

Il **Green Deal** conviene.

Benefici per economia e lavoro in Italia al **2030**





Il Green Deal conviene.
Benefici per economia e lavoro in Italia al 2030



ESTà – Economia e Sostenibilità – è un centro indipendente e non profit di ricerca, formazione e consulenza che si pone come ponte tra la conoscenza scientifica, le politiche (pubbliche e private) e la cittadinanza attiva. ESTà promuove l'innovazione nei sistemi ambientali, socioeconomici e culturali per immaginare e creare una società più sostenibile e inclusiva.

Autori

Ricerca scientifica e testi

Mario Noera

Docente di Finanza e di Economia dei mercati finanziari all'Università Bocconi di Milano. E' membro del CdA e del Comitato Esecutivo di BPER Banca e del Comitato consultivo per gli investimenti della Fondazione CARIPLO.

Anna Maria Grazia Variato

Professore associato in Economia nel dipartimento di Economia gestionale e metodi quantitativi dell'Università degli Studi di Bergamo.

Guido Agnelli

Assegnista di ricerca in agraria, collabora con ESTà svolgendo ricerche e consulenze nell'ambito dell'agricoltura sostenibile e dell'agroecologia, della quantificazione e valutazione dei servizi ecosistemici e della pianificazione di aree verdi.

Emanuele Camisana

Laureato in Economics and Global Markets, svolge analisi di natura statistico-economica per l'associazione ESTà e si occupa dell'organizzazione e della pianificazione aziendale per la "Camisana di Giuseppe & C. s.n.c."

Andrea Di Stefano

Giornalista e autore radiofonico, direttore della rivista Valori. Ha scritto con Repubblica, Agenzia dei Giornali Locali, Epoca, il settimanale Cuore. È Responsabile dei progetti speciali di Novamont e Presidente del Comitato Scientifico dell'associazione ESTà.

Francesca Federici

Ricercatrice dell'associazione ESTà per la quale si occupa di ricerca, consulenza e formazione in relazione ai sistemi alimentari urbani sostenibili. Le esperienze più recenti riguardano lo sviluppo della Food Policy di Milano e lo studio dell'economia circolare del cibo in ambito milanese.

Walter Ganapini

Ambientalista; membro onorario del Comitato Scientifico dell'Agenzia Europea dell'Ambiente; membro del Comitato Etico di EticaSgr-Gruppo Bancaetica.

Christiano Lepratti

È professore di progettazione architettonica e urbana. La sua ricerca negli ultimi anni si è concentrata sulle strategie del "sustainable by design". Nel 2012 è stato delegato ufficiale (UIA) alla conferenza delle Nazioni Unite RIO + 20 a Rio de Janeiro.

Massimiliano Lepratti

Coordina l'associazione EStà per la quale svolge attività di ricerca nei campi dell'economia sostenibile. Tra i suoi testi "Economia innovatrice" (con Andrea Di Stefano, Edizioni Ambiente 2016).

Paolo Maranzano

È ricercatore in Statistica presso l'università degli Studi di Milano-Bicocca su temi di statistica ambientale e energetica, analisi di qualità dell'aria, sostenibilità economico-ambientale. Collabora come ricercatore indipendente e con istituti di ricerca nazionali e internazionali tra cui l'università degli Studi di Bergamo e l'Universidade de Aveiro (Portogallo).

Marta Maggi

Dottore di ricerca in Scienze Ambientali, è socia e collaboratrice di EStà dove è attiva nello sviluppo di metodologie per il monitoraggio del capitale naturale (in particolare il suolo e i suoi servizi ecosistemici) e della sostenibilità dei sistemi alimentari urbani.

Renata Morbiducci

È Professore Ordinario di Architettura Tecnica presso l'Università di Genova, dottore di Ricerca in Ingegneria delle Strutture e membro dell'Organizzazione Non-Governativa RINGO, Delegazione COP-UNFCCC.

Roberto Romano

Ricercatore in CGIL Lombardia con incarichi di studio per il Forum economisti. Commentatore economico della testata Il manifesto, è stato assistente del Presidente della Commissione Attività Produttive della Camera dei Deputati Nerio Nesi tra il 1998 e il 2001.

