

LUISS 

Corso di Laurea Triennale in Economia e Management

Cattedra di Statistica Applicata ed Econometria

Analisi storica e di interdipendenza tra la  
produzione di energia e gli indicatori  
socio-economici chiave: un confronto tra  
l'Italia e l'Unione Europea.

RELATORE

Prof. Antonio Pacifico

CANDIDATO

Riccardo Marzinotto

Anno Accademico 2023/2024

# INDICE

INTRODUZIONE	2
CAPITOLO 1: CENNI SUL MERCATO DELL'ENERGIA	3
1.1 Il mercato dell'energia in Italia	3
1.2 Il mercato dell'energia in Europa	6
CAPITOLO 2: SGUARDO ALLA RELAZIONE TRA LA PRODUZIONE DI ENERGIA E I SINGOLI FATTORI MACRO-ECONOMICI	10
2.1 Produzione di energia e GDP	10
2.2 Produzione di energia ed occupazione/disoccupazione	13
2.3 Produzione di energia ed investimenti diretti esteri	16
2.4 Produzione di energia, GHG e sviluppo della popolazione	18
CAPITOLO 3: ANALISI EMPIRICA	23
3.1 Modello di regressione lineare	23
3.2 Modello di serie storiche	25
CONCLUSIONI	36

## **INTRODUZIONE:**

L'interdipendenza tra la produzione di energia e i principali indicatori socio-economici chiave è un tema cruciale che ha un impatto significativo sullo sviluppo economico e sulla sostenibilità ambientale dell'Italia e dell'Unione Europea. Questo rapporto mira a fornire sia un'analisi della relazione tra la produzione di energia e fattori macro-economici essenziali in Italia e in Europa, sia un'analisi dell'andamento passato, presente e futuro riguardante la produzione di energia.

Il Capitolo 1 presenterà una panoramica del mercato dell'energia in Italia e in Europa, evidenziando gli sviluppi critici, le sfide e le opportunità nel settore. Esaminerà lo stato attuale della produzione di energia, il ruolo delle fonti di energia rinnovabile e i quadri normativi che regolano il mercato.

Il Capitolo 2 approfondirà il rapporto tra la produzione di energia e specifici fattori macro-economici. La prima sezione esplorerà la correlazione tra la produzione di energia e il PIL, fornendo informazioni sull'apporto della produzione di energia alla crescita economica. La seconda esaminerà il rapporto tra la produzione di energia e l'occupazione/disoccupazione, evidenziando le opportunità di impiego generate dal settore energetico. La terza discuterà l'impatto della produzione di energia sugli investimenti diretti esteri, con un focus sulle tendenze e i modelli di investimento in Italia e in Europa. Infine, l'ultima sezione valuterà il legame tra la produzione di energia, le emissioni di gas serra, e la crescita della popolazione, sottolineando l'importanza di bilanciare la produzione di energia e la sostenibilità ambientale.

Il Capitolo 3 presenterà un'analisi empirica della relazione tra la produzione di energia e i principali indicatori socio-economici utilizzando modelli di regressione lineare e di serie storiche. La prima parte dell'analisi si concentrerà sull'applicazione di un modello di regressione lineare sia per l'Italia che per l'Unione Europea. La seconda parte dell'analisi utilizzerà modelli di serie storiche per analizzare l'andamento della produzione di energia nel tempo, identificando trend significativi e valutando l'impatto di eventi economici e politici sulle dinamiche della produzione energetica. Verranno inoltre effettuate previsioni sulla futura produzione di energia basate sui dati storici, fornendo una visione prospettica utile per la pianificazione energetica a lungo termine.

## **CAPITOLO 1: CENNI SUL MERCATO DELL'ENERGIA**

### **1.1 IL MERCATO DELL'ENERGIA IN ITALIA**

Il mercato energetico italiano è un settore complesso e in continua evoluzione, che rappresenta una componente fondamentale dell'economia nazionale. In questo capitolo, ci soffermeremo sul mercato dell'energia in generale, con un focus particolare sulla produzione di energia in Italia. In primo luogo, è importante comprendere il contesto normativo e regolamentare del mercato energetico in Italia. Il paese è soggetto alla normativa dell'Unione Europea, che mira a promuovere la concorrenza, la sostenibilità e la sicurezza dell'approvvigionamento energetico. A livello nazionale, il mercato energetico è regolato dall'Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente (ARERA), che si occupa di garantire la tutela degli interessi dei consumatori, la concorrenza e la trasparenza del mercato. Il mercato energetico in Italia è dominato dalle fonti fossili, in particolare il gas naturale e il petrolio, che rappresentano ancora la maggior parte del consumo energetico del paese. Tuttavia, negli ultimi anni, si è assistito a un crescente interesse per le energie rinnovabili, come l'eolico, il solare e l'idroelettrico, che stanno guadagnando terreno in termini di quota di mercato. La produzione di energia elettrica in Italia è suddivisa principalmente tra fonti fossili e fonti rinnovabili<sup>1</sup>. La produzione di energia elettrica da fonti fossili è concentrata principalmente nel Nord Italia, dove si trovano la maggior parte delle centrali a gas e carbone. Il gas naturale è la fonte di energia più utilizzata in Italia per la produzione di energia elettrica, grazie alla sua elevata efficienza e alla sua relativa economicità. Tuttavia, la produzione di energia elettrica da fonti fossili è destinata a diminuire nei prossimi anni, a causa delle politiche di decarbonizzazione e della crescente diffusione delle fonti rinnovabili. La produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili è distribuita in modo più uniforme su tutto il territorio nazionale, con una prevalenza delle regioni meridionali per quanto riguarda l'energia solare ed eolica.

L'Italia è uno dei paesi europei con la maggiore produzione di energia solare, grazie all'enorme quantità di superfici esposte al sole sfruttabili della penisola<sup>2</sup>. Il sud Italia, in particolare, è la zona con la maggiore produzione di energia solare, anche se si stanno sviluppando importanti impianti fotovoltaici anche nel centro e nel nord del paese.

L'energia eolica è una fonte di energia rinnovabile sempre più importante in Italia, con una crescente diffusione di parchi eolici onshore e offshore<sup>3</sup>. Le regioni con la maggiore produzione di energia eolica sono la Sardegna, la Puglia e la Campania. L'idroelettrico è una fonte di energia rinnovabile storica in Italia, che sfrutta la grande disponibilità di fiumi e corsi d'acqua del paese. Le regioni del Nord Italia, come il Piemonte e la Lombardia, sono le zone con la maggiore produzione di energia idroelettrica<sup>4</sup>.

La geotermia è un'altra fonte di energia rinnovabile storica che sta guadagnando sempre più attenzione in Italia. Il paese vanta un grande potenziale geotermico, in particolare nelle regioni del Lazio, della Toscana e della Campania. La geotermia è utilizzata sia per la produzione di energia elettrica che per la produzione di calore, e rappresenta una fonte di energia pulita e rinnovabile<sup>5</sup>.

È importante sottolineare l'importanza dell'efficienza energetica nel mercato energetico italiano. L'efficienza energetica è un approccio strategico che mira a ridurre il consumo di energia, migliorare la competitività economica e ridurre l'impatto ambientale. L'Italia ha adottato nel corso degli anni una serie di politiche e misure mirate a promuovere l'efficienza energetica, come la legislazione che prevede l'obbligo di installare impianti fotovoltaici sui tetti degli edifici pubblici e privati, e il programma nazionale di efficienza energetica, che mirava a ridurre i consumi di energia del 20% entro il 2020. Tuttavia, nonostante questi sforzi, l'Italia è ancora indietro rispetto agli altri paesi europei in termini di efficienza energetica. Secondo l'Agenzia Internazionale dell'Energia, l'Italia ha un indice di efficienza energetica inferiore alla media europea, e deve ancora fare molti passi avanti per raggiungere gli obiettivi fissati a livello nazionale e internazionale.

Ponendo l'attenzione successivamente sulle sfide e opportunità a cui la produzione di energia elettrica in Italia è soggetta si osserva come il paese debba affrontare la sfida di ridurre la dipendenza dalle fonti fossili e aumentare la quota di fonti rinnovabili nella produzione di energia elettrica<sup>6</sup>. Inoltre, di come sia necessario migliorare l'efficienza del sistema di produzione e distribuzione di energia elettrica, al fine di garantire la sicurezza dell'approvvigionamento energetico. Per affrontare queste sfide, il governo italiano ha adottato una serie di politiche e misure, come il piano nazionale integrato per l'energia e il clima, che mira a ridurre le emissioni di gas serra del 33% entro il 2030 e a raggiungere la neutralità carbonica entro il 2050. Il piano prevede una serie di misure per promuovere lo sviluppo delle fonti rinnovabili, migliorare l'efficienza energetica e garantire la

sicurezza dell'approvvigionamento energetico<sup>7</sup>. Inoltre, il governo italiano ha adottato una serie di misure per sostenere lo sviluppo di nuove tecnologie e soluzioni per la produzione di energia elettrica, come il programma di ricerca e sviluppo sull'energia pulita, che mira a promuovere l'innovazione nel settore energetico e a sostenere la crescita economica e la creazione di posti di lavoro. Uno degli aspetti più importanti riguardanti le sfide che l'Italia deve affrontare nell'ambito della produzione di energia elettrica in Italia è la sicurezza dell'approvvigionamento energetico. Il paese è dipendente dall'estero per il 73,5% del proprio fabbisogno di energia primaria, il che rappresenta una vulnerabilità importante per l'economia e la società italiane, si tratta infatti del paese con il grado di dipendenza più alto in tutta Europa. Per questo motivo, il governo ha adottato una serie di misure per garantire la sicurezza dell'approvvigionamento energetico, come il piano nazionale per la sicurezza energetica, che mira a diversificare le fonti di approvvigionamento energetico e a ridurre la dipendenza dalle fonti fossili. È dunque fondamentale l'integrazione delle fonti rinnovabili nel sistema di produzione e distribuzione di energia elettrica. Le fonti rinnovabili, come l'eolico e il solare, sono caratterizzate da una forte variabilità della produzione di energia elettrica, che può causare squilibri nel sistema di produzione e distribuzione della suddetta energia. Per questo motivo, il governo italiano ha adottato una serie di misure per integrare le fonti rinnovabili nel sistema di produzione e distribuzione di energia elettrica, come il piano nazionale per l'integrazione delle fonti rinnovabili, che mira a promuovere lo sviluppo delle reti intelligenti e a migliorare la flessibilità del sistema di produzione e distribuzione di energia elettrica. Infine, è importante sottolineare l'importanza della partecipazione dei consumatori alla produzione di energia elettrica in Italia. I consumatori possono giocare un ruolo attivo nella produzione di energia elettrica attraverso la produzione di energia distribuita, come l'installazione di impianti fotovoltaici sui tetti degli edifici e la partecipazione ai sistemi di scambio di energia locale. La partecipazione dei consumatori alla produzione di energia elettrica può contribuire a ridurre la dipendenza dalle fonti fossili, a migliorare l'efficienza del sistema di produzione e distribuzione di energia elettrica, e a promuovere la sostenibilità e la resilienza del sistema energetico.

In sintesi, la produzione di energia elettrica in Italia è un settore complesso e in continua evoluzione, che rappresenta una componente fondamentale dell'economia nazionale. Il paese è caratterizzato da una grande diversificazione delle fonti energetiche disponibili,

con una crescente diffusione delle fonti rinnovabili e una maggiore attenzione alla sostenibilità e alla sicurezza dell'approvvigionamento energetico. Tuttavia, ci sono ancora molte sfide da affrontare, come il miglioramento dell'efficienza energetica, la riduzione della dipendenza dalle fonti fossili, la sicurezza dell'approvvigionamento energetico, l'integrazione delle fonti rinnovabili nel sistema di produzione e distribuzione di energia elettrica, e la partecipazione dei consumatori alla produzione di energia elettrica. Solo attraverso una maggiore cooperazione tra i vari attori del settore e una maggiore attenzione alle esigenze dei consumatori, sarà possibile raggiungere gli obiettivi fissati a livello nazionale e internazionale, e garantire un futuro sostenibile per la produzione di energia elettrica in Italia.

