

## **Sintesi tesi di laurea - Andrea Giansanti**

### **Economia delle risorse energetiche e impatto sullo sviluppo sostenibile**

L'energia è un fattore critico per lo sviluppo economico e territoriale, nonché per raggiungere e mantenere adeguati standard di qualità della vita. Pertanto, le strategie di autosufficienza energetica sono un elemento chiave nel delineare strategie politiche ed economiche a livello regionale o globale. Costi e disponibilità delle risorse energetiche fossili, quali carbone, gas naturale e petrolio, hanno subito il condizionamento dell'instabilità politica nelle zone di produzione e dell'incremento della domanda a livello mondiale, che ha inciso sui cambiamenti climatici, con un aumento delle emissioni di anidride carbonica.

In questo contesto, l'obiettivo della tesi è analizzare l'evoluzione delle fonti energetiche e delle dinamiche geopolitiche legate alla loro gestione, con un focus sulla sostenibilità e la transizione energetica, approfondendo in particolare il ruolo delle smart cities nello sviluppo urbano sostenibile. La dipendenza dalle risorse energetiche ha portato a conflitti per il loro controllo: la rivoluzione industriale è iniziata con l'utilizzo del carbone, sostituito nel tempo dal petrolio che oggi domina il quadro energetico. La disponibilità di energie rinnovabili è in crescita, ma la sostituzione delle fonti fossili richiede grandi investimenti e cambiamenti significativi nella organizzazione sociale, sempre più urgenti poiché la crisi energetica è legata alle risorse fossili e alla necessità di trovare alternative sostenibili.

Il consumo energetico mondiale aumenterà sensibilmente durante questo secolo anche in virtù dell'evoluzione del tenore di vita nei Paesi meno sviluppati, che nel 2050 conteranno 7 miliardi di abitanti, pari a poco meno dell'ottanta per cento della popolazione mondiale. Il diritto allo sviluppo va ricompreso tra i diritti umani fondamentali e non è pensabile uno sviluppo senza approvvigionamento energetico, fattore che aumenta la pressione verso il processo di transizione alle fonti rinnovabili.

Dagli anni Novanta del secolo scorso, la globalizzazione ha portato a una delocalizzazione industriale e a un aumento della produzione nei Paesi asiatici, con un conseguente incremento della domanda di energia e una maggiore competizione per le risorse energetiche. Da qui la ricerca di alternative alle fonti tradizionali, come le energie rinnovabili, che oggi rappresentano più di un quarto della capacità installata di produzione di energia e un sesto del consumo mondiale. La crescente consapevolezza ambientale spinge per un'evoluzione del modello economico mondiale, anche a causa della minaccia del cambiamento climatico. Nelle zone del mondo prive di accesso al sistema energetico tradizionale, le rinnovabili rappresentano la possibilità di una fornitura stabile ed affidabile.

Il consenso verso le fonti energetiche rinnovabili deriva dalla capacità di dare risposte alla crisi economica e ambientale. Esse costituiscono un settore strategico per entrambi gli ambiti di crisi: nel contesto economico, rappresentano un settore innovativo e con ampi margini di crescita, oltre ad essere la soluzione più diretta ed efficace alla crisi ambientale.

I processi di decarbonizzazione dei sistemi energetici ricoprendono sia l'eliminazione di metodi di produzione ad elevato contenuto di carbonio, sia l'impiego di energia prodotta senza

l'utilizzo di derivati fossili. Questa transizione ha implicazioni geopolitiche, non solo in relazione alle politiche ambientali dei diversi Stati, ma anche per le relazioni tra le scelte energetiche, lo spazio e la società su cui esse incidono. Gli elementi geopolitici tracciano la convergenza tra la spinta verso le fonti rinnovabili, la pressione per la difesa di interessi nazionali, l'interesse nell'espansione del controllo su diverse aree del pianeta per assicurarsi lo sfruttamento dei giacimenti residui più ricchi, la tutela delle infrastrutture critiche.