Gianni Silvestrini

Direttore scientifico del Kyoto Club, di QualEnergia e presidente di Exalto. E' stato direttore generale del Ministero dell'ambiente e consigliere di Pierluigi Bersani al Ministero dello sviluppo economico.

Clara Vite

Ingegnere edile – architetto e dottore di ricerca in architettura. Svolge attività didattica e di ricerca presso l'Università degli Studi di Genova (DAD e DICCA), si occupa di progettazione e riqualificazione sostenibile e ottimizzazione del processo edilizio.

Progetto grafico, impaginazione, mappe e infografiche:

Gloria Cossa

*Alcune icone utilizzate per la creazione delle infografiche utilizzano il creative commons di **The Noun Project***



Italian Climate Network è un'associazione ONLUS nata per affrontare la crisi climatica e assicurare all'Italia un futuro sostenibile. Gli impatti su ecosistemi, società e attività economiche sono un problema sempre più urgente che riguarda tutti noi, nessuno escluso. Per questo motivo l'associazione lavora affinché il tema dei cambiamenti climatici diventi prioritario nel dibattito pubblico e occupi un ruolo centrale nell'agenda politica nazionale. È impegnata quotidianamente in attività di educazione, divulgazione e advocacy, da progetti nelle scuole alla partecipazione ai negoziati internazionali sul clima, puntando a coniugare rigore scientifico e capacità di rivolgersi a pubblici diversi. Italian Climate Network collabora con altre associazioni, gruppi locali, aziende e autorità pubbliche, sia a livello italiano che internazionale, nella convinzione che la risposta a questa grande sfida non possa che essere collettiva.

Coordinatori

Jacopo Bencini, Policy Advisor di Italian Climate Network; MA in International Relations and European Studies, dopo la tesi in Energy, Environment and EU Security ha lavorato come ricercatore presso International Centre for Climate Governance e DIE - German Development Institute. Co-autore di studi per EESC e Journal of Cleaner Production, ha collaborato alla redazione di studi e documenti per l'UNFCCC.

Stefano Caserini, Policy Advisor di Italian Climate Network; docente di Mitigazione dei Cambiamenti Climatici al Politecnico di Milano; svolge da anni attività di ricerca nel settore dell'inquinamento dell'aria, degli inventari delle emissioni e della riduzione delle emissioni in atmosfera. Autore di numerose pubblicazioni scientifiche e divulgative, fra cui 5 libri, ha fondato e coordina il blog Climalteranti.it.

Marirosa Iannelli, Coordinatrice Advocacy di Italian Climate Network; progettista ambientale specializzata in cooperazione internazionale, water management e comunicazione; svolge un dottorato di ricerca europeo H2020 con un progetto su cambiamenti climatici e governance delle risorse tra Africa e Sudamerica. È presidente di Water Grabbing Observatory e co-autrice di *Water Grabbing, le guerre nascoste per l'acqua nel XXI secolo* e dell'*Atlante geopolitico dell'Acqua*.

Indice

Autori e Coordinatori	4
Presentazione	8
Introduzione	10
PARTE PRIMA: LE EMISSIONI	17
1. La CO ₂ nelle imprese italiane tra il 1990 e il 2018	20
2. L'energia rinnovabile	30
3. Gli edifici	38
4. I trasporti	46
5. I rifiuti	52
PARTE SECONDA: GLI ASSORBIMENTI	55
6. I suoli agricoli	58
7. Le foreste	66

PARTE TERZA: INVESTIMENTI, VALORE AGGIUNTO, OCCUPAZIONE	75
--	-----------

8. Gli investimenti necessari alla neutralità carbonica e le ricadute su valore aggiunto e occupazione	81
--	----

Appendice	107
------------------	------------

Tabelle interpretative della relazione tra investimenti tecnologici e emissioni- valore aggiunto- occupazione

Presentazione

È possibile produrre più ricchezza, avere più occupazione e ridurre le emissioni di gas climalteranti? È possibile spostare la produzione e gli occupati da ambiti che “*lavorano male*” sul piano ambientale, ad ambiti che producono livelli molto bassi di CO₂ equivalente? Ed è possibile farlo ottenendo allo stesso tempo un aumento del valore aggiunto e un aumento degli occupati?

