dalle esperienze di ricerca ABITAlab per il PON Green, 134 — 3.2. Dalle esperienze di ricerca ABITAlab per il PNRR, 164.
- 191 **Capitolo IV**
Le CER verso la neutralità climatica: *future trends*
4.1. Comunità Energetiche Rinnovabili e Scenari Futuri. Invito alla discussione con ricercatori esperti, 191 — 4.2. Rilettura critica della discussione e traiettorie future di ricerca, 232.
- 241 *Bibliografia generale*
- 250 *Credits Ricerche*
- 255 *Referenze bibliografiche dell'autore sui temi*

PRESENTAZIONE

Tecnologie emergenti e comunità energetiche rinnovabili, potrebbero essere assunti come ambiti definitivi e applicativi di un nuovo paradigma di frontiera per la transizione ecologica verso la decarbonizzazione.

Con l'approccio scientifico e di discussione operativa affrontati nel testo, Giuseppe Mangano si assume la responsabilità di collocare i termini più evoluti della disciplina della progettazione tecnologica ed ambientale dell'architettura, negli ambiti applicativi delle tecnologie avanzate e integrate e dei contesti socio - tecnici più emergenti, in cui il ruolo di un'utenza consapevole, trova il proprio spazio per contribuire ad una "transizione giusta e orientata verso la neutralità climatica". I consumatori divengono produttori, solo dopo che le tecnologie divengono disponibili a integrarsi con altri livelli di prestazioni, non solo di tipo energetico, ma anche ecologico. I termini della "resilienza trasformativa" operano in tale spazio tecnico, con aperture di interesse, rintracciando traiettorie efficaci e assolutamente di "human centered design" in scenari di cambiamento climatico.

È, per questo, contributo assolutamente originale la rilettura dell'uso innovato delle FER, in ottica di transizione energetica, quando le stesse tecnologie, che abbiamo definito come "distributive", abbandonando il loro profilo caratterizzante di sistemi integrati alla scala urbana e dell'edificio e contribuendo a definire un nuovo processo di lavoro, dedicato alla progettazione e realizzazione di PEDs e PEBs, ne realizzano un originale modello di co-design, all'interno dei Living Lab, assunti come spazi di sperimentazione progettuale continua e luoghi del trasferimento dei processi evoluti in dimostratori e sistemi tecnologici innovativi.

L'autore su tale percorso argomentativo recupera quanto già discusso nella sua precedente monografia (G.Mangano, A.Leuzzo, 2022) con riferimento al co-design e l'applicazione nelle aree interne con processi sostenibili e tecnologie avanzate, in visioni di co-territori e commutazione di servizi per le comunità. In questo testo G.M. fa avanzare gli approcci e le sperimentazioni applicate, con il contributo dell'uso di nuovi strumenti digitali a supporto della progettazione e delle fasi di assessment, facendo derivare le tecnologie emergenti da quelle abilitanti e attribuendo alle stesse un ruolo definitorio nell'approccio con i processi di transizione energetica, come riconosciuti nelle esperienze europee in ambito sperimentale e normativo.

Un altro dato certamente qualificato degli studi, in termini di ricerca di frontiera, è la capacità di connettere la proposizione di assunti teorici e di riferimento definitorio, dal contributo dei risultati dei prodotti delle ricerche applicate, restituendo quella traccia trasversale ad un libro, che per tale capacità, assume anche un portato manualistico sul tema "comunità energetiche rinnovabili", "neutralità climatica", "dimostratori fisici e digitali verso la decarbonizzazione".

Ancora, il tentativo di connettere gli aspetti normativi-procedurali, con riferimento alle CER, prima ripercorrendone la storia dell'emanazione dei loro dettati e poi affidandoli alla rilettura di esperienze raccontate da ricercatori esperti, attraverso le interviste e la discussione su traiettorie future di ricerca, dimostra la maturità di indagine già proposta nei capitoli attraverso l'esplicitazione di metodologie originali e strutturate costruite negli anni con le ricerche ABITAlab, a cui lo stesso G.M. ha contribuito declinando i propri studi sui temi del co-design e delle tecnologie avanzate, dei metodi di assessment e della tracciabilità con sistemi valutativi estratti da politiche sulla sostenibilità alla scala globale e locale, come per esempio gli SDGs di Agenda 2030, i CAM / Criteri Minimi Ambientali e in ultimo i processi DNSH.