## 1.2 IL MERCATO DELL'ENERGIA IN EUROPA

Il mercato energetico in Europa è un settore chiave dell'economia europea, che rappresenta una componente fondamentale della vita quotidiana di milioni di cittadini europei. Come nel paragrafo precedente, ci soffermeremo sul mercato dell'energia in generale in Europa, con un focus particolare sulla produzione di energia. In primo luogo, è importante comprendere anche qui il contesto normativo e regolamentare del mercato energetico in Europa. L'Unione Europea ha adottato una serie di direttive e regolamenti per garantire la liberalizzazione, la concorrenza e l'integrazione del mercato energetico in Europa. Tra queste, la direttiva 2009/72/CE sulla liberalizzazione del mercato dell'energia elettrica e la direttiva 2009/73/CE sulla liberalizzazione del mercato del gas naturale, che mirano a creare un mercato unico dell'energia in Europa, basato sui principi di libera concorrenza e non discriminazione. Il mercato energetico in Europa è dominato dalle fonti fossili, in particolare il gas naturale e il petrolio, che rappresentano ancora la maggior parte del consumo energetico del continente. Tuttavia, negli ultimi anni, si è assistito a un crescente interesse per le energie rinnovabili, come l'eolico, il solare e l'idroelettrico, che stanno guadagnando terreno in termini di quota di mercato. Dunque, la produzione di energia in Europa è suddivisa principalmente tra fonti fossili e fonti rinnovabili<sup>8</sup>. La produzione di energia elettrica da fonti fossili è concentrata principalmente in Russia, Norvegia e Regno Unito, dove si trovano le maggiori riserve di gas naturale e carbone. Tuttavia, la produzione di energia elettrica da fonti fossili è

destinata a diminuire nei prossimi anni, a causa delle politiche di decarbonizzazione e della crescente diffusione delle fonti rinnovabili. Inoltre, l'attuale conflitto russo-ucraino ha avuto un impatto significativo in questa direzione sul mercato energetico europeo in quanto le sanzioni imposte sulla Russia, uno dei principali fornitori di energia, hanno portato a un aumento dei prezzi dell'energia e a carenze di approvvigionamento in Europa<sup>9</sup>. Ciò ha reso ancora più evidente la necessità di accelerare la transizione verso le rinnovabili. Analizzando l'attuale produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili risulta distribuita in modo più uniforme su tutto il territorio europeo, con una prevalenza di paesi come la Germania, la Spagna e l'Italia. La Germania è il leader europeo nella produzione di energia eolica, mentre la Spagna è il leader nella produzione di energia solare. L'Italia è uno dei paesi europei con la maggiore produzione di energia idroelettrica, grazie alla grande disponibilità di fiumi e corsi d'acqua del paese.

La produzione di energia in Europa è soggetta a una serie di sfide. Da un lato, il continente deve riuscire di ridurre la dipendenza dalle fonti fossili e aumentare la quota di fonti rinnovabili nella produzione di energia elettrica. Dall'altro lato, deve affrontare la sfida di integrare le fonti rinnovabili nel sistema di produzione e distribuzione di energia elettrica, e di garantire la sicurezza dell'approvvigionamento energetico. Per affrontare queste problematiche, l'Unione Europea ha adottato una serie di politiche e misure, come il piano d'azione per l'energia pulita per tutti gli europei, che mira ad aumentare la produzione di energia rinnovabile del 32% entro il 2030 e a raggiungere la neutralità carbonica entro il 2050<sup>10</sup>. Il piano prevede una serie di misure per promuovere lo sviluppo delle fonti rinnovabili, migliorare l'efficienza energetica e garantire la sicurezza dell'approvvigionamento energetico. Inoltre, l'Unione Europea ha adottato una serie di misure per integrare le fonti rinnovabili nel sistema di produzione e distribuzione di energia elettrica, come il programma per lo sviluppo delle reti di trasmissione dell'energia a lunga distanza in Europa, che mira a creare un'infrastruttura integrata per il trasferimento dell'energia rinnovabile attraverso i confini degli Stati membri. Per quanto riguarda l'incentivazione dell'efficienza energetica, l'Unione Europea ha adottato una serie di misure, come le norme di efficienza energetica per gli edifici e le apparecchiature elettriche e elettroniche, che mirano a ridurre il consumo di energia senza compromettere le prestazioni e la sicurezza delle apparecchiature<sup>11</sup>. Mentre per quanto riguarda la sicurezza dell'approvvigionamento energetico l'Unione Europea, essendo fortemente



dipendente dall'estero per il proprio approvvigionamento energetico, in particolare per il gas naturale e il petrolio, ha adottato una serie di misure per garantirne la sicurezza, come il piano di interconnessione dell'Unione Europea con i paesi confinanti, che mira a creare una rete integrata di reti di trasmissione dell'energia elettrica attraverso i confini dell'Unione. Per quanto riguarda la condivisione e l'integrazione delle fonti di approvvigionamento energetico, l'UE ha lanciato l'Iniziativa sulle Interconnessioni Energetiche dei Paesi del Sud Est Europa, che mira a creare un sistema integrato di produzione e distribuzione dell'energia attraverso i paesi della regione del Sud Est Europa.

Volgendo invece l'attenzione su quelle che sono le opportunità, essendoci immense risorse di fonti rinnovabili disponibili in Europa, è presente la possibilità di creare un'infrastruttura di reti di trasmissione dell'energia integrata attraverso i confini degli Stati membri, e la possibilità di promuovere l'efficienza energetica attraverso la standardizzazione delle norme e la ricerca e lo sviluppo di tecnologie innovative. Dunque, è evidente come il mercato dell'energia in Europa sia un settore vitale per l'economia e la vita dei cittadini europei. Il continente dovrà affrontare una serie di sfide e opportunità nel processo di transizione verso un'economia a basse emissioni di carbonio ma tramite la cooperazione e l'integrazione dei paesi membri e lo sviluppo delle fonti rinnovabili, l'Unione Europea ha sicuramente la possibilità di creare un'unione energetica stabile, sicura, sostenibile e al servizio dei suoi cittadini. La sfida è grande, ma la visione dell'Unione Europea per un'unione energetica integrata è quella di creare una vita migliore e un futuro più luminoso per tutti i suoi cittadini grazie allo sviluppo delle fonti rinnovabili nei paesi membri.

Come già accennato in precedenza la Germania è il leader in Europa nella produzione di energia eolica e solare, e contribuisce alla rete elettrica europea con circa 30 GW di capacità installata eolica e 50 GW di capacità installata solare. La Spagna ha una capacità installata di energia eolica di circa 25 GW, diventando il terzo paese al mondo per capacità eolica installata dopo Cina e Stati Uniti. Il Regno Unito contribuisce alla rete elettrica europea con oltre 13 GW di capacità eolica installata. La Francia è uno dei paesi leader nella produzione di energia idroelettrica. L'Italia e la Svezia stanno investendo nelle smart grid, che mirano a creare reti elettriche che gestiscono efficacemente l'energia generata dalle fonti rinnovabili distribuite. Grazie dunque agli sforzi e allo sviluppo dei

singoli paesi l'Unione Europea mira a decarbonizzare completamente la produzione di energia entro il 2050, riducendo il consumo di fonti fossili e aumentando la quota di energia rinnovabile nella produzione di energia elettrica. La strategia della Commissione Europea, "Un'Energia Pulita per Tutti gli Europei", mira a definire un quadro comunitario per promuovere la ricerca e lo sviluppo di fonti rinnovabili, l'integrazione delle fonti rinnovabili nel sistema di produzione e distribuzione dell'energia, e la promozione dell'efficienza energetica attraverso la standardizzazione e l'armonizzazione delle norme per gli edifici, l'industria, le apparecchiature e i trasporti. Per ottenere questi risultati, la Commissione Europea prevede di investire \$ 322 miliardi entro il 2030 per la ricerca e lo sviluppo di fonti rinnovabili. La Commissione mira a raggiungere la neutralità climatica entro il 2050, riducendo al contempo le emissioni di gas serra del 55% entro il 2030<sup>12</sup>. Tra le politiche e misure adottate dall'UE per promuovere la produzione di energia da fonti rinnovabili troviamo ad esempio la direttiva RED II, che prevede sia un obbligo di riduzione delle emissioni di gas a effetto serra del 32,5% sia fissa un obiettivo obbligatorio di produzione di energia rinnovabile del 32%, entrambi da raggiungere entro il 2030. Infine, la Banca Europea per gli Investimenti (BEI) ha destinato quasi 108 miliardi di euro nel settore energetico dell'UE, si tratta di investimenti che promuovono il passaggio dell'Europa a fonti di energia pulita<sup>13</sup>. Si presenta dunque evidente come la produzione di energia sia un fattore attuale e cruciale sia per l'Europa di oggi che per quella del futuro.

## **CAPITOLO 2: SGUARDO ALLA RELAZIONE TRA I SINGOLI FATTORI MACRO-ECONOMICI E LA PRODUZIONE DELL'ENERGIA**

### **2.1 PRODUZIONE DI ENERGIA E GDP**

La produzione di energia è strettamente legata al GDP, poiché l'energia è un fattore chiave per la crescita economica. La letteratura accademica ha rilevato una forte correlazione positiva tra i due, suggerendo che un aumento della produzione di energia è generalmente associato a una crescita economica più rapida. Negli ultimi decenni e, in alcuni casi, in periodi ancora più lunghi, molti paesi sviluppati e alcuni in via di sviluppo hanno ottenuto importanti riduzioni dell'intensità energetica<sup>14</sup>. È essenziale sottolineare che la relazione tra consumo energetico e GDP può variare significativamente a seconda della composizione del mix energetico di un determinato paese. Nel caso dell'Italia, il gas e il petrolio rappresentano le principali fonti di energia primaria, costituendo circa il 77% del totale. Sulla base di questo scenario, ci si potrebbe attendere dal punto di vista qualitativo che una diminuzione della produzione energetica sia accompagnata da una riduzione del GDP. L'economia italiana sembra essere influenzata negativamente dal declino dei rendimenti energetici e dall'aumento dei costi delle fonti di energia primaria, tra cui spiccano il gas naturale e il petrolio greggio. Questo deriva dal fatto che, non essendo autosufficiente nella produzione di energia, l'Italia dipende significativamente dalle importazioni di combustibili fossili, rendendola quindi vulnerabile alla volatilità dei prezzi e al rischio di interruzioni delle forniture. Questo è dovuto alla limitata disponibilità di risorse minerarie nazionali, unito a una forte dipendenza della produzione elettrica dai combustibili fossili, inoltre la situazione attuale dovrebbe essere considerata in relazione alla decisione di congelare il programma nucleare dopo il referendum del 1987. Questo stato di cose potrebbe inevitabilmente aver portato un impatto negativo sulla crescita economica italiana<sup>16</sup>. Un approccio per mitigare questo impatto potrebbe essere quello di diversificare il mix energetico con una maggiore integrazione di fonti energetiche rinnovabili e promuovere l'efficienza energetica per ridurre la domanda complessiva, al fine di assicurare una maggiore sicurezza energetica e promuovere la crescita economica sostenibile.