La Cina costituisce il principale consumatore mondiale di energia, aspetto che incide sui rapporti con l'Unione Europea: l'incremento della richiesta di energia da parte della Cina esercita una pressione sui mercati internazionali con un'incidenza negativa per i Paesi importatori europei. L'Unione Europea è al terzo posto tra i maggiori consumatori internazionali di energia, dietro Cina e Stati Uniti. L'UE è però il maggiore importatore netto al mondo, in quanto produce internamente meno della metà dell'energia di cui necessita. L'Europa ha pertanto assunto un ruolo guida a livello mondiale per la diffusione di fonti rinnovabili e nella promozione di politiche di decarbonizzazione, specie dopo la crisi energetica del 2021.

L'impiego di energia dalle fonti rinnovabili è uno dei cardini fondamentali della strategia energetica dell'Unione Europea (UE), per migliorare la competitività, garantire la sicurezza dell'approvvigionamento e proteggere l'ambiente. Anche la Federazione Russa è un attore rilevante delle politiche energetiche, sia come importatore - in particolare dall'Asia centrale – sia quale Paese di transito nonché concorrente nell'esportazione

La guerra Russia – Ucraina ha evidenziato una forte debolezza europea dal punto di vista della gestione delle risorse energetiche, in quanto la Russia fino a quel momento era il principale fornitore di carbone, petrolio e gas naturale, ma anche esportatrice di energia da fonti nucleari e di terre rare essenziali per la transizione ecologica. La consapevolezza che la Federazione Russa non è più un affidabile fornitore di energia ma rappresenta una minaccia per la sicurezza europea, ha portato alla diversificazione delle importazioni, a incentivare il risparmio energetico e all'accelerazione della transizione energetica da parte dell'UE.

L'indipendenza energetica garantisce gli approvvigionamenti e incentiva la produzione da fonti rinnovabili, ma richiede l'individuazione di modalità efficienti di stoccaggio dell'energia al fine di rafforzare la presenza delle energie rinnovabili nel mix energetico europeo. Pertanto è necessaria una visione strategica per perseguire un vantaggio competitivo e per superare le resistenze di alcuni gruppi d'interesse nazionali.

La spinta verso le energie rinnovabili caratterizza la collocazione geopolitica dell'Unione Europea, a fronte dei cambi d'indirizzo sul tema che hanno caratterizzato gli Stati Uniti. Gli USA, negli anni Settanta, hanno raggiunto l'egemonia sul mercato mondiale dell'energia tradizionale anche grazie al sistema di pagamento imperniato sul dollaro: questa condizione ha determinato una politica energetica basata sui combustibili fossili e in particolare sul petrolio, con cui perseguire l'indipendenza energetica. Gli Stati Uniti, nel 2020, sono diventati esportatori netti di energia anche grazie alla produzione di gas, seppure non si è fermato lo sviluppo delle rinnovabili che, entro il 2050, diventeranno la fonte principale per la produzione

di elettricità, superando il gas naturale. Stesso risultato a cui punta l'Unione Europea, coprendo il 40% del fabbisogno con fonti rinnovabili.

Le energie rinnovabili sono il perno dello sviluppo sostenibile, ossia quello che soddisfa i bisogni del presente senza compromettere la capacità delle generazioni future di soddisfare le proprie esigenze. I Paesi in via di sviluppo hanno contestato il fatto che la prospettiva intergenerazionale debba essere anteposta al consumo presente delle risorse, subordinando quindi l'equità intragenerazionale a quella tra la generazione attuale e quella futura, anziché rendere prioritaria l'equità nella distribuzione e nell'utilizzo delle risorse rispetto alla loro conservazione nel tempo. La differente interpretazione del concetto di sostenibilità è alla base del conflitto sull'energia tra i Paesi emergenti e i Paesi industrializzati, che hanno fatto un uso intensivo di combustibili fossili ad alto impatto ambientale per raggiungere elevati livelli di produzione e di benessere economico. Molti Paesi in via di sviluppo rivendicano quindi una sorta di "diritto ad inquinare", per non limitare il loro potenziale di crescita e per non trovarsi in condizioni di dipendenza, poiché le tecnologie a minore impatto ambientale sono detenute prevalentemente dai Paesi sviluppati. Come la tesi evidenzia, il caso della Cina è emblematico: la crescita dei livelli produttivi è stata alimentata da risorse non rinnovabili e quindi le autorità internazionali hanno provato a imporre limitazioni nell'uso di combustibili fossili. Di recente, a seguito di scelte geopolitiche, la Cina si è orientata verso la conversione alle rinnovabili, traendo vantaggi – come l'India - dalla delocalizzazione delle produzioni industriali europee e statunitensi.