Il testo si presenta con un suo carattere operativo e tecnico, ma anche argomentativo per i risultati di una ricerca di frontiera e applicata, superando così i limiti della produzione scientifica ad oggi disponibile sulle CER, che presenta testi di settore in termini legislativi e procedurali, carenti di indirizzo sul piano tecnico e applicativo, oppure esperienze di ricerca che pur riferendo sull'attivazione di esperienze

di CER in ambiti di trasformazione urbana, non ne riportano le utili informazioni sui caratteri connessi alla capacità di integrare gli aspetti tecnologici con quelli produttivi e quelli di produzione con quelli caratterizzanti e riconoscibili i dati contestuali e spaziali, che ne rendono possibile la sperimentazione progettuale e l'orientamento verso scenari di neutralità climatica.

Diversamente, il lavoro di G.M., coglie l'opportunità delle attività svolte nel suo periodo di ricerca come RtdA presso il dipartimento di Architettura e Territorio dell'Università Mediterranea di Reggio Calabria, e certamente ne riporta un'esperienza più ampia precedente al corso del PhD e del post PhD, con la capacità di tracciare una linea di ricerca riconoscibile negli anni e che ha contribuito all'avanzamento scientifico del gruppo di lavoro e al trasferimento nelle esperienze didattiche e di alta formazione, con la disseminazione nell'ambito di conferenze internazionali e di contributi quale relatore e autore di paper scientifici, di coordinatore di iniziative di trasferimento tecnologico con la realizzazione di dimostratori digitali e fisici.

Inoltre, con le esperienze riportate nel testo, si dà seguito a quanto da me stessa auspicato in merito al ruolo delle tecnologie che impiegano fonti energetiche rinnovabili in processi più complessi, utili al presente e al futuro degli ecosistemi, in termini di contributo possibile al concetto di “democrazia energetica” in grado di operare una “transizione giusta” (...), oltre che ecologica e digitale e per cui lo stesso autore ne richiama la necessità, riportandone un estratto del testo “Tecnologie Emergenti per il Progetto Rigenerativo” del 2023, nella sua introduzione che apre ai capitoli.

Questo testo contribuisce certamente alla questione, espressa in chiave urgente e con un approccio teorico e di pratiche per una dimensione operativa ambientale e sociale emergente e contemporanea, in cui le CER sono tra le innovazioni di processo, di progetto e di prodotto più promettenti per il futuro di città e comunità in transizione.

CONSUELO NAVA

*Responsabile Scientifica di ABITAlab, dArTe
Università degli Studi Mediterranea di Reggio Calabria*

[...] I temi della decentralizzazione e dell'autoproduzione energetica proprio delle Comunità Energetiche Rinnovabili sostengono i processi di decarbonizzazione necessari alla transizione energetica, con scenari di cambiamento climatico al 2035, 2050 e 2085, per la natura che le stesse reti energetiche hanno di realizzare modelli di smart grid, dove i concetti di consumo e produzione sono dipendenti dalle loro tecnologie

C.Nava (2023)