Per raggiungere una matrice energetica più equilibrata, l'Italia dovrebbe mirare ad aumentare l'adozione di fonti energetiche rinnovabili, migliorare l'efficienza energetica e ridurre progressivamente i combustibili fossili. Già in passato la strategia energetica italiana iniziò a rivolgersi al settore termoelettrico, che è stato aggiornato durante la parte finale degli anni '90 con diversi impianti moderni ed efficienti, principalmente basati su una struttura a ciclo combinato e alimentati a gas naturale<sup>15</sup>. Successivamente, il governo italiano ha iniziato a finanziare sempre di più le energie rinnovabili, in conformità con le normative europee, e queste forme di energia hanno registrato un notevole aumento, soprattutto negli ultimi anni. Le fonti di energia rinnovabile, come il solare, il vento, l'idroelettrico e la geotermia, presentano un grande potenziale per l'Italia grazie alle sue caratteristiche geografiche e climatiche. Investendo in esse, l'Italia può sfruttare le proprie risorse naturali e ridurre la propria dipendenza dalle importazioni di combustibili fossili. Inoltre, le fonti energetiche rinnovabili possono fornire un approvvigionamento energetico stabile, pulito e sostenibile, contribuendo alla sicurezza energetica e agli obiettivi ambientali dell'Italia. Negli ultimi dieci anni, l'Italia ha fatto progressi significativi nell'utilizzo di fonti energetiche pulite, al punto che l'obiettivo del 17% di energie rinnovabili da raggiungere entro il 2020 era già stato raggiunto nel 2014, con un valore del 17,1%, rappresentante 49.526 MW della capacità energetica totale. Alla fine del 2021, le fonti energetiche rinnovabili (RES) rappresentavano 56.987 MW, che equivalgono al 18% del consumo energetico totale del paese. Ciò rappresenta un aumento di circa il 40% rispetto al 2008, quando le rinnovabili rappresentavano solo l'11,5% (23.155 MW) della produzione energetica totale del paese<sup>17</sup>.

Le misure di efficienza energetica hanno anche un ruolo cruciale nell'energia politica italiana. Implementando regolamenti ed incentivi per l'efficienza energetica l'Italia può anche contribuire alla creazione di posti di lavoro, al miglioramento della qualità dell'aria e al risparmio sui costi per le imprese e le famiglie. La creazione di posti di lavoro nel settore delle energie rinnovabili e dell'efficienza energetica ha quindi un impatto positivo significativo sull'economia italiana. Inoltre, attraverso la promozione dell'innovazione, dell'istruzione e della formazione in questi settori, l'Italia può creare nuove industrie e opportunità economiche, contribuendo alla crescita occupazionale e alla competitività; oltre a ridurre la dipendenza dalle importazioni di combustibili fossili può aumentare la sicurezza energetica, la stabilità e la resilienza dell'Italia. Dunque, investendo nelle fonti

energetiche rinnovabili e nelle misure di efficienza energetica nazionali, l'Italia può mitigare i rischi economici e politici associati ai mercati energetici globali.

Volgendo l'occhio al panorama europeo è possibile vedere come anche l'UE abbia intensificato i propri sforzi per promuovere le energie rinnovabili, le quali, apporteranno benefici a lungo termine per la crescita economica tramite una riduzione dei costi dell'energia elettrica<sup>18</sup>. Ciò si rivela particolarmente importante poiché la produzione di energia e il GDP sono strettamente correlati, non solo in Italia, ma anche a livello europeo. In questo scenario, la spinta verso un maggiore utilizzo delle energie rinnovabili è guidata dalla necessità di garantire l'autosufficienza energetica nel lungo periodo, riducendo al contempo la dipendenza dai combustibili fossili e le emissioni di carbonio. Le trattative tra le istituzioni dell'UE sono iniziate nel febbraio 2018 e si sono concluse con un accordo provvisorio il 14 giugno 2018, che fissa un obiettivo vincolante del 32% di Energie Rinnovabili (RES) a livello di UE al 2030, anziché l'obiettivo iniziale del 27% di RES proposto dal Consiglio Europeo, con l'obiettivo di rafforzare il mercato unico dell'energia, incentivare lo sviluppo tecnologico e contribuire a un'economia più verde ed efficiente. Seguendo questa politica è stimato, in confronto ad una *business-as-usual baseline*, un aumento complessivo dello 0,5% del GDP dell'Unione Europea per il 2030<sup>19</sup>. L'adozione di rinnovabili dunque, come l'energia solare, eolica, idroelettrica e geotermica, può non solo assicurare un approvvigionamento energetico più stabile ed economico, ma anche fornire opportunità per la creazione di posti di lavoro e la crescita economica in settori correlati a queste tecnologie. Inoltre, l'aumento dell'autosufficienza energetica dell'UE contribuirà a ridurre la vulnerabilità del continente alle fluttuazioni dei mercati energetici globali, migliorando la sicurezza energetica e la stabilità economica.

Ciò che è evidente è che, nell'ambito europeo, il legame tra energia e GDP sia riconosciuto e affrontato con la promozione di strategie incentrate sulle rinnovabili e sulla sostenibilità. Queste iniziative non solo aumenteranno l'autosufficienza energetica del Continente, ma creeranno anche un futuro economico più verde, innovativo e competitivo, offrendo benefici tangibili per i cittadini, le imprese e l'ambiente. In sintesi, l'impegno dell'UE a favore delle energie rinnovabili è una forte dimostrazione di come la produzione di energia e il GDP siano interconnessi, e di come l'innovazione, lo sviluppo e l'autosufficienza energetica siano al centro dell'agenda europea per una crescita economica a lungo termine sostenibile.

## 2.2 PRODUZIONE DI ENERGIA ED OCCUPAZIONE/DISOCCUPAZIONE

L'industria energetica può svolgere un ruolo cruciale nel facilitare l'occupazione, specialmente se consideriamo la transizione verso un'economia a basse emissioni di carbonio. La crescita delle energie rinnovabili può portare a una significativa creazione di posti di lavoro. Al contrario, una diminuzione nella produzione di energia da fonti fossili può contribuire al tasso di disoccupazione, poiché richiede una riduzione della forza lavoro in quegli specifici settori. L'occupazione globale nel settore energetico ha raggiunto quasi 58 milioni di unità nel 2017. Circa la metà di questi posti di lavoro era concentrata nelle industrie di combustibili fossili. Spostandoci verso un'economia più verde, si può ottenere un effetto complessivo positivo sull'occupazione<sup>20</sup>.

Per quanto riguarda l'economia italiana il settore energetico ha sempre svolto un ruolo cruciale, e con la transizione in corso verso un'economia a basse emissioni di carbonio, il settore delle energie rinnovabili potrebbe svolgere un ruolo ancora più importante nella creazione di posti di lavoro e nell'occupazione. Secondo alcune stime, la crescita delle energie rinnovabili in Italia potrebbe portare a una significativa creazione di posti di lavoro, con un potenziale di creazione di impieghi che varia da diverse centinaia di migliaia a oltre un milione entro il 2030, mentre globalmente si prevede che nel 2030 saranno creati 18 milioni di posti di lavoro netti, limitando il riscaldamento globale a 2°C entro la fine del secolo<sup>21</sup>. Questo risultato dovrebbe essere raggiunto attraverso l'adozione di pratiche sostenibili, tra cui modifiche nel mix energetico, la crescita prevista nell'utilizzo di veicoli elettrici e il miglioramento dell'efficienza energetica degli edifici esistenti e futuri. Ciò è dovuto alla crescente domanda di manodopera qualificata per la costruzione e la gestione di nuove infrastrutture per la produzione di energia da fonti rinnovabili, nonché alla necessità di professionisti specializzati in progettazione, ingegneria, installazione, manutenzione e operatività di questi nuovi impianti. Inoltre, il coefficiente di lavoro dei sub-sectors delle energie rinnovabili è generalmente più elevato in tutte le fasi della catena del valore rispetto a quello delle industrie energetiche convenzionali.

Andiamo ad analizzare quelli che sono i fattori che contribuiscono alla creazione di posti di lavoro nel settore energetico italiano. Innanzitutto, la crescente domanda di energia rinnovabile, sostenuta da una politica energetica incentrata sulla promozione delle energie

rinnovabili, sta creando opportunità di lavoro in tutta la catena del valore, dalla produzione alla distribuzione. Inoltre, la necessità di investire in nuove tecnologie e soluzioni per l'integrazione delle energie rinnovabili con le reti energetiche esistenti porterà a un aumento della domanda di competenze tecniche altamente qualificate. Un altro fattore che contribuisce alla creazione di posti di lavoro nel settore energetico è la necessità di migliorare l'efficienza energetica degli edifici e delle infrastrutture esistenti. Ciò potrebbe comportare la riqualificazione di interi quartieri o settori industriali, con conseguenti opportunità di lavoro nel settore della costruzione, della progettazione e dell'ingegneria. Inoltre, la crescente richiesta di soluzioni energetiche integrate e intelligenti, che combinano fonti rinnovabili, efficienza energetica e soluzioni digitali, potrebbe aumentare la domanda per professionisti con competenze specifiche in questo campo.

Tuttavia, la transizione energetica, definita come il passaggio da un sistema energetico basato su fonti fossili a uno basato su fonti rinnovabili, rappresenta una delle sfide più importanti del nostro tempo. La transizione energetica è necessaria per ridurre le emissioni di gas serra, combattere il cambiamento climatico e garantire un futuro sostenibile per le generazioni future. Dunque, questo processo potrebbe avere un impatto negativo sull'occupazione in alcuni settori, in particolare nel settore energetico. Una diminuzione nella produzione di energia da fonti fossili potrebbe avere conseguenze sul tasso di disoccupazione nel settore energetico, dato che potrebbe richiedere una riduzione della forza lavoro in quei settori. Per mitigare questi impatti, è fondamentale investire in formazione e riqualificazione professionale per i lavoratori del settore energetico, al fine di garantire che possano adeguarsi alle nuove realtà del mercato del lavoro. Inoltre, è importante sviluppare politiche di transizione che sostengano i lavoratori e le comunità colpite, ad esempio attraverso programmi di sostegno all'imprenditorialità e allo sviluppo locale<sup>22</sup>. Questi programmi possono aiutare i lavoratori a creare nuove imprese e opportunità di lavoro nelle industrie delle energie rinnovabili, contribuendo a compensare la perdita di posti di lavoro nel settore energetico. L'Italia è uno dei paesi europei che ha adottato politiche energetiche incentivanti per promuovere l'uso di fonti rinnovabili e creare posti di lavoro in questo settore. Il decreto legislativo 28/2011, che ha introdotto un meccanismo di incentivazione basato sull'obbligo di acquisto di energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili, ha contribuito in modo significativo a questo proposito.

Questo decreto ha creato un sistema di incentivi che ha reso l'energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili più competitiva rispetto a quella prodotta da fonti fossili, favorendo così la creazione di posti di lavoro nel settore delle energie rinnovabili.

Come abbiamo già visto in precedenza un'altra delle sfide più importanti sarà la necessità di garantire la sicurezza dell'approvvigionamento energetico durante la transizione. La sicurezza dell'approvvigionamento energetico è fondamentale per garantire la continuità delle attività economiche e sociali e per prevenire interruzioni della fornitura di energia. Dunque, per garantirla durante la transizione, è necessario investire in infrastrutture energetiche adeguate, come reti elettriche e di gas, e in tecnologie di stoccaggio dell'energia, generando quindi posti di lavoro.