L'Iran, a sua volta, si trova in concorrenza diretta con l'Arabia Saudita, Paese snodo degli equilibri mediorientali, in quanto entrambi sono esportatori di petrolio greggio. Le risorse del Golfo Persico assumono un peso ancor più rilevante in quanto l'area del Caspio presenta difficoltà di trasporto e il bacino del Mare del Nord ha raggiunto il volume massimo di produzione: gli idrocarburi costituiscono la principale fonte di ricchezza del Medio Oriente, che quindi ha interesse a conservare questa rendita. La dipendenza energetica incide su come i Paesi occidentali affrontano la questione mediorientale, a causa degli elementi di vulnerabilità politico-economica derivanti dal mancato accesso alle risorse.

La Russia, infine, esercita una egemonia nell'ambito del gas naturale, che presenta caratteristiche peculiari e distinte rispetto al petrolio: se una petroliera può cambiare destinazione e proprietà più volte, il gas è caratterizzato da infrastrutture difficili da sostituire e che collegano in maniera stabile i Paesi interessati, inclusi quelli di transito.

Dal secondo dopoguerra il concetto di sviluppo viene messo in relazione alla misurazione del Prodotto Interno Lordo (PIL) che, traducendo in valore monetario l'ammontare di beni e servizi prodotti in un anno, si riteneva integrare anche il livello di benessere di un singolo Paese, ma non tiene conto degli effetti dell'attività umana sugli ecosistemi. Uno degli indici alternativi che ha riscosso maggior successo è lo Human Development Index (HDI) che dal 1993 affianca il PIL nella misurazione della qualità della vita di un Paese da parte dell'ONU. L'HDI considera, oltre al reddito, anche il livello di istruzione e l'aspettativa di vita: nel 2020 è stato adottato un ulteriore indice sperimentale, il Planetary pressures-adjusted Human Development Index

(PHDI), che corregge l'HDI sulla base delle emissioni di anidride carbonica e dell'impronta energetica, per valutare gli eccessi della pressione umana sul pianeta, al fine di considerare la disuguaglianza intergenerazionale nell'accesso alle risorse. Dall'analisi della relazione tra HDI e consumo pro capite di elettricità emerge come a consumi di energia bassi corrispondano condizioni sociali critiche in termini di vita media, nutrizione, stato di salute ed educazione.

Al tema delle fonti rinnovabili si lega quello dell'economia circolare poiché essa rappresenta un elemento strategico nell'attuazione dello sviluppo sostenibile. L'economia circolare prevede la reintroduzione nel ciclo economico dei materiali con cui sono realizzati i prodotti, al termine della loro funzione d'uso, e va nella direzione di superare lo schema lineare che si conclude con lo smaltimento dei beni non più utilizzabili.

Le tecnologie necessarie per le energie rinnovabili necessitano di metalli e terre rare la cui estrazione si basa su procedimenti ad alto impatto in quanto producono emissioni inquinanti, consumano energia, richiedono elevati costi di scavo e perforazione e spesso non tengono in adeguato conto i diritti dei lavoratori coinvolti, in primo luogo in merito alla salute. Esiste quindi un limite fisico relativo alla sostenibilità che concerne tanto l'esaurimento del petrolio, delle terre rare o il cambiamento climatico.

Il tema del cambiamento climatico va di pari passo con la transizione verso le energie rinnovabili, ma è centrale in relazione al concetto di giustizia climatica. Non può esserci giustizia climatica se per il contrasto al cambiamento climatico si adottano sistemi con un forte impatto sociale e ambientale su territori già vittime nel corso del tempo di sfruttamento e squilibri, a beneficio di quelle aree del pianeta che rappresentano al contempo gli sfruttatori e i sensibilizzatori sul tema ecologico. La lotta al cambiamento climatico, quindi, non passa solo per la transizione dalle fonti fossili a quelle rinnovabili, ma deve dare risposte sul tema della riduzione delle disuguaglianze e di un impiego delle risorse che rispetti crismi di equità sociale e generazionale nonché territoriale, garantendo sia l'accesso al consumo, sia la partecipazione alle scelte di produzione.