INTRODUZIONE

PROGETTARE CON LE CER PER LA TRANSIZIONE ENERGETICA

Per accelerare la transizione “verde e digitale” ed implementare “Meccanismi di Transizione Giusta” verso la neutralità climatica, occorre innescare un percorso trasformativo sostenibile, in cui si affronti il tema delle “crisi periodiche che attraversano la nostra contemporaneità” come manifestazione di “molteplici crisi fra loro intrecciate” (Losasso, 2022). Si tratta di una condizione di emergenza epocale che si definisce di “poli-crisi: climatica, ambientale, socioeconomica, pandemica”, quale condizione che, da un lato, evidenzia «l’esigenza di un nuovo orientamento verso modelli più flessibili, adattivi e circolari [...]» che comprendono anche le fasi di monitoraggio e valutazione di interventi progettuali «[...] rigenerativi rivolti alla sostenibilità ambientale, alla mitigazione e all’adattamento climatico [...]» (Mussinelli, 2022), dall’altro, consente di prepararsi a reagire all’impatto della crisi generata dai rischi globali per la “*failure to mitigate climate change, Failure of climate-change adaptation, and Biodiversity loss and ecosystem collapse as ineffective or highly ineffective*”, ossia la mancata mitigazione dei cambiamenti climatici, il mancato adattamento ai cambiamenti climatici, la perdita di biodiversità e il collasso degli ecosistemi come inefficaci o altamente inefficaci (Nava, 2023), a cui si aggiungono gli eventi meteorologici estremi (*natural disasters and extreme weather*), i danni ambientali su larga scala (*large-scale environmental damage incidents*) e la crisi delle risorse naturali (*natural resources crisis*). Tale considerazione prende le mosse dal recente Global Risk Report 2023 (WEF, 2023) redatto dal

World Economic Forum, che presenta i risultati dell'ultima indagine sulla percezione dei rischi globali (*Global Risks Perception Survey*) su due intervalli temporali, a breve (2 anni) e lungo termine (10 anni), individuando dieci categorie di crisi globali già in atto suddivise per categorie di rischio (economico, ambientale, geopolitico, sociale e tecnologico). È interessante notare come buona parte di esse siano legate, sia nel breve (5) che nel lungo periodo (6), a rischi di tipo ambientale e siano accompagnate da “rischi già noti”, ma di impatto sempre crescente, ovvero la crisi dei costi della vita (*cost-of-living crisis*), la perdita di coesione sociale (*erosion of social cohesion and societal polarization*), le migrazioni involontarie su larga scala (*large-scale involuntary migration*) e lo scenario geo-economico (*geo-economic confrontation*) (Figura 1).



Figura 1. World Economic Forum (2023), “Global risks ranked by severity over the short and long term”, in WEF, The Global Risk Report, 18 th edition

Inoltre, il Rapporto evidenzia che, oltre al “ritorno” di rischi conosciuti, vi è la crescente pressione degli impatti dei cambiamenti climatici e della riduzione della finestra temporale per limitare l’aumento della temperatura media globale a 1,5° C rispetto ai livelli preindustriali.

Ciò significa che la curva delle emissioni dovrà abbassarsi del 43% circa entro il 2030 rispetto ai livelli del 2010 per poter rispettare l'obiettivo già fissato dall'Accordo di Parigi del 2015 (Figura 2).

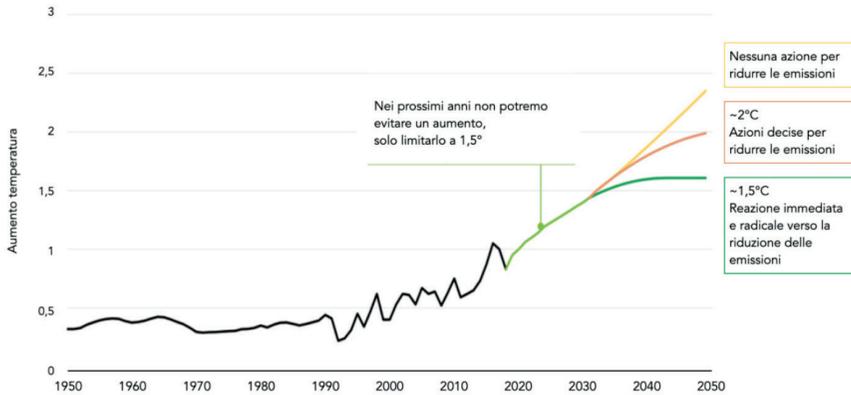


Figura 2. Aumento della temperatura globale con e senza azioni per la riduzione di emissioni atmosferiche. Fonte: IPCC 2013