Un ulteriore fattore riguardante il settore energetico che contribuisce all'occupazione, soprattutto in Italia, è la necessità di modernizzare le infrastrutture energetiche esistenti. Le infrastrutture energetiche esistenti nel nostro paese sono in gran parte obsolete e necessitano di essere modernizzate per garantire la sicurezza dell'approvvigionamento energetico e per ridurre le emissioni di gas serra. La modernizzazione delle infrastrutture energetiche può creare posti di lavoro nel settore delle costruzioni e delle ingegneria, contribuendo a compensare la perdita di posti di lavoro nel settore energetico. Dunque, dato che la transizione energetica rappresenta una sfida importante e fondamentale per l'occupazione in Italia, come in Europa, sarà necessario mitigare i possibili impatti negativi investendo in formazione e riqualificazione professionale per i lavoratori del settore energetico e sviluppando politiche di transizione che sostengano i lavoratori e le comunità colpite. Le politiche di transizione dovrebbero comprendere programmi di sostegno all'imprenditorialità e allo sviluppo locale, che possono aiutare i lavoratori a creare nuove imprese e opportunità di lavoro nelle industrie delle energie rinnovabili. Come già accennato in precedenza, l'adozione di politiche energetiche incentivanti può contribuire a creare posti di lavoro nel settore delle energie rinnovabili, compensando la perdita di posti di lavoro nel settore energetico (es. il decreto legislativo 28/2011, ha contribuito in modo significativo a questo proposito). In conclusione, il settore della produzione di energia, soprattutto grazie alla transizione energetica sta offrendo opportunità per la creazione di posti di lavoro in vari settori, come quello della ricerca e sviluppo, della manifattura e dell'installazione di tecnologie per le energie rinnovabili, creando anche nuovi mercati e opportunità di business, contribuendo alla crescita



economica. Dunque, nonostante l'impatto negativo sull'occupazione in alcuni settori, sono presenti molte opportunità per la creazione di posti di lavoro in altri, opportunità che per essere sfruttate appieno richiederanno un approccio globale che tenga conto delle esigenze dei lavoratori, delle comunità e dell'economia.

### 2.3 PRODUZIONE DI ENERGIA E INVESTIMENTI DIRETTI ESTERI (FDI)

L'FDI (Investimento Diretto Estero) nel mercato energetico rappresenta l'acquisizione o la creazione di attività commerciali da parte di imprese estere, che investono in progetti di produzione, distribuzione e consumo di energia in paesi diversi dal loro paese di origine. Tali investimenti possono includere la realizzazione di impianti di produzione di energia rinnovabile o convenzionale, la modernizzazione delle infrastrutture energetiche esistenti, o l'acquisizione di partecipazioni in società energetiche estere. L'investimento diretto estero (FDI) può quindi contribuire allo sviluppo del settore energetico, introducendo capitali, tecnologie e *know-how* avanzati<sup>23</sup>. Tuttavia, può anche concentrarsi in aree ad alta intensità di carbonio, come i combustibili fossili, il che potrebbe ostacolare gli sforzi per una transizione energetica sostenibile. L'Unione Europea importa più del 50% dell'energia che consuma e paga circa 1 miliardo di euro al giorno per l'energia importata. L'Unione è particolarmente dipendente dal petrolio greggio (90%) e dal gas naturale (69%)<sup>24</sup> dunque sta cercando di attrarre gran parte degli investimenti globali in energia rinnovabile, il che sta contribuendo allo sviluppo di tecnologie a basse emissioni di carbonio. Tuttavia, la situazione varia notevolmente a seconda del settore e del paese ospitante. Ad esempio, il Sud-est asiatico ha visto un'impennata degli investimenti in energia rinnovabile, mentre il Medio Oriente continua a investire pesantemente in combustibili fossili. Nel complesso, gli investimenti esteri diretti in energia rappresentano una quota significativa degli investimenti globali in tutti i settori, con una quota media del 9% dal 2000 al 2017. Tuttavia, la quota varia a seconda del settore, con il settore energetico che rappresenta il 9% degli investimenti totali, seguiti dai settori delle attrezzature industriali (8%) e dei servizi finanziari (5%). Esistono diversi tipi di FDI in energia, tra cui fusioni e acquisizioni (M&A), *joint venture* e investimenti verdi. M&A sono transazioni che coinvolgono l'acquisto di imprese esistenti, mentre le

joint venture comportano la collaborazione tra due o più società per sviluppare un progetto comune. Per quanto riguarda invece quelli che sono chiamati “investimenti verdi”, essi riguardano progetti che hanno un impatto positivo sull'ambiente, come l'energia rinnovabile, l'efficienza energetica e i trasporti puliti. Gli investimenti in energia possono avere un impatto importante sulle economie ospitanti, in termini di crescita del PIL, occupazione e sviluppo tecnologico. Ad esempio, come già visto nel paragrafo precedente l'investimento in energia rinnovabile può creare nuovi posti di lavoro e contribuire alla diversificazione dell'economia. D'altra parte, gli investimenti in combustibili fossili possono avere un impatto negativo sull'ambiente e sulla salute pubblica, aumentando le emissioni di CO<sub>2</sub> e contribuendo al cambiamento climatico. È necessario notare però, come evidenziato dagli studi, come coloro che investono nell'unione europea tengano conto dell'ambiente di investimento e siano propensi verso quello più “green”<sup>25</sup>.

Inoltre, gli investimenti in energia possono avere implicazioni geopolitiche e di sicurezza poiché la dipendenza da fonti energetiche esterne può rendere un paese vulnerabile alle interruzioni dell'offerta e alle fluttuazioni dei prezzi. Inoltre, il controllo delle risorse energetiche può essere utilizzato come strumento di potere e di influenza politica. Per attrarre e gestire gli investimenti in energia in modo efficace, i paesi possono adottare diverse strategie, creando un ambiente favorevole agli investimenti attraverso un quadro normativo trasparente e prevedibile, riducendo al minimo gli ostacoli amministrativi e promuovendo delle opportunità di investimento. Possono anche sviluppare capacità di monitoraggio e valutazione per garantire un utilizzo efficiente delle risorse e un impatto positivo. Inoltre, possono promuovere la cooperazione internazionale attraverso accordi di libero scambio, partnership pubblico-private e iniziative di sviluppo. Dunque, gli investimenti esteri diretti nel settore energetico possono avere un impatto significativo sulla crescita economica, sullo sviluppo tecnologico e sulla sostenibilità ambientale e sociale. Tuttavia, la gestione degli investimenti richiede un'attenzione particolare alla selezione delle fonti energetiche, alla sostenibilità ambientale, all'equità sociale e alla sicurezza geopolitica. Una gestione efficace degli investimenti in energia può contribuire allo sviluppo sostenibile e alla riduzione della povertà, mentre i paesi e le organizzazioni internazionali possono promuovere investimenti sostenibili e responsabili nel settore energetico attraverso varie iniziative. Ad esempio, la Banca Mondiale ha lanciato il

programma "*Clean Energy Investment Framework*", che mira a mobilitare 100 miliardi di dollari all'anno per investimenti in energia pulita nei paesi in via di sviluppo. Allo stesso modo, l'Unione Europea ha introdotto la "Tassonomia dell'Unione Europea per gli investimenti sostenibili", che fornisce una guida per gli investimenti sostenibili nel settore energetico e in altri settori. Inoltre, i paesi possono adottare politiche nazionali per promuovere investimenti sostenibili ed evitare investimenti dannosi. La "Legge sul clima" negli Stati Uniti richiede alle società energetiche di rivelare i loro piani per ridurre le emissioni di gas serra e adattarsi al cambiamento climatico. Allo stesso modo, l'Unione Europea ha introdotto la "Direttiva sulla divulgazione non finanziaria", che richiede alle società quotate di divulgare informazioni sulla loro sostenibilità e sui loro impatti ambientali e sociali. Tuttavia, per quanto riguarda la promozione degli investimenti sostenibili nel settore energetico sono presenti diverse sfide dato che gli investimenti in energia pulita possono essere soggetti a maggiori rischi e costi rispetto agli investimenti in combustibili fossili. Inoltre, la regolamentazione e la trasparenza degli investimenti possono variare notevolmente a livello nazionale e internazionale, rendendo difficile per gli investitori valutare i rischi e gli impatti degli investimenti.

In conclusione, gli investimenti esteri diretti nel settore energetico possono avere un impatto significativo sulla crescita economica, sulla competitività e sulla sostenibilità ambientale e sociale; dunque, i paesi e le organizzazioni internazionali hanno il compito di promuovere investimenti che siano sostenibili e responsabili attraverso varie iniziative politiche e legislazioni.

#### 2.4 PRODUZIONE DI ENERGIA, GHG ED EVOLUZIONE DELLA POPOLAZIONE

La produzione di energia è uno dei principali fattori che contribuiscono alle emissioni di gas serra (GHG) nell'Unione Europea. L'UE ha riconosciuto l'importanza di ridurre l'impatto delle attività umane sul clima globale e ha adottato una serie di politiche e obiettivi per ridurre le emissioni di GHG. Tra queste, vi è come già accennato in precedenza la strategia a lungo termine per raggiungere la neutralità climatica entro il 2050. Già dal 1990 al 2017 le emissioni di GHG sono diminuite del 23.45%, soprattutto grazie al settore energetico che nel 2017 ha contribuito al 79%<sup>26</sup>. Tuttavia, il percorso

verso questo obiettivo non è privo di problematiche, e una di queste è l'impatto dello sviluppo della popolazione sulla domanda di energia e sulle conseguenti emissioni di GHG. L'aumento della popolazione richiede un aumento della produzione di energia per soddisfare le esigenze di una società che si sviluppa e cresce. La domanda di energia è destinata ad aumentare con l'espansione della popolazione, considerando la maggiore necessità di elettricità, riscaldamento e trasporti per supportare la crescita demografica. In questo contesto, lo sviluppo della popolazione può avere implicazioni importanti sulla domanda di energia e, di conseguenza, sulle emissioni di GHG. L'UE deve affrontare la crescita della popolazione come fattore che influenza la domanda di energia e le emissioni di GHG, adottando misure appropriate per mitigare l'impatto ambientale<sup>27</sup>. Le politiche e le strategie per la riduzione delle emissioni di GHG e l'aumento dell'efficienza energetica sono essenziali per compensare le possibili problematiche legate all'aumento della domanda di energia associato alla crescita della popolazione. La creazione di un sistema energetico a basse emissioni di carbonio è fondamentale per raggiungere gli obiettivi di riduzione delle emissioni di GHG in quanto va tenuto in considerazione che l'80% delle emissioni in Europa è dovuto alla produzione di energia<sup>28</sup>. L'UE, come abbiamo già visto, sta investendo in fonti di energia rinnovabile, come l'eolico, il solare e l'idroelettrico, che riducono la dipendenza dalle fonti fossili e le emissioni di GHG. La promozione dell'efficienza energetica degli edifici, dei veicoli e dei dispositivi è un'altra strategia importante per ridurre la quantità di energia richiesta per il loro funzionamento. Anche l'adozione di stili di vita sostenibili è un passo importante per ridurre l'impatto ambientale associato all'aumento della popolazione. Dunque, la riduzione del consumo energetico, l'utilizzo di mezzi di trasporto a basse emissioni di carbonio e l'adozione di nuove tecnologie possono contribuire a ridurre l'impatto ambientale associato all'aumento della domanda di energia. Inoltre, anche politiche di pianificazione urbana volte a favorire la creazione di comunità a basse emissioni di carbonio, la mobilità sostenibile e il risparmio energetico possono ridurre l'impatto ambientale associato all'urbanizzazione. L'UE dovrebbe sostenere la pianificazione urbana sostenibile, in cui il trasporto pubblico, la bicicletta e la camminata sono incoraggiate, e gli spazi aperti, le aree verdi e il design efficiente degli edifici sono promossi. Le politiche demografiche possono anche giocare un ruolo importante nel mitigare l'impatto della crescita della popolazione sulle emissioni di GHG. Le politiche relative a programmi di pianificazione familiare e di educazione