Questo studio, coordinato da Italian Climate Network, e realizzato dall'associazione EStà - economia e sostenibilità, ha preso in esame le condizioni affinché questi obiettivi vengano raggiunti congiuntamente e l'Italia nel 2030 possa avere più ricchezza e più occupati grazie al Green Deal.

L'analisi della realtà produttiva tra il 1990 e oggi ci dice che i problemi nazionali sono rappresentati dai settori industriali in cui si investe poco in innovazione tecnologica (trasporto- magazzinaggio, energia), da una scarsa capacità di evoluzione del sistema del trasporto privato e dalle scarse prestazioni energetiche degli edifici.

Per raggiungere gli obiettivi climatici al 2050 l'Italia deve quasi raddoppiare gli investimenti e aumentare di molto gli sforzi pubblici, a partire dai prossimi dieci anni. Gli investimenti del periodo 2021 – 2030 nei settori strategici devono salire dai 1000 miliardi previsti dal PNIEC (Piano Nazionale energia e Clima, approvato nel 2019) alla cifra di 1780 miliardi. Entro il 2030 i trasporti necessitano di un tasso di elettrificazione dei veicoli su strada pari almeno al 30%; l'energia rinnovabile di un'installazione di

pannelli fotovoltaici su circa il 4% del parco residenziale esistente; gli edifici di un investimento annuale per i settori residenziale e commerciale-pubblico pari a 21 miliardi.

Questi sforzi si tradurrebbero da qui al 2030 in una maggiore crescita del PIL pari all'8% circa ed in un aumento di 600.000 unità lavorative, stabili nel decennio.

Numeri che migliorerebbero ulteriormente nel caso in cui l'Italia mirasse i suoi investimenti verso gli ambiti *green* a maggior contenuto tecnologico. Attraverso l'indagine statistico-econometrica, si è calcolato infatti che 7 miliardi annui di investimenti aggiuntivi in tecnologia *green* avanzata, rispetto agli stessi 7 miliardi investiti in tecnologia a basso contenuto innovativo, porterebbero a una crescita continua di ore lavorate e PIL, fino ad avere nel 2030 circa 400.000 unità lavorative e circa 70 miliardi annui di PIL (il 4,1%) in più.

Numeri che sottolineano la necessità di aumentare la spesa in Ricerca e sviluppo e gli sforzi di industrializzazione dei brevetti, per far sì che il nostro paese non resti nelle retrovie dell'innovazione, limitandosi ad acquistare la tecnologia *green* prodotta da altri.

Questi sforzi negli ambiti industriali andrebbero accompagnati da un aumento rilevante della capacità di assorbimento del carbonio sia nei terreni agricoli, attraverso le tecniche di agricoltura conservativa, sia nelle foreste, per mezzo di una loro migliore gestione e di un miglior utilizzo del legname; queste azioni avrebbero il

duplice vantaggio di ridurre le emissioni e incrementare gli assorbimenti naturali svolgendo un ruolo strategico per raggiungere la piena neutralità climatica entro il 2050.

Gli sforzi economici avrebbero non solo ricadute positive in termini di PIL e occupazione: i benefici nascosti (ambientali e sociali) sono numerosi: la riduzione dell'inquinamento dell'aria e una positiva ricaduta sul sistema sanitario nonché l'incremento dello stato di salute di suoli e foreste.

Introduzione

Obiettivi e risultati principali dello studio

È possibile produrre più ricchezza, avere più occupazione e ridurre le emissioni di gas climalteranti? È possibile spostare la produzione e gli occupati da ambiti che “lavorano male” sul piano ambientale, ad ambiti che producono livelli molto bassi di CO₂ equivalente? Ed è possibile farlo ottenendo allo stesso tempo un aumento del valore aggiunto, ossia della quantità di ricchezza incorporata in ogni singolo bene e servizio, e un aumento degli occupati?