Un obiettivo ormai ampiamente compromesso, come evidenziato negli ultimi rapporti dell'Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) dal 2013 al 2022, secondo cui nei prossimi anni non potremo evitare l'aumento della temperatura media globale, ma potremo limitarlo a 1,5°C solo se i Paesi attueranno un'azione immediata per la riduzione delle emissioni. In tal senso, il 2030 diviene un orizzonte temporale a cui tutte le politiche per la transizione si riferiscono: oltre quella data, se non si agirà in risposta ai rischi ambientali e climatici con azioni di mitigazione ed adattamento in maniera radicale, questi potranno divenire irreversibili e portare ad un aumento della temperatura di 2°C entro il 2050, addirittura, di 3°C, portando al collasso degli ecosistemi e degli habitat naturali.

Il percorso europeo per la neutralità climatica è connesso alla “[...] necessità di ridurre gli impatti da gas climalteranti in atmosfera, attivando processi circolari in tutte le possibili filiere produttive per puntare alla neutralità climatica [...]” (Nava, 2023): tuttavia, l'attuale tasso di riduzione non è in linea con l'obiettivo di decarbonizzazione del 2050. Per raggiungere questo obiettivo, l'attuale tasso di riduzione delle

emissioni di CO₂ dovrebbe essere più che triplicato. Il grafico di seguito proposto (Figura 3) rappresenta la quantità delle emissioni atmosferiche di gas serra in Italia, espressi in mega-tonnellate di CO₂ (Mton CO₂) sui dati storici EDGAR8 (RSE, 2017).

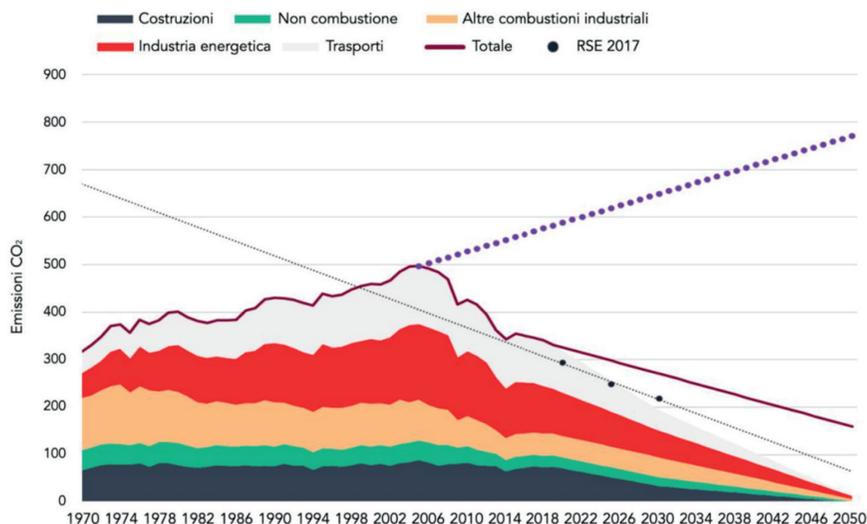


Figura 3. Emissioni atmosferiche di gas serra in Italia, espressi in Mton CO₂. Dati storici fonte EDGAR8, (RSE, 2017), Fonte: PTE (MASE)

Lo studio illustra tre diverse traiettorie per l'evoluzione delle emissioni associate a diverse iniziative di policy: la linea marrone presenta la traiettoria di decrescita al 2050 basata su estrapolazione del trend 2015-2019 con attuali strumenti di policy; la linea tratteggiata, la traiettoria di decrescita necessaria al raggiungimento degli obiettivi 2030 (basata sui modelli RSE) e la traiettoria necessaria per raggiungere lo scenario net-zero entro il 2050; la linea viola a pallini presenta, infine, il trend di crescita ottenuto dall'interpolazione dei dati di emissioni di CO₂ dal 1970 al 2000. Sulla base di questi dati, è importante notare come nell'arduo percorso che porta allo "zero carbon", siano coinvolti tutti i settori della produzione e delle attività umane ad alte emissioni (costruzioni, trasporti, industria energetica, combustioni industriali, ecc...).