sessuale, all'accesso all'istruzione, all'uguaglianza di genere e alla riduzione della povertà possono contribuire a una pianificazione demografica più consapevole. Una pianificazione demografica attenta può aiutare a rallentare la crescita della popolazione e ridurre le pressioni sulla domanda di energia e sulle emissioni di GHG associate. La collaborazione internazionale è un altro aspetto cruciale per affrontare le sfide poste dalla crescita della popolazione e dalle emissioni di GHG. Gli impegni internazionali, come l'Accordo di Parigi, hanno lo scopo di promuovere la cooperazione e le azioni concertate per affrontare le questioni climatiche a livello globale. Infatti, il citato accordo, firmato da 194 paesi e dall'UE, mira a limitare il riscaldamento globale al di sotto di 2 gradi Celsius al fine di evitare le conseguenze catastrofiche del cambiamento climatico<sup>29</sup>. L'UE e i suoi Stati membri sono dunque impegnati a ridurre le emissioni di GHG di almeno il 40% entro il 2030 e il 95% entro il 2050 rispetto ai livelli del 1990. Inoltre, la promozione di politiche di crescita sostenibile, che tengano conto della necessità di ridurre il tasso di inquinamento e di emissioni di GHG durante lo sviluppo, è un altro elemento chiave per affrontare le implicazioni dello sviluppo della popolazione sulla domanda di energia e sulle conseguenti emissioni di GHG. Questi approcci dovrebbero essere integrati in strategie di sviluppo a lungo termine che riducano la dipendenza dall'uso di fonti di energia fossili e promuovano l'uso di tecnologie pulite ed efficienti. Anche l'educazione e la sensibilizzazione delle persone sulle questioni ambientali e sull'impatto della crescita della popolazione possono contribuire a ridurre la domanda di energia e le conseguenti emissioni di GHG. L'UE e i suoi Stati membri dovrebbero promuovere l'educazione ambientale nelle scuole e nelle comunità, sensibilizzando il pubblico sui benefici dell'adozione di stili di vita sostenibili e di scelte energeticamente efficienti. Infine, è fondamentale investire in ricerca e innovazione per sviluppare nuove tecnologie e soluzioni per affrontare le implicazioni della crescita della popolazione sulla domanda di energia e sulle conseguenti emissioni di GHG. L'UE dovrebbe inoltre promuovere la cooperazione e il finanziamento di progetti di ricerca e sviluppo in settori chiave come l'energia rinnovabile, l'efficienza energetica, lo stoccaggio dell'energia, i veicoli elettrici e le tecnologie digitali. La crescita della popolazione presenta sfide significative per gli sforzi dell'UE volti a ridurre le emissioni di GHG e a garantire la neutralità climatica entro il 2050. Affrontare le implicazioni della crescita demografica sulla domanda di energia richiede una strategia integrata che combini l'uso di energie rinnovabili, l'efficienza

energetica, la pianificazione urbana sostenibile, le politiche demografiche, la cooperazione internazionale, l'istruzione e l'innovazione. L'integrazione di queste strategie in politiche a lungo termine a livello dell'UE consentirà di compensare l'aumento della domanda di energia associata alla crescita demografica e di raggiungere gli obiettivi di riduzione delle emissioni di GHG. Un approccio olistico e collaborativo è necessario per superare le sfide poste dalla crescita della popolazione e garantire un futuro energetico sostenibile e a basse emissioni di carbonio per l'Unione Europea, inoltre una maggiore consapevolezza delle implicazioni della crescita della popolazione sull'energia e sull'ambiente contribuirà a plasmare il futuro della politica energetica europea.

Dunque, la crescita della popolazione è una variabile importante da considerare per garantire il successo delle politiche energetiche e climatiche dell'UE e le energie rinnovabili rappresentano una delle chiavi per affrontare la crescita della popolazione e compensare l'aumento della domanda di energia. Inoltre, l'efficienza energetica rappresenta un altro fattore chiave per ridurre la domanda di energia associata alla crescita della popolazione. Ciò può essere raggiunto attraverso una combinazione di politiche, regolamenti e tecnologie che mirino a ridurre il consumo di energia, ad esempio applicando la certificazione energetica degli edifici, sviluppando progetti di efficienza energetica per l'industria e il settore terziario e incentivando l'adozione di elettrodomestici efficienti dal punto di vista energetico. Inoltre, la consapevolezza e la comprensione delle questioni ambientali da parte del pubblico devono essere promosse attivamente dalle istituzioni pubbliche a tutti i livelli, dalle scuole al luogo di lavoro. Questo approccio contribuirà a creare una società che sia più attenta ai problemi ambientali e ai risvolti legati al cambiamento climatico, incoraggiando i cittadini a fare scelte più sostenibili in materia di energia e trasporti. Infine, la ricerca e l'innovazione costituiscono un elemento cruciale per accelerare la transizione dell'UE a un futuro energetico più sostenibile e a basse emissioni di carbonio, specialmente in termini di tecnologie di generazione, stoccaggio e distribuzione dell'energia. A tal fine, è necessario incentivare la ricerca in settori chiave, come lo sviluppo di batterie di lunga durata, l'integrazione dell'energia rinnovabile su vasta scala, la mobilità elettrica, l'idrogeno e le smart grids, al fine di fornire un sistema energetico più affidabile e flessibile, in grado di gestire l'aumento della domanda di energia<sup>30</sup>. Per raggiungere l'obiettivo di neutralità climatica entro il 2050, l'UE deve collaborare con i suoi Stati membri e gli attori chiave, compresi il settore

privato e la società civile, sulla base di una strategia a lungo termine. Gli Stati membri devono cooperare e coordinare gli sforzi per stabilire un quadro normativo comune, monitorare il progresso e garantire il raggiungimento degli obiettivi di riduzione delle emissioni. In definitiva, la sfida per il futuro energetico dell'UE è quella di tenere conto delle implicazioni della crescita della popolazione e agire per mitigare il suo impatto sull'ambiente. Investire nelle energie rinnovabili, nell'efficienza energetica, promuovere la consapevolezza delle questioni ambientali da parte del pubblico, incentivare la ricerca e l'innovazione tecnologica e collaborare sono i passi chiave che l'UE e i suoi Stati membri devono affrontare per garantire un futuro energetico più sostenibile.

## CAPITOLO 3: ANALISI EMPIRICA

### 3.1 MODELLO DI REGRESSIONE MULTIPLA: CORRELAZIONE PRODUZIONE DI ENERGIA CON I PRINCIPALI INDICATORI SOCIO-ECONOMICI

L'interdipendenza tra la produzione di energia e i principali indicatori socio-economici chiave è un tema cruciale che ha un impatto significativo sullo sviluppo economico e sulla sostenibilità ambientale dell'Italia e dell'Unione Europea. Questo studio mira a fornire un'analisi della relazione tra la produzione di energia e fattori macro-economici essenziali, in Italia e Europa, basata sui risultati ottenuti tramite uno script implementato in R. La prima parte dell'analisi riguarda la regressione lineare che mette in relazione l'*energy supply* con le variabili dipendenti presenti nel *dataset*, prima per l'Italia e poi per l'Unione Europea. Prima di costruire il modello di regressione lineare, è stata eseguita un'analisi della correlazione per comprendere le relazioni tra le variabili indipendenti e verificare la presenza di multicollinearità. Analizzando dunque il *dataset* attraverso la funzione *cor()*, utilizzata per calcolare la matrice di correlazione, è risultata evidente la correlazione positiva tra la produzione di energia italiana e 2 delle variabili indipendenti del *dataset* preso in esame: i GHG italiani e il consumo finale di energia italiano.

Per quanto riguarda gli altri macro-fattori analizzati nella letteratura, cioè GDP pro capite, popolazione ed FDI, sono risultati poco correlati alla variabile dipendente presa in esame dunque è stato deciso di non inserirle nel modello di regressione preferendo effettuare l'analisi utilizzando come variabili indipendenti i GHG e il consumo finale di energia. La causa probabilmente risiede nella scarsità di dati che erano presenti solamente dal 2014 a frequenza annuale. Dunque, il modello di regressione lineare è stato costruito utilizzando la funzione *lm* di R, con la produzione di energia totale italiana come variabile dipendente e le emissioni di gas serra italiani e il consumo finale italiano di energia come variabili indipendenti.



```

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)      7828.26   30827.64    0.254  0.8080
ghg_ita          11993.92   3753.74    3.195  0.0187 *
final_energy_comsumption_ita  119.51     59.49    2.009  0.0913 .
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 2606 on 6 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.7965,    Adjusted R-squared:  0.7286
F-statistic: 11.74 on 2 and 6 DF,  p-value: 0.008431

```

Tabella 1, RStudio, Modello di regressione multipla, Italia

I risultati della regressione per l'Italia indicano che entrambe le variabili indipendenti hanno un impatto positivo sulla produzione totale di energia. Il coefficiente di determinazione ( $R^2$ ) è alto, suggerendo che il modello spiega una buona parte della variabilità della produzione di energia. Questi risultati evidenziano l'importanza delle emissioni di gas serra e del consumo finale di energia come determinanti chiave dell'*energy supply* in Italia. Le politiche volte a ridurre le emissioni e migliorare l'efficienza energetica possono avere un impatto significativo sulla produzione totale di energia.

Allo stesso modo per quanto riguarda la produzione di energia dell'UE è stata prima analizzata la matrice di correlazione, da cui è risultata la correlazione positiva per quanto riguarda i GHG europei e il consumo finale di energia europeo.

```

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)      54956.9   207528.2    0.265  0.800013
ghg_eu           85707.4   10752.8    7.971  0.000208 ***
final_energy_consumption_eu  1211.5     344.1    3.520  0.012512 *
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 14320 on 6 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.9279,    Adjusted R-squared:  0.9039
F-statistic: 38.61 on 2 and 6 DF,  p-value: 0.0003747

```

Tabella 2, RStudio, Modello di regressione multipla, Unione Europea

L' $R^2$  del modello è alto, indicando che una grande parte della variabilità dell'*energy supply* è spiegata dalle variabili indipendenti incluse nel modello.

Dunque, i principali risultati che emergono dal modello sono che un aumento di emissioni di gas serra è associato a un aumento significativo dell'*energy supply*. Inoltre, anche un

aumento del consumo finale di energia è associato a un aumento dell'*energy supply* anche se in modo meno significativo rispetto a quello dovuto ai GHG.

### 3.2 MODELLO DI SERIE STORICHE: ANALISI DELL'ANDAMENTO DELLA PRODUZIONE DI ENERGIA IN ITALIA ED IN EUROPA

Per quanto riguarda l'analisi delle serie storiche sono stati presi come riferimento i dati riguardanti l'*energy supply* annuale dal 1990 al 2022 da eurostat sia per quanto riguarda l'Italia che l'UE. Inizialmente è stato riportato l'andamento della serie su un grafico tramite la funzione *'plot'* di RStudio. Sull'asse delle ordinate sono state inserite l'unità di misura utilizzata, cioè le migliaia di tonnellate di petrolio equivalenti, mentre su quello delle ascisse gli anni delle osservazioni.