Questo studio, condotto dall'associazione Està - economia e sostenibilità per l'Italian Climate Network, ha analizzato le condizioni affinché questi obiettivi vengano raggiunti tutti congiuntamente e l'Italia possa arrivare alla neutralità climatica della sua economia entro il 2050 con più ricchezza e più occupati.

Come prima cosa lo studio ha esaminato le caratteristiche attuali del sistema produttivo nazionale e i cambiamenti intervenuti dal 1990 ad oggi.

Le serie storico-statistiche ci dicono che ***L'Italia è stata capace in questi decenni di migliorare le prestazioni delle sue industrie in termini di emissioni di CO₂ equivalente.*** A differenza di quanto si può comunemente pensare le industrie nel loro complesso oggi non appaiono il problema principale del nostro paese: nell'ultimo trentennio l'industria manifatturiera nel suo complesso ha dimezzato le tonnellate di CO₂ emessa, anche per effetto di una forte crisi economica che dopo

il 2008 ha fatto scomparire soprattutto le produzioni più arretrate, meno remunerative e più inquinanti.

A fronte di un'industria complessivamente dinamica, ***i problemi principali in Italia oggi sono rappresentati dai sotto-ambiti industriali in cui si investe poco in innovazione tecnologica (trasporto- magazzinaggio, energia), e da altri settori, in particolare il trasporto delle persone e il vastissimo ambito della scarsa efficienza energetica degli edifici. I trasporti e gli edifici non solo emettono complessivamente il quadruplo rispetto all'industria manifatturiera, ma dal 1990 ad oggi hanno visto addirittura aumentare le loro tonnellate di CO₂ equivalente.*** E mentre le aziende – non solo industriali – diminuivano il loro impatto, le famiglie continuavano a disporre per i loro usi privati di auto inquinanti e di edifici energeticamente poco efficienti, alzando il conto dell'impatto sul clima.

Stante questa struttura presente e queste tendenze generali nel recente passato, ***lo studio ha provato ad analizzare le necessità e le priorità dell'Italia per il futuro***, ossia i settori in cui occorre investire prioritariamente e le relative ricadute in termini di ricchezza e di occupazione. ***Per farlo ha messo a confronto gli obiettivi e le strategie dei principali documenti europei*** (Long term strategy 2018 della Commissione europea - con relativa analisi tecnica; European green deal communication CE del 2019) ***con i dati e le misure previste a livello nazionale***¹ dal Piano

¹ Occorre ricordare ***due differenze importanti tra i documenti europei e i documenti nazionali.*** Da un lato la ***base dati*** dei documenti della Commissione non è quasi mai geo-localizzata ed è pertanto necessario ricorrere alle fonti nazionali. Dall'altro lato ***le policy*** realizzabili a livello europeo differiscono da quelle realizzabili a livello nazionale; in particolare vi è una differenza rilevante tra i settori economici ETS (European trading system) e i settori economici ESR

nazionale integrato energia clima (PNIEC 2019). Da un lato è emersa confermata la necessità di concentrarsi su edifici, trasporti e produzione di energia, dall'altro la necessità di aumentare di molto gli investimenti e gli sforzi pubblici. I trasporti necessitano di un tasso di elettrificazione dei veicoli su strada come minimo doppio di quello previsto dal PNIEC per il 2030 (ovvero il 30% anziché il 15% del parco esistente), gli edifici di un investimento annuale per i settori residenziale e commerciale-pubblico pari a due volte e mezzo rispetto alle ipotesi PNIEC (ossia pari a 20,7 mld). Da un punto di vista dell'energia rinnovabile la strategia di ampia diffusione dell'elettricità e di produzione della stessa soprattutto grazie al fotovoltaico (che ne dovrebbe fornire l'80% al 2050) appaiono le strade più adatte. Lo studio mostra come la maggiore domanda finale di consumi elettrici al 2030 derivante dalla decarbonizzazione del settore residenziale e di quello dei trasporti potrebbe essere potenzialmente e congiuntamente soddisfatta con l'installazione in dieci anni, di pannelli fotovoltaici su circa il 4% del parco residenziale esistente.