In questo contesto, sono emblematici i dati relativi agli impatti che le aree urbane e il patrimonio edilizio esistente producono in termini

di emissioni di CO₂ e di consumo energetico (Boeri et al., 2021): nonostante esse occupino solo il 2% di suolo, sono responsabili di circa il 78% dell'energia mondiale consumata (ONU, 2021), del 40% dei consumi energetici e contribuiscono al 70% delle emissioni di gas climalteranti. Il percorso europeo per la neutralità climatica è connesso alla «[...] necessità di ridurre gli impatti da gas climalteranti in atmosfera, attivando processi circolari in tutte le possibili filiere produttive per puntare alla neutralità climatica [...]» (Nava, 2023): tuttavia, l'attuale tasso di riduzione non è in linea con l'obiettivo di decarbonizzazione del 2050. Inoltre, il comparto edilizio in Europa è responsabile di circa il 40% del totale delle emissioni di CO₂ (Shi et al, 2020), del 21% del totale delle emissioni di gas glimalteranti (circa 12 GtCO₂eq) e ammonta al 75% il totale degli edifici che non sono in possesso di standard di efficienza energetica, mentre ammonta al 57% la CO₂ indiretta causata dall'energia elettrica e calore generati in offsite (IPCC, 2019; Liu H.Y. et al., 2023) (Figura 4).

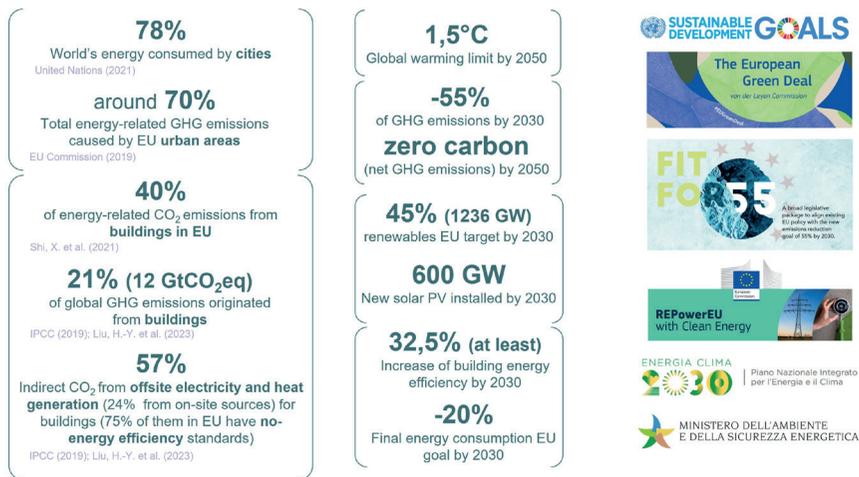


Figura 4. Impatti ambientali, obiettivi ambientali e politiche per la transizione ecologica ed energetica. Fonte: elaborazione di Mangano G. (2024) al MGF 2024 - Firenze

Per avviare un percorso radicale di trasformazione del settore energetico globale da fossile a zero carbonio entro il 2050 e di riduzione del 55% delle emissioni di gas serra entro il 2030, l'Unione Europea attraverso il New Green Deal e la Strategia "Fit for 55" ha messo a

disposizione ingenti risorse finanziarie per aumentare al 45% il mix energetico rinnovabile e raggiungere l'obiettivo 600 GW di potenza fotovoltaica installata al 2030. A livello nazionale, in Italia la territorializzazione di tali obiettivi è demandata al Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima (PNIEC), che intende raggiungere il 32,5% di efficienza energetica del comparto edilizio e ridurre così del 20% i consumi energetici finali al 2030 (MASE, 2020).