Le comunità locali rivendicano il diritto di ricoprire un ruolo attivo nelle decisioni che riguardano il destino del proprio territorio e le strategie di sviluppo, senza imposizioni dall'alto che pregiudichino la salvaguardia dell'ambiente, della salute dei cittadini e delle attività esistenti. La declinazione dello sviluppo sostenibile a scala urbana si concentra in particolar modo sulle smart cities, ossia sul modello di città intelligente che rappresenta la strategia innovativa nata per efficientare le risorse disponibili tramite l'accessibilità agli strumenti tecnologici. Le smart cities raccolgono e rendono disponibili dati utili per le decisioni in tema di efficientamento energetico in settori diversi, dalla mobilità urbana alla produzione e consumo di energia, dalla sicurezza ai processi circolari di riuso, riciclo e recupero.

Le aree urbane ospitano tre quarti della popolazione mondiale e producono più della metà dei rifiuti: per questo richiedono meccanismi virtuosi di sperimentazione, in grado di costruire modelli efficaci e buone pratiche replicabili pur nelle differenze territoriali e culturali di ogni singolo contesto. Le città sono miniere inesauribili per quanto riguarda i rifiuti che generano,

ma anche in relazione alla capacità di raccogliere, sviluppare e diffondere la conoscenza necessaria a far sì che a tali scarti venga dato valore, anche grazie alla tecnologia.

La smart city rappresenta il modello per la riduzione dell'impatto ambientale delle città, riguardo alla qualità dell'aria e alla gestione dei rifiuti. L'aggettivo smart attiene alla crescita intelligente – sia economica, sia dimensionale - a cui si sommano la connettività e la digitalizzazione: perché una città sia intelligente è necessario avere a disposizione strumenti integrati di conoscenza del suo ecosistema, in grado di dialogare tra loro.

La città intelligente non considera solo gli aspetti tecnologici, ma anche le questioni sociali, organizzative ed economiche: le aree urbane presentano infrastrutture complesse e richiedono forme di progettazione sostenibile di edifici e impiantistica che, grazie all'evoluzione tecnologica, consentono il contenimento delle emissioni climalteranti, la diminuzione dell'inquinamento luminoso o sonoro, la riduzione dell'elettrosmog. A tal fine vanno individuati meccanismi partecipativi finalizzati a stimolare processi di engagement da parte della cittadinanza, oltre a una governance politica ed economica volta a esprimere il potenziale delle città circolari. La governance partecipativa conduce alla pianificazione urbana integrata, che combina le tecnologie digitali e il coinvolgimento della popolazione, affinché la città evolva secondo le necessità e le aspettative di chi ci abita.

Il settore lavorativo è uno degli ambiti più rilevanti in cui esprimere queste finalità, anche grazie alla diffusione dello smart working che trasforma ogni ambiente cittadino in luogo in cui svolgere la propria occupazione. Questa evoluzione riguarda tutte le città, in quanto si supera la tradizionale localizzazione degli uffici, caratterizzata dalla concentrazione nelle aree urbane più importanti per ragioni economiche, politiche o infrastrutturali. Le smart cities costituiscono quindi un ecosistema in cui sperimentare modelli per la sostenibilità energetica, come ad esempio quello della città circolare, che punta a reimettere i rifiuti nel ciclo produttivo, anziché smaltirli attraverso discariche o inceneritori: ciò richiede un cambiamento culturale che modifichi il modello basato sul consumo in un sistema fondato sulla rigenerazione, in grado di frenare gli impatti negativi su biodiversità, risorse idriche e salute dei cittadini.

Questi modelli di intervento richiamano buone pratiche che nascono nelle aree urbane con l'intento di affiancare e sostenere la transizione verso la sostenibilità delle città, partendo da iniziative locali orientate a rispondere alle esigenze emerse sul territorio per replicare la pratica in realtà diverse. I contesti di origine sono eterogenei per posizionamento geografico, per modalità amministrative, per perifericità rispetto ai nodi urbani principali. L'osservazione di questa complessità permette di evidenziare differenze e specificità che caratterizzano la declinazione territoriale dello sviluppo sostenibile e, allo stesso tempo, consente di individuare gli aspetti comuni degli interventi per focalizzare tematiche affini e approcci replicabili.