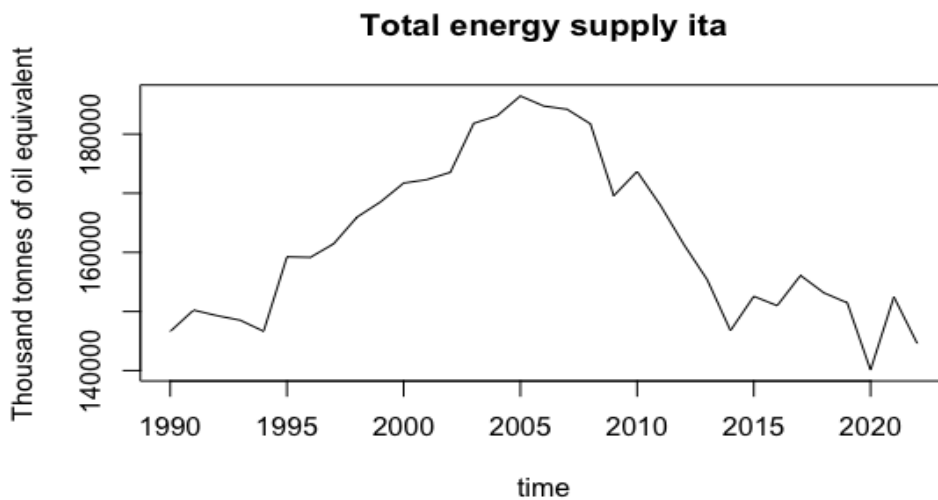


Grafico 1, RStudio, Andamento time series, Italia

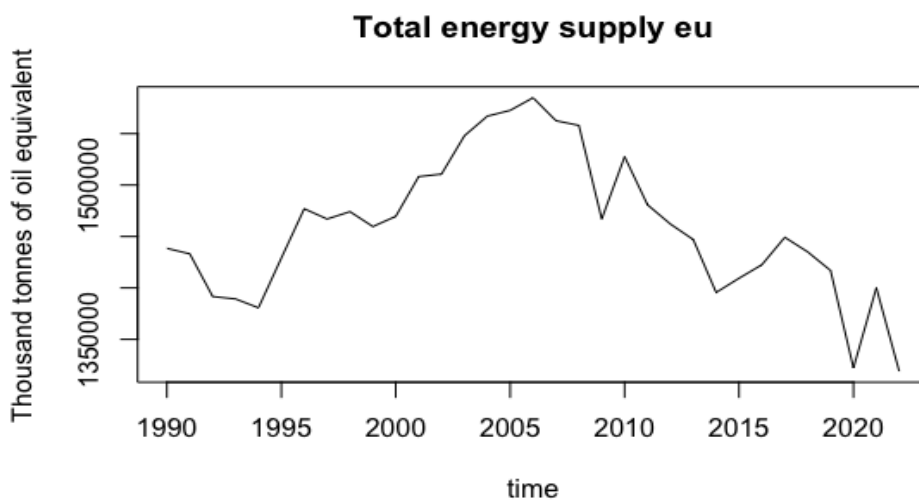


Grafico 2, RStudio, Andamento time series, Unione Europea

Sia per quanto riguarda l'Italia che l'Unione Europea i grafici mostrano inizialmente una tendenza generale di aumento della fornitura totale di energia dal 1990 che raggiunge un picco nel 2005 dal quale poi inizia un vertiginoso calo che trova il suo minimo nel 2020. Il picco del 2005 e il minimo del 2020 nel grafico possono essere spiegati da una combinazione di fattori economici, politici, tecnologici e comportamentali. Il picco nel 2005 è attribuibile alla crescita economica e all'aumento della domanda energetica. Infatti, negli anni precedenti al 2005, molte economie europee hanno vissuto una crescita economica significativa. Questa crescita ha portato a un aumento della domanda di energia in vari settori, tra cui industriale, residenziale e dei trasporti. Inoltre, durante questo periodo, le politiche energetiche in molti paesi europei non erano ancora fortemente orientate verso l'efficienza energetica e le energie rinnovabili. Ciò ha portato a un maggiore consumo di fonti energetiche tradizionali come petrolio, gas e carbone. Il calo significativo della fornitura totale di energia nel 2020 è invece strettamente legato alla pandemia di COVID-19. Le misure di *lockdown*, la chiusura delle industrie e delle attività commerciali, e la riduzione della mobilità hanno drasticamente ridotto la domanda di energia. La pandemia ha causato una recessione economica globale e la contrazione dell'attività economica ha portato a una riduzione del consumo di energia in tutti i settori. Questi punti di interesse evidenziano l'importanza delle dinamiche globali e delle politiche energetiche nel determinare i pattern di consumo energetico.

In seguito è stata utilizzata la funzione di autocorrelazione (ACF) e autocorrelazione parziale (PACF) per identificare, se presenti, le relazioni tra i valori passati e presenti della serie temporale, identificare i pattern di autocorrelazione e determinare l'ordine appropriato dei modelli ARIMA. Sono stati riportati i risultati nei seguenti grafici:

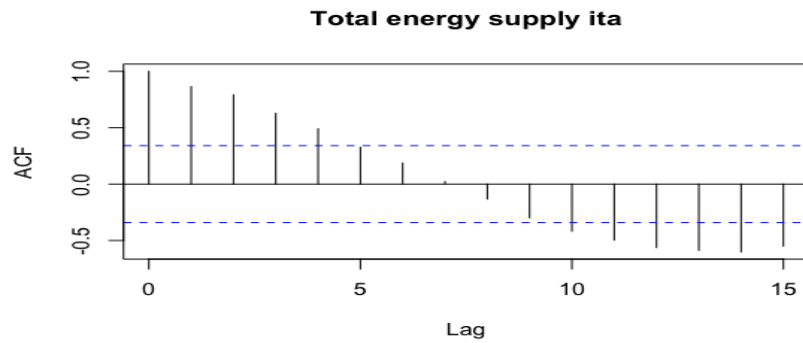


Grafico 3, RStudio, Funzione di autocorrelazione, Italia,

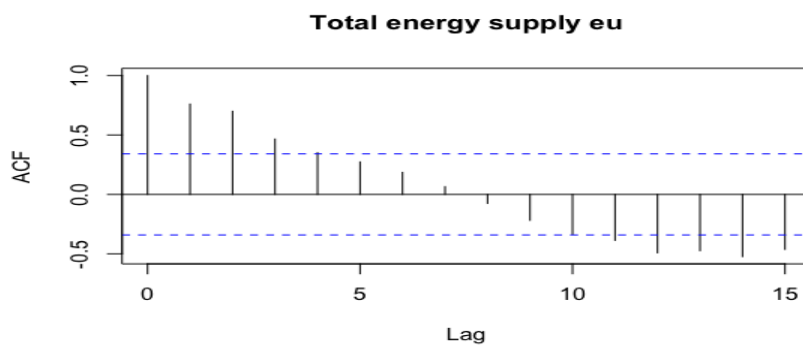


Grafico 4, RStudio, Funzione di autocorrelazione, Unione Europea

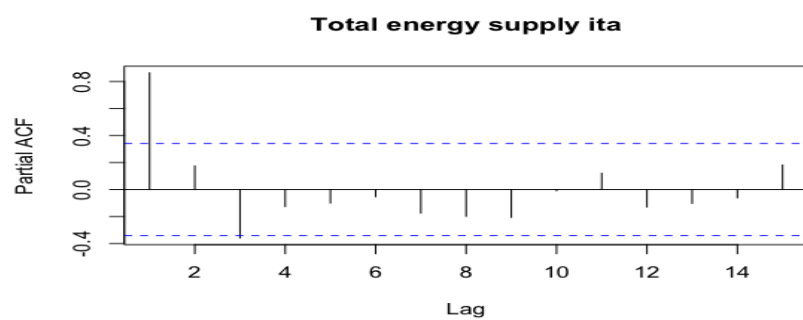


Grafico 5, RStudio, Funzione di autocorrelazione parziale, Italia

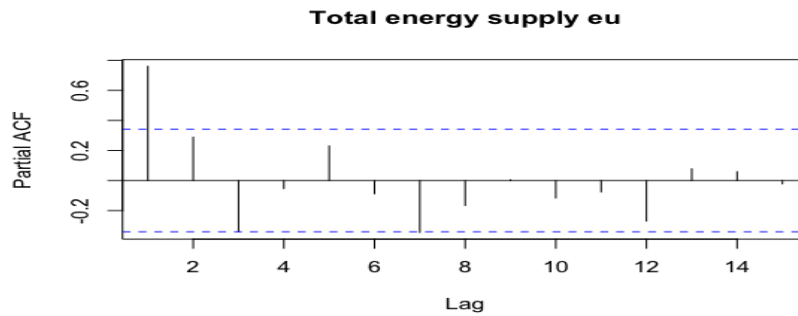


Grafico 6, RStudio, Funzione di autocorrelazione parziale, Unione Europea

Il grafico ACF per l'Italia mostra la correlazione tra la fornitura totale di energia italiana e i suoi valori passati per diversi lag. Ogni barra rappresenta il coefficiente di correlazione tra la serie temporale e i suoi valori ritardati, con le linee blu che rappresentano i limiti di significatività statistica. Le barre che superano i limiti di significatività indicano una correlazione significativa tra i valori della serie temporale a quel particolare lag, suggerendo che i valori passati influenzano significativamente i valori presenti.

Il grafico ACF per l'UE segue lo stesso principio del grafico per l'Italia, mostrando le correlazioni per diversi lag. Le barre rappresentano i coefficienti di correlazione per i lag specifici. Analogamente all'Italia, le autocorrelazioni significative ai primi lag indicano la presenza di pattern autoregressivi nei dati. Se le autocorrelazioni diminuiscono lentamente, potrebbe indicare un trend persistente o un pattern stagionale.

Il grafico PACF per l'Italia mostra la correlazione tra la serie temporale e i suoi lag, rimuovendo l'effetto delle correlazioni intermedie. Ogni barra rappresenta la correlazione parziale a un lag specifico. Le barre significative indicano i lag che hanno una correlazione diretta con la serie temporale, dopo aver rimosso l'effetto dei lag intermedi. Una o due barre significative ai primi lag, come nel grafico, suggeriscono un modello autoregressivo di basso ordine (AR).

Il grafico PACF per l'UE segue lo stesso principio del grafico per l'Italia, mostrando le correlazioni parziali per diversi lag. Le correlazioni parziali significative indicano quali lag influenzano direttamente i valori presenti, eliminando l'effetto delle correlazioni tra i lag intermedi. Nel caso dove solamente le prime una o due barre sono significative, un modello autoregressivo semplice potrebbe essere appropriato.

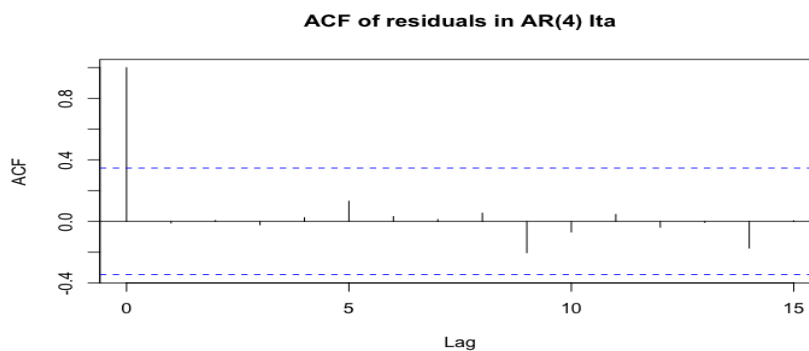


Grafico 7, RStudio, Funzione di autocorrelazione dei residui, Italia

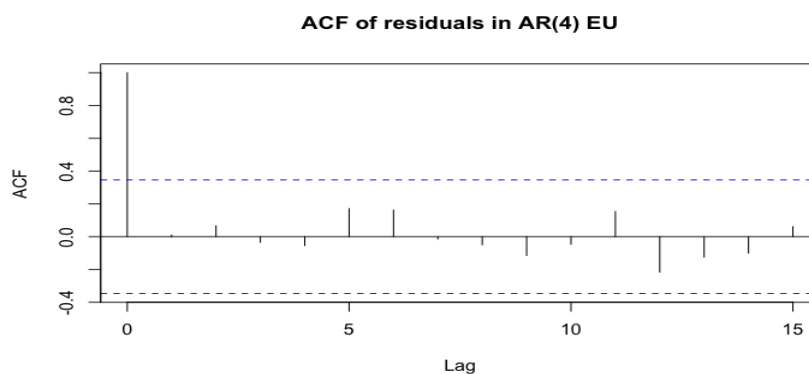


Grafico 8, RStudio, Funzione di autocorrelazione dei residui, Unione Europea

Il grafico ACF dei residui per l'Italia mostra l'ACF dei residui del modello ARIMA applicato ai dati italiani. L'assenza di autocorrelazioni significative nei residui è un'indicazione che il modello ha catturato le informazioni strutturali presenti nella serie temporale. Se le barre sono entro i limiti di significatività, i residui possono essere considerati come rumore bianco, indicando un buon *fit* del modello.

Analogamente, il grafico ACF dei residui per l'UE mostra l'ACF dei residui per il modello ARIMA applicato ai dati dell'UE. L'assenza di autocorrelazioni significative nei residui indica che il modello ARIMA è appropriato e che ha catturato bene le dinamiche della serie temporale.