Lo studio ha provato quindi a calcolare le opportunità, le ricadute occupazionali e gli aumenti di ricchezza che si produrrebbero se nei settori trasporti, edifici ed energia si seguissero investimenti e policy coerenti con l'obiettivo finale della neutralità climatica dell'Italia al 2050 e con i correlati obiettivi intermedi al 2030. I calcoli sono stati effettuati attraverso i moltiplicatori

(Effort Sharing Regulation). I primi, comprendenti le industrie per la produzione di energia, i settori industriali ad alto consumo di energia e l'aviazione, sono sottratti all'intervento diretto degli Stati, a cui rimangono invece sottoposti tutti gli altri. La Direttiva di riferimento è la 2018/410/UE e stabilisce le regole di funzionamento del sistema di assegnazione/negoziatura delle emissioni a livello europeo (EU-ETS ovvero European Trading System) per il periodo 2021-2030.

della ricchezza prodotta e delle ricadute occupazionali sviluppati da ISTAT ed ENEA. I risultati e i dettagli sono presenti nel capitolo finale, ma in sintesi qui si può già dire che assumendo i moltiplicatori di cui sopra ed adattandoli alla revisione degli investimenti necessaria a portare dal 40% al 55% la riduzione di gas climalteranti tra il 1990 e il 2030, è ragionevole presumere che si possa assistere nel prossimo decennio ad una maggiore crescita del PIL nell'ordine dell'8% e ad un aumento di 600.000 unità lavorative, stabili nel periodo e concentrate nei settori edilizio, dei trasporti e dell'energia rinnovabile. Gli impatti sull'occupazione devono peraltro anche tenere conto della perdita di lavoratori conseguente al disinvestimento in energia fossile. Le simulazioni stimano tuttavia che gli impatti diretti di tale disinvestimento siano relativamente contenuti: circa 5000 unità di lavoro medie annue (per l'80% concentrate nella produzione/distribuzione di energie fossili e di energia termica per il settore residenziale e terziario) e, a regime, in un calo "permanente" di poco più di 60000 Unità di lavoro attive (ULA).

Il capitolo finale si chiude analizzando un altro elemento di grande importanza per le scelte politiche e le relative ricadute occupazionali italiane: il contenuto in termini di innovazione tecnologica degli investimenti. Per capirne il peso occorre considerare che ogni filiera produttiva è composta da una serie di fasi: un pannello fotovoltaico va ideato, progettato, realizzato, venduto, impiantato, mantenuto e alla fine dismesso. Ad ogni passaggio di questa filiera corrisponde una produzione di valore aggiunto e di occupazione, ma la quantità di valore aggiunto e la qualità dell'occupazione sono più alte in alcune fasi (quelle a più alto contenuto tecnologico) e meno in altre (installare pannelli sui

tetti non ha lo stesso impatto sulla ricchezza e il tipo di occupazione rispetto a brevettare e produrre pannelli di nuova generazione). Per cogliere le implicazioni di queste realtà lo studio ha usato una metodologia statistica ed econometrica originale e rigorosa, ed ha condotto una simulazione sull'impatto che la stessa quantità di denaro produrrebbe a seconda del contenuto tecnologico dell'investimento. In particolare lo studio è arrivato a stimare che 7 miliardi annui di investimenti aggiuntivi in tecnologia *green* avanzata, rispetto agli stessi 7 miliardi investiti in tecnologia a basso contenuto innovativo, produrrebbero in Italia al 2030 circa 400.000 unità lavorative e circa 70 miliardi di PIL (circa il 4,11%) in più. Un elemento di riflessione ed indirizzo ulteriore per le *policy* di cui il sistema nazionale ha bisogno.

Il metodo utilizzato

Lo studio ha indagato i diversi temi valendosi di economisti, ingegneri, architetti, chimici, geografi, agronomi, esperti del mondo del lavoro, ed è arrivato a i risultati di merito di cui sopra, attraverso alcune scelte di metodo che di seguito vengono brevemente riassunte.