Al 2017, i consumi energetici mondiali sono soddisfatti ancora da un largo uso di fonti non rinnovabili (carbone e petrolio su tutte), sebbene le Fonti Energetiche Rinnovabili abbiano registrato un incremento importante. L'impiego delle FER gioca un ruolo fondamentale nel raggiungimento degli obiettivi "zero carbon" e nel guidare il percorso di transizione energetica. Tuttavia, ciò potrebbe non essere sufficiente. In tale dimensione F.Tilli, all'interno del BP Statistical Review of World Energy (2018), ha evidenziato che se anche agissimo con processi ed iniziative radicali per una "transizione rapida" (*faster transition*), questo non sarebbe comunque sufficiente a raggiungere l'obiettivo di neutralità carbonica, continuando, in maniera previsionale, ad emettere oltre 15 miliardi di tonnellate di CO₂ in atmosfera. Una transizione guidata dalle sole rinnovabili (*Renewable push*), farebbe sì che la riduzione sia addirittura di un terzo minore (più di 30 tonnellate di CO₂ emessa al 2040) (Figura 5).

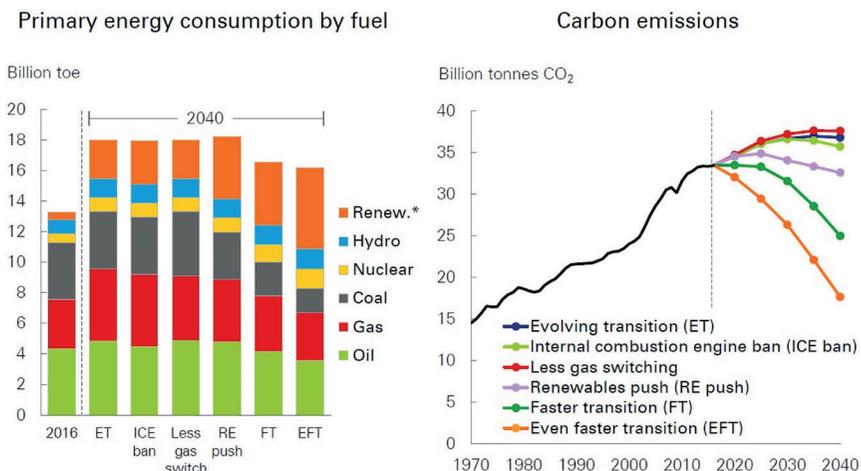


Figura 5. BP Statistical Review of World Energy, June 2018. Estratto da F. Tilli (GSE)

In questo scenario di riferimento, la transizione energetica accompagna le sfide da affrontare insieme alla transizione “verde” e “digitale”, ponendo particolare attenzione al tema dell’innovazione “tecnologica” nel settore energetico da un lato a quello del “bene comune”, a servizio della comunità, dall’altro, per “mantenere elevati livelli di qualità, evitando un aumento eccessivo dei costi per la collettività” (Claudi de Saint Mihiel, 2021).

I sistemi di produzione e consumo energetico sono parte integrante dei sistemi socio-tecnici, caratterizzati da componenti materiali e immateriali e soggetti a molteplici dinamiche evolutive e trasformative (Puttilli, 2014). L’energia è un bene che interessa tutti i settori e tutti i livelli dell’organizzazione sociale, dalla scala globale a quella nazionale e locale.

Energia e territorio vivono infatti un rapporto di interdipendenza: nello stesso modo in cui le forme di organizzazione del territorio sono influenzate da particolari condizioni energetiche, così alcune variabili di tipo energetico dipendono da specifiche condizioni territoriali (Owens, 1986; De Pascali, 2008).

È indubbio che qualsiasi fonte energetica sia capace di produrre significativi impatti ambientali. È noto che, la sostenibilità di un sistema energetico non dipende unicamente dalla tipologia di fonte sfruttata, ma anche dal modo in cui queste sono impiegate e dal rapporto che instaurano con il territorio, con il costruito, con gli edifici.