I grafici ACF e PACF sono cruciali per identificare la struttura delle serie temporali e per determinare l'ordine appropriato dei modelli ARIMA. L'ACF ha dunque aiutato a identificare la presenza di autocorrelazioni significative nei dati, indicando potenziali pattern autoregressivi e movimenti medi, mentre il PACF consente di determinare l'ordine del componente autoregressivo (AR) rimuovendo le correlazioni intermedie. La combinazione dei risultati di ACF e PACF permette di costruire modelli ARIMA più

precisi, capaci di catturare le dinamiche sottostanti delle serie temporali della fornitura totale di energia per Italia e UE. I grafici ACF dei residui confermano l'adeguatezza del modello applicato.

Successivamente è stato condotto il test di Ljung-Box per valutare l'ipotesi di indipendenza delle osservazioni nelle serie temporali relative alla fornitura totale di energia per l'Italia e l'Unione Europea, nonché per i residui dei modelli utilizzati per queste serie.

Per quanto riguarda la serie temporale della fornitura totale di energia in Italia, il test di Ljung-Box ha restituito un valore *X-squared* di 75.056 con 4 gradi di libertà e un *p-value* estremamente basso ( $1.887e-15$ ). Questo risultato ci permette di rifiutare con sicurezza l'ipotesi nulla di assenza di autocorrelazione, indicando una forte evidenza di autocorrelazione nella serie.

Per i residui del modello utilizzato per la serie italiana, il test di Ljung-Box ha mostrato un valore *X-squared* di 0.047261 con 4 gradi di libertà e un *p-value* molto alto (0.9997). Questo suggerisce che non possiamo rifiutare l'ipotesi nulla di assenza di autocorrelazione, il che indica che i residui non mostrano segni di autocorrelazione. Di conseguenza, il modello utilizzato sembra essere appropriato e cattura bene la struttura dei dati.

La serie temporale della fornitura totale di energia per l'Unione Europea ha mostrato un valore *X-squared* di 52.381 con 4 gradi di libertà e un *p-value* molto basso ( $1.148e-10$ ). Anche in questo caso, possiamo rifiutare l'ipotesi nulla di assenza di autocorrelazione, suggerendo una forte evidenza di autocorrelazione nella serie.

Per i residui del modello utilizzato per la serie europea, il test di Ljung-Box ha restituito un valore *X-squared* di 0.31991 con 4 gradi di libertà e un *p-value* molto alto (0.9885). Questo ci indica che non possiamo rifiutare l'ipotesi nulla di assenza di autocorrelazione, suggerendo che i residui non mostrano segni di autocorrelazione. Dunque, come per l'Italia, anche qui il modello utilizzato sembra essere adeguato.

In sintesi, entrambe le serie temporali della fornitura totale di energia per l'Italia e l'Unione Europea mostrano una forte autocorrelazione, indicando che le osservazioni non sono indipendenti. Tuttavia, i residui dei modelli utilizzati per queste serie non mostrano segni di autocorrelazione, suggerendo che i modelli hanno catturato con successo la struttura dei dati e rimosso le dipendenze temporali presenti nelle serie originali.

Successivamente sono state fatte attraverso le funzioni *'predict'* e *'forecasting'* delle previsioni per i 3 anni successivi ai dati raccolti. Le previsioni effettuate nei grafici forniscono una visione sui futuri andamenti della fornitura totale di energia in Italia e nell'UE fino al 2025.

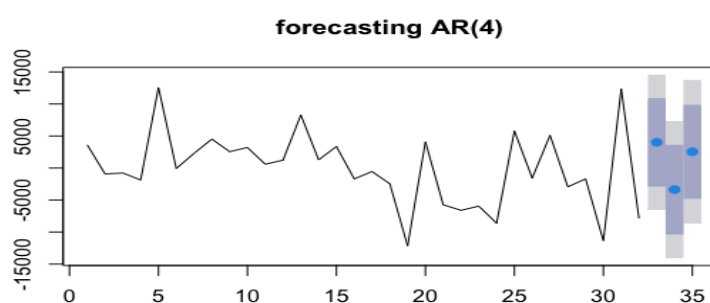


Grafico 9, RStudio, Previsioni per tre periodi successivi, Italia

Il grafico delle previsioni per l'Italia mostra i valori previsti della fornitura totale di energia per i periodi successivi a quelli osservati nel *dataset*. Include la serie temporale storica osservata, la serie temporale prevista e le bande di confidenza attorno alle previsioni, che indicano l'intervallo di incertezza delle stime future. La previsione segue la tendenza storica osservata nella serie temporale, suggerendo che il modello cattura bene i pattern storici. Le bande di confidenza si allargano man mano che si prevede più lontano nel futuro, riflettendo l'aumento dell'incertezza con l'aumentare dell'orizzonte temporale di previsione. La vicinanza tra i valori previsti e quelli osservati nel periodo di sovrapposizione indica una buona accuratezza del modello. Se i residui sono casuali, come indicato dall'ACF dei residui, il modello ARIMA dovrebbe essere ben adattato.



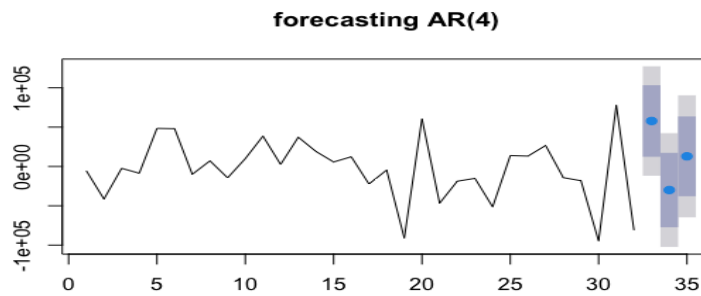


Grafico 10, RStudio, Previsioni per tre periodi successivi, Unione Europea

Il grafico delle previsioni per l'UE segue una struttura simile a quello per l'Italia, mostrando la serie temporale storica osservata, la serie temporale prevista e le bande di confidenza per le previsioni future. Anche qui, il trend previsionale segue il pattern storico, suggerendo che il modello riesce a catturare le dinamiche della serie temporale. La sovrapposizione tra i valori osservati e quelli previsti suggerisce che il modello ha una buona accuratezza, e l'assenza di pattern significativi nei residui conferma l'adeguatezza del modello.

I modelli ARIMA utilizzati sembrano essere ben adattati ai dati, catturando i trend e le dinamiche delle serie temporali, e le previsioni ottenute forniscono una visione utile per la pianificazione futura delle forniture energetiche.

È stato poi eseguito il test di Chow per determinare se ci fossero rotture strutturali che nel contesto della fornitura di energia potrebbero significare un cambiamento significativo nelle dinamiche del consumo o della produzione di energia dovuto a fattori esterni già menzionati in precedenza come politiche energetiche, crisi economiche o cambiamenti comportamentali nei consumatori. Nel caso dell'Italia, i risultati del test di Chow mostrano una F-statistica di 6.2905 e un *p-value* di 0.00538. Questo *p-value*, inferiore a 0.05, indica che c'è una forte evidenza statistica di un cambiamento significativo nella fornitura totale di energia in Italia. Questo cambiamento potrebbe essere attribuito a diverse cause, come nuove politiche energetiche, ad esempio incentivi per le energie rinnovabili, cambiamenti economici come crisi o periodi di boom economico, o sviluppi tecnologici che migliorano l'efficienza energetica.

Anche per l'Unione Europea, i risultati sono simili, con una F-statistica di 4.1308 e un *p-value* di 0.02639. Anche in questo caso, il *p-value* inferiore a 0.05 suggerisce un cambiamento strutturale nella fornitura totale di energia. Questo cambiamento potrebbe

essere il risultato di politiche energetiche comuni adottate dall'UE, come il pacchetto clima-energia, l'integrazione dei mercati energetici tra i paesi membri o le dinamiche economiche e politiche dell'UE, come la crisi del debito sovrano o la *Brexit*.

Questi cambiamenti strutturali possono essere influenzati da diversi fattori. Le politiche energetiche, sia a livello nazionale che europeo, hanno un impatto significativo sulla fornitura totale di energia. Ad esempio, incentivi per l'energia rinnovabile, regolamentazioni sulle emissioni di CO<sub>2</sub> e politiche di efficienza energetica possono causare cambiamenti strutturali. Inoltre, le condizioni economiche, come recessioni o periodi di forte crescita, possono influenzare il consumo e la produzione di energia. Innovazioni tecnologiche, come l'adozione di nuove fonti di energia rinnovabile o miglioramenti nell'efficienza energetica, possono anche causare significativi cambiamenti strutturali. Infine, eventi esterni come crisi energetiche, pandemie, guerre o disastri naturali possono portare a cambiamenti improvvisi e significativi nella fornitura di energia.

Il test di Chow ha dunque rivelato cambiamenti strutturali significativi nella fornitura totale di energia sia per l'Italia che per l'Unione Europea. Questi cambiamenti riflettono le dinamiche complesse e interconnesse di politiche energetiche, condizioni economiche, innovazioni tecnologiche ed eventi esterni. Comprendere questi cambiamenti è cruciale per formulare politiche energetiche efficaci e per prevedere le future tendenze nella fornitura di energia.

Infine, è stato costruito un modello ADL (*Autoregressive Distributed Lag*) che mira a catturare le relazioni dinamiche tra queste variabili attraverso i loro ritardi. I risultati del modello sono stati ottenuti utilizzando una regressione OLS, con lag distribuiti fino a quattro periodi per la variabile 'dita' (la differenza prima della fornitura totale di energia italiana) e due periodi per la variabile 'deu' (la differenza prima della fornitura totale di energia europea).

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )
(Intercept)	1.272e+01	1.198e+03	0.011	0.992
l.1.dita	-7.062e-01	4.107e-01	-1.719	0.100
l.2.dita	3.663e-01	4.483e-01	0.817	0.423
l.3.dita	2.597e-03	2.539e-01	0.010	0.992
l.4.dita	9.223e-02	2.526e-01	0.365	0.719
l.1.deu	-8.018e-02	6.447e-02	-1.244	0.227
l.2.deu	-5.830e-04	6.741e-02	-0.009	0.993

Residual standard error: 6312 on 21 degrees of freedom

(4 observations deleted due to missingness)

Multiple R-squared: 0.6552, Adjusted R-squared: 0.5567

F-statistic: 6.651 on 6 and 21 DF, p-value: 0.0004713

Tabella 3, RStudio, Modello ADL

I risultati indicano che nessuno dei coefficienti dei lag delle variabili ‘dita’ e ‘deu’ è statisticamente significativo al livello del 5%. Tuttavia, il coefficiente del primo lag della variabile ‘dita’ è marginalmente significativo al livello del 10%, suggerendo una debole relazione negativa con la differenza prima della fornitura totale di energia italiana.

Il modello ha un *Residual Standard Error* di 6312 con 21 gradi di libertà, indicando una dispersione relativamente ampia dei residui.

Il valore di *R-squared* è 0.6552, indicando che il modello spiega il 65.52% della variabilità nei dati di ‘dita’, mentre l'*Adjusted R-squared* è 0.5567, suggerendo che, una volta considerato il numero di predittori, il modello spiega il 55.67% della variabilità nei dati. Questo è un risultato moderato, ma indica che il modello ha una certa capacità esplicativa.

Il test F ha un *p-value* di 0.0004713, che è altamente significativo. Questo suggerisce che, nel complesso, il modello è significativo e fornisce una spiegazione migliore dei dati rispetto a un modello senza predittori.