Innanzitutto occorre sottolineare come per indagare il raggiungimento della neutralità climatica al 2050 per l'Italia sia stato necessario ricombinare una serie di ingredienti, di cui quello energetico è nettamente il più importante, ma non l'unico. Lo studio indaga pertanto anche **i settori** cosiddetti di **"assorbimento"** del carbonio (suoli agricoli e foreste), dimostrando come un intervento serio in questo ambito sia fondamentale per conseguire l'obiettivo finale. Ad oggi le foreste italiane continuano

ad aumentare spontaneamente la loro estensione e capacità di assorbimento, che ha ormai costituito uno stock di carbonio pari a tutte le emissioni annuali di CO₂ dell'intera Europa a 27. Pratiche mirate a consolidare queste dinamiche sono di grande importanza per giungere alla decarbonizzazione. Allo stesso modo è possibile raggiungere obiettivi di notevole rilevanza quantitativa attraverso la diffusione della cosiddetta agricoltura conservativa (si vedano i capitoli 6 e 7).

Tra i settori di “emissione” quello dell’energia è sia il più rilevante in termini quantitativi sia il più complesso da esaminare. Lo studio ha provato a farlo analizzandolo tanto attraverso il sotto ambito della **produzione di beni**, quanto attraverso il sotto ambito relativo al **consumo**.

L'ambito del consumo tuttavia è a sua volta talmente ampio da richiedere una scomposizione in sotto settori, e lo studio ha provveduto a dedicare analisi specifiche ai principali tra essi: nel cap. 3 al sotto settore degli **edifici** (le famiglie sono grandi consumatori di energia da climatizzazione e, in misura minore, di energia per l'illuminazione e gli apparecchi elettrici, di energia per usi cucina e acqua calda sanitaria) e nel cap. 4 al sotto settore dei **trasporti** (attraverso il quale sia le imprese, sia le famiglie producono grandi quantità di CO₂ eq.).

I settori di emissione ulteriori rispetto alla produzione di energia e al consumo di energie fossili, sommati tra loro, raggiungono circa il 20% del totale dei gas climalteranti. Il loro elenco contempla le industrie non energivore, il settore dei rifiuti, il settore agricolo. Quest'ultimo ha impatti sia sulle emissioni, sia sulle riduzioni di CO₂ eq. . I campi agricoli sono naturalmente votati ad **assorbire** carbonio, ma le pratiche agricole

e di allevamento da un lato producono direttamente gas climalteranti (protossido di azoto e metano *in primis*) dall'altro consumano energia ed emettono CO₂ attraverso l'uso delle macchine agricole.

Definito il campo dei fenomeni fisici e dei settori in cui classificarli, lo studio si è confrontato con i principali **aspetti normativi e i programmi istituzionali** di lotta ai gas climalteranti, per comprendere il perimetro di analisi e precisare i punti di riferimento.

Un primo riferimento è stato assunto seguendo la divisione prodotta dall'Unione europea tra **settori ETS**² (comprendenti le industrie di produzione dell'energia, le industrie ad alto consumo energetico e l'aviazione) nei quali l'intervento spetta all'UE stessa, e **settori ESR**³ (altri trasporti, industrie non energivore – tendenzialmente le PMI, edifici, rifiuti, agricoltura) rispetto ai quali le politiche spettano ai singoli Stati. Questa divisione è stata tenuta sempre presente nello studio sebbene i dati economici non siano disponibili in forma scorciata tra settori ETS ed ESR, e ciò abbia comportato la necessità di alcune stime *ex post*.

Un secondo riferimento è stato assunto nel già citato **PNIEC**, il Piano nazionale integrato energia e clima, prodotto dal governo italiano nel 2019 e contenente le misure per attuare le politiche ESR nel nostro paese. Lo studio si è confrontato con il PNIEC in maniera critica: ne ha esaminato le analisi e le misure e ha spesso formulato proposte più avanzate, in linea con un obiettivo di riduzione della CO₂ eq. al 55% tra il 1990 e il 2030, anziché con l'attuale obiettivo del 40%, ritenuto insufficiente dalla Commissione europea, che ora punta al 55%, oltre

2 Emissions Trading System (ETS),

3 Effort Sharing Regulation (ESR)

che dal Parlamento europeo, recentemente orientatosi al 60%.

Allo stesso tempo lo studio si è dovuto confrontare con un altro punto di riferimento e vincolo imprescindibile: i **dati statistici disponibili per l'analisi economica**, tra i quali i più importanti si sono rivelati quelli ISTAT NAMEA. I dati hanno prodotto una serie di problemi strutturali, legati sia alle modalità di accorpamento degli stessi, sia alla mancanza di serie storiche sufficientemente lunghe e omogenee. Per ovviare a questi problemi sono stati condotti processi di riorganizzazione delle categorie (v. cap.1), cercando di adattare quanto più possibile quelle economiche con quelle ambientali.

I dati normalizzati e ricategorizzati nel capitolo 1, insieme alla base dati del PNIEC e ai moltiplicatori su valore aggiunto ed occupazione di ISTAT ed ENEA sono stati utilizzati nel capitolo 8 per i calcoli relativi a investimenti, posti di lavoro e agli incrementi di ricchezza complessivi e settoriali. Nello stesso capitolo ESTà ha utilizzato le più avanzate tecniche statistiche ed econometriche per stimare i possibili impatti socio-economici nel caso gli investimenti fossero orientati verso ambiti a maggior contenuto tecnologico rispetto agli attuali.

L'orizzonte di previsione assunto è stato quasi univocamente il 2030 e non il 2050 (tranne che nelle analisi relative alle energie rinnovabili). Questa scelta è stata dettata dalla necessità metodologica. La storia di questo tipo di analisi è troppo recente per poter azzardare previsioni statistiche, o di altro genere, lungo periodi eccessivamente lontani, e la complessità e l'interrelazione delle variabili (come la pandemia Covid

19 dimostra) renderebbe comunque lo sforzo poco utile. A rinforzo di questa tesi vi è da notare come le stesse istituzioni europee pongano il 2030 come un primo traguardo su cui misurarsi per valutare se il sentiero percorso verso la decarbonizzazione abbia la direzione e la velocità giusta, limitandosi per le date più lontane a obiettivi generali e meno traducibili in pianificazioni odierne.

Un'avvertenza sulle metodiche

Dati i grandi margini di incertezza già enunciati e non essendo possibile prevedere l'imprevedibile, lo studio si è premunito delle maggiori precauzioni possibili: dichiarare i propri limiti e dotarsi del sistema più solido e più trasparente per condurre le migliori approssimazioni, allo stadio di conoscenze attuale.

Le cifre proposte in questo studio sono in ogni caso da intendersi non tanto come previsioni, quanto o come simulazioni di scenari condotte - trasponendo al 2030 e, laddove possibile, al 2050 le condizioni e le conoscenze della data odierna - o come suggerimenti di politiche, costruiti con lo stesso metodo.

Da ultimo è sempre bene ricordare che un sistema economico – anche se non si volessero considerarne le implicazioni ambientali – rimane qualcosa di più complesso di un insieme di proposte su cosa produrre e come. Altre variabili importantissime, come ad esempio il comportamento della domanda di beni o il rapporto con l'estero meriterebbero approfondimenti dedicati che inevitabilmente esulano dalla natura di questo studio.

COM'È ORGANIZZATO QUESTO STUDIO

1 ANALISI della situazione economica attuale e individuazione delle tendenze



2 CONFRONTO con politiche istituzionali



PARAMETRI DELL'INDAGINE



Effetti
sull'occupazione



Aumento del valore
aggiunto



Riduzione della CO₂
equivalente

3 INDICAZIONI SU:

Investimenti

Politiche trasversali

Politiche settoriali:

sviluppo energia
rinnovabile



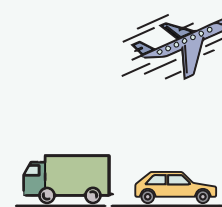
foreste e
agricoltura



consumi
degli edifici



consumi dei
trasporti