Il rapporto energia-sostenibilità può essere quindi riassunto in una formula riferita: *non esistono fonti energetiche sostenibili a priori* (Schoumaker, 2007).

Assumendo queste considerazioni, è interessante rintracciare la fonte sul “dato relativo agli impatti ambientali suddivisi per fonte”, con riferimento a 1 kWh di Consumo Interno Lordo (CIL) nel mix elettrico italiano 2019, così come redatto dal prof. Notarnicola (2022), da cui si evince che anche le fonti rinnovabili contribuiscono, tutte in diversa misura, al cambiamento climatico, al consumo dell’ozono, all’acidificazione del suolo, al consumo di risorse minerali (Figura 6).

Alla definizione dell’aspetto ambientale dell’impatto dei sistemi energetici, si accompagna quello sociale ed economico, che interessa le comunità insediate nelle città e nei territori.

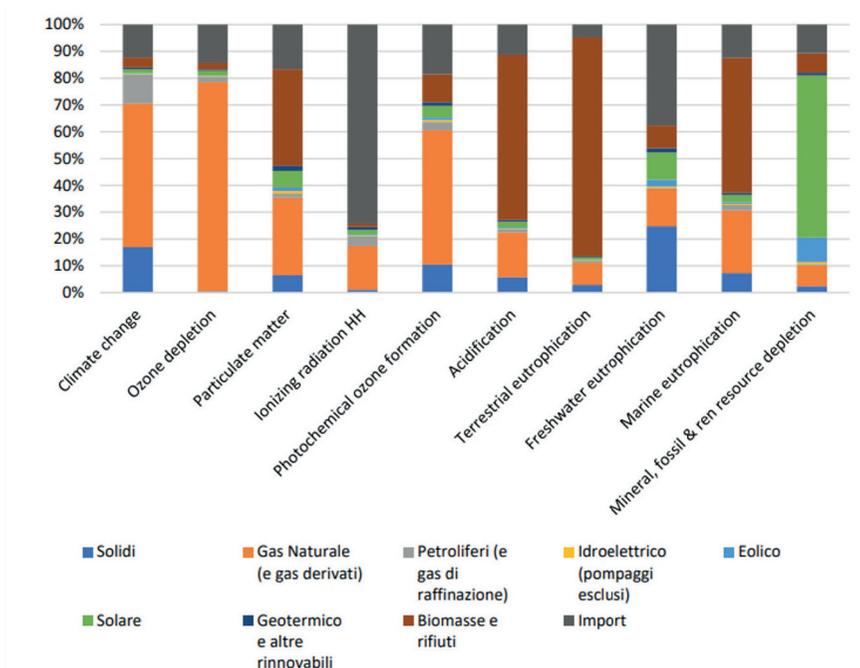


Figura 6. Caratterizzazione del mix elettrico italiano 2019. Impatti per 1 kWh di CIL del mix 2019 divisi per fonte. Fonte: Notarnicola B. (2022), Rassegna bibliografica di studi LCA per i sistemi di produzione di energia elettrica, MASE

Gli obiettivi di “Giusta Transizione” potranno essere soddisfatti solo se le politiche e le misure attuate dai paesi europei avranno efficacia nel combattere il crescente fenomeno della povertà energetica, che interessa circa 2,2 milioni di famiglie in Italia e quasi una su quattro nel Mezzogiorno.

Cambiamenti climatici, policrisi e sicurezza energetica, sono oggi fenomeni fortemente interconnessi e le politiche nazionali cercano di affrontare per rendere meno rischiosa la dipendenza energetica, soprattutto in ottica delle rilevanti variazioni di domanda di energia a causa degli eventi climatici estremi (Leone et al., 2023).

Per avviare un percorso radicale di trasformazione del settore energetico globale da fossile a zero carbonio entro il 2050 e di riduzione del 55% delle emissioni di gas serra entro il 2030, l’Unione Europea, attraverso il New Green Deal ed il *Clean Energy Package*, ha messo