In conclusione, il modello ADL stimato suggerisce che i valori passati della fornitura totale di energia italiana e quelli della fornitura totale di energia europea non hanno un impatto significativo sulla differenza prima della fornitura totale di energia italiana. Questo risultato emerge dall'analisi dei coefficienti dei lag delle variabili ‘dita’ e ‘deu’, che non sono risultati statisticamente significativi. Tuttavia, il modello nel suo complesso è significativo, come indicato dal test F altamente significativo, e spiega una parte discreta

della variabilità dei dati, con un *R-squared* di 0.6552. La non significatività dei singoli coefficienti potrebbe indicare che le variazioni passate nella fornitura di energia non sono sufficientemente influenti per prevedere le variazioni attuali. Questo può essere dovuto a diversi fattori, tra cui la presenza di altre variabili determinanti non incluse nel modello o la natura complessa e multivariata delle dinamiche di fornitura di energia. Un'altra implicazione di questi risultati è che la fornitura di energia potrebbe essere influenzata da fattori che operano su orizzonti temporali più lunghi o da variabili esterne che non sono state catturate nei dati utilizzati. Ad esempio, politiche energetiche, innovazioni tecnologiche, variazioni della domanda e condizioni economiche globali potrebbero avere un ruolo cruciale.

## CONCLUSIONI

L'analisi empirica condotta ha permesso di evidenziare importanti correlazioni tra la produzione di energia e vari indicatori socio-economici chiave in Italia e nell'Unione Europea. I risultati ottenuti, attraverso l'implementazione di modelli di regressione lineare e serie storiche, forniscono un quadro delle dinamiche che governano il settore energetico e il suo impatto sull'economia e sull'ambiente.

L'analisi di regressione lineare ha mostrato che in Italia la produzione di energia è positivamente correlata con le emissioni di gas serra (GHG) e il consumo finale di energia. Questo suggerisce che, sebbene l'aumento della produzione energetica possa contribuire alla crescita economica, esso comporta anche un incremento delle emissioni inquinanti, evidenziando la necessità di politiche che promuovano l'efficienza energetica e la riduzione delle emissioni per sostenere uno sviluppo economico sostenibile. In particolare, il coefficiente di determinazione ( $R^2$ ) elevato indica che una parte significativa della variabilità nella produzione di energia può essere spiegata dalle variabili indipendenti considerate, sottolineando l'importanza di queste determinanti nel contesto italiano.

Analogamente, per l'Unione Europea, l'analisi ha evidenziato una forte correlazione tra la produzione di energia e le emissioni di gas serra, così come il consumo finale di energia. Anche in questo caso, l' $R^2$  elevato del modello suggerisce che le variabili indipendenti selezionate sono determinanti chiave dell'*energy supply* a livello europeo. Questi risultati indicano che politiche energetiche efficaci devono necessariamente considerare l'impatto delle emissioni di GHG e promuovere l'adozione di tecnologie più pulite e efficienti.

L'analisi delle serie storiche ha fornito ulteriori approfondimenti sulle dinamiche temporali della produzione di energia in Italia e nell'UE. I modelli ARIMA utilizzati hanno dimostrato di essere discretamente appropriati nel catturare le tendenze storiche e le dinamiche delle serie temporali. I test di Ljung-Box hanno confermato l'assenza di autocorrelazioni significative nei residui, suggerendo che i modelli applicati sono adeguati. Tuttavia, è emerso che la fornitura totale di energia è soggetta a cambiamenti strutturali, influenzati da politiche energetiche, condizioni economiche e innovazioni tecnologiche. Il test di Chow ha rivelato cambiamenti significativi nella fornitura totale

di energia sia per l'Italia che per l'Unione Europea, indicando la presenza di rotture strutturali nel tempo. Questi cambiamenti possono essere attribuiti a vari fattori, tra cui politiche di incentivo alle energie rinnovabili, crisi economiche, e sviluppi tecnologici. Questo sottolinea l'importanza di un monitoraggio continuo e di politiche adattative che possano rispondere prontamente alle variazioni del contesto energetico.

In conclusione, i risultati dell'analisi empirica dimostrano chiaramente che la produzione di energia è strettamente legata a variabili economiche e ambientali critiche. La gestione sostenibile del settore energetico richiede un equilibrio tra la crescita economica e la protezione ambientale. Le politiche devono mirare a promuovere l'efficienza energetica, ridurre le emissioni di GHG, e incentivare l'adozione di fonti energetiche rinnovabili. Solo attraverso un approccio integrato e sostenibile sarà possibile garantire un futuro energetico stabile e pulito per l'Italia e l'Unione Europea. Inoltre, l'adozione di tecnologie innovative e la promozione della ricerca e sviluppo nel settore energetico saranno fondamentali per affrontare le sfide future e garantire una transizione energetica efficace e inclusiva.

## BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA:

1. Cammi, C. e Assanelli, M. (2012). "An Overview of Italy's Energy Mix." INIS-FR--15-0183, France.  
<https://inis.iaea.org/search/46034993>
2. BETTEO, A. (2021). Stima del potenziale di produzione di energia fotovoltaica nelle infrastrutture di trasporto in Lombardia e in Italia.  
<https://www.politesi.polimi.it/handle/10589/174969>
3. Catapano, E. (2022). Energia Eolica Offshore: analisi vincolistica e normativa delle nuove installazioni in Italia= Offshore Wind Energy: constraints and legislation analysis of new installations in Italy (Doctoral dissertation, Politecnico di Torino).  
<https://webthesis.biblio.polito.it/24968/>
4. Fattorini, D. (2010). L'energia idroelettrica in Italia: Regolazione normativa ed incentivi allo sviluppo.  
<https://www.tesionline.it/tesi/l-oriente-è-green---politiche-di-sviluppo-sostenibile-e-green-economy-in-cina/40313>
5. Scarlat, N., Dallemand, J. F., Motola, V., & Monforti-Ferrario, F. (2013). Bioenergy production and use in Italy: Recent developments, perspectives and potential. *Renewable energy*, 57, 448-461.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960148113000396>
6. Chin, W. H. Italian Energy Strategy-An Overview and Comparison.  
[https://www.academia.edu/download/34526160/Italian\\_Energy\\_Mix.pdf](https://www.academia.edu/download/34526160/Italian_Energy_Mix.pdf)
7. PIANO NAZIONALE INTEGRATO PER L'ENERGIA E IL CLIMA  
[https://www.mimit.gov.it/images/stories/documenti/PNIEC\\_finale\\_17012020.pdf](https://www.mimit.gov.it/images/stories/documenti/PNIEC_finale_17012020.pdf)
8. Sencar, M., Pozeb, V., & Kroppe, T. (2014). Development of EU (European Union) energy market agenda and security of supply. *Energy*, 77, 117-124.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360544214005805>
9. Korosteleva, J. (2022). The implications of Russia's invasion of Ukraine for the EU energy market and businesses. *British Journal of Management*, 33(4), 1678-1682.  
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/1467-8551.12654>

10. Puertas, R., & Marti, L. (2022). Renewable energy production capacity and consumption in Europe. *Science of the Total Environment*, 853, 158592. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969722056911>
11. Hammons, T. J. (2008). Integrating renewable energy sources into European grids. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, 30(8), 462-475. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0142061508000306>
12. Ridurre le emissioni di anidride carbonica: obiettivi e politiche dell'UE [https://www.europarl.europa.eu/pdfs/news/expert/2018/3/story/20180305STO99003/20180305STO99003\\_it.pdf](https://www.europarl.europa.eu/pdfs/news/expert/2018/3/story/20180305STO99003/20180305STO99003_it.pdf)
13. Quadro generale dell'energia 2024, Banca Europea per gli Investimenti [https://www.eib.org/attachments/lucalli/20240053\\_energy\\_overview\\_2024\\_it.pdf](https://www.eib.org/attachments/lucalli/20240053_energy_overview_2024_it.pdf)
14. Stern, D. (2011). The role of energy in economic growth in "Ecological Economics Reviews." Robert Costanza, Karin Limburg & Ida Kubiszewski, Eds. *Ann. N.Y. Acad. Sci.* vol (1219), pp 26–51. <https://nyaspubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1749-6632.2010.05921.x>
15. Cammi, C. e Assanelli, M. (2012). "An Overview of Italy's Energy Mix." [https://inis.iaea.org/search/search.aspx?orig\\_q=RN:46034993](https://inis.iaea.org/search/search.aspx?orig_q=RN:46034993)
16. Magazzino, C. (2015). "Energy consumption and GDP in Italy: cointegration and causality analysis." *Environ Dev Sustain* vol 17, pp. 137–153. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10668-014-9543-8>
17. Esposito, L. e Romagnoli, G. (2023). "Overview of policy and market dynamics for the deployment of renewable energy sources in Italy: Current status and future prospects." *Helion* 9 e17406. [https://www.cell.com/heliyon/pdf/S2405-8440\(23\)04614-5.pdf](https://www.cell.com/heliyon/pdf/S2405-8440(23)04614-5.pdf)
18. Child, M. Kemfert, C. Bogdanov, D. e Breyer, C. (2019). "Flexible electricity generation, grid exchange and storage for the transition to a 100% renewable energy system in Europe." *Renewable Energy*, vol 139, pp. 80-101. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960148119302319>



19. Veum, K. Bauknecht, D. (2019). “How to reach the EU renewables target by 2030? An analysis of the governance framework”, *Energy Policy*, Vol 127, pp. 299-307.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421518308097>
20. Czako, V. (2020) “*Employment in the Energy Sector Status Report 2020*”, EUR 30186 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg.  
[https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC120302/employment\\_energy\\_status\\_report\\_2020.pdf](https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC120302/employment_energy_status_report_2020.pdf)
21. Ferroukhi, R., Lucas, H., Renner, M., Lehr, U., Breitschopf, B., Lallement, D., & Petrick, K. (2013). Renewable energy and jobs.  
<https://publica.fraunhofer.de/entities/publication/e6b1078d-97e1-4af3-9049-6f20004037ab/details>
22. Černý, M., Bruckner, M., Weinzettel, J., Wiebe, K., Kimmich, C., Kerschner, C., & Hubacek, K. (2021). Employment effects of the renewable energy transition in the electricity sector: An input-output approach. *ETUI Research Paper-Working Paper*.  
[https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=4013339](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4013339)
23. Horobet, A., Popovici, O. C., Zlatea, E., Belascu, L., Dumitrescu, D. G., & Curea, S. C. (2021). Long-run dynamics of gas emissions, economic growth, and low-carbon energy in the European Union: the fostering effect of FDI and trade. *Energies*, 14(10), 2858.  
<https://www.mdpi.com/1996-1073/14/10/2858>
24. Reins, L. (2019). The European Union's framework for FDI screening: Towards an ever more growing competence over energy policy?. *Energy Policy*, 128, 665-672.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421519300357>
25. Dornean, A., Chiriac, I., & Rusu, V. D. (2021). Linking FDI and Sustainable Environment in EU countries. *Sustainability*, 14(1), 196.  
<https://www.mdpi.com/2071-1050/14/1/196>
26. González-Sánchez, M., & Martín-Ortega, J. L. (2020). Greenhouse gas emissions growth in Europe: a comparative analysis of determinants. *Sustainability*, 12(3), 1012.  
<https://www.mdpi.com/2071-1050/12/3/1012>
27. Dérer, P. (2014). Population growth will make it harder to meet EU climate goals, while stable or declining populations will help cut greenhouse gas emissions in the EU. *The overpopulation project*.  
<https://overpopulation-project.com/population-growth-will-make-it-harder-to-meet-eu-climate-goals-while-stable-or-declining-populations-will-help-cut-greenhouse-gas-emissions-in-the-eu/>
28. Marrero, G. A. (2010). Greenhouse gases emissions, growth and the energy mix in Europe. *Energy economics*, 32(6), 1356-1363.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140988310001672>
29. L'UE e l'accordo di Parigi: verso la neutralità climatica, articolo 8-12-2023, Parlamento Europeo  
<https://www.europarl.europa.eu/topics/it/article/20191115STO66603/l-ue-e-l-accordo-di-parigi-verso-la-neutralita-climatica>

30. da Graça Carvalho, M. (2012). EU energy and climate change strategy. *Energy*, 40(1), 19-22.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360544212000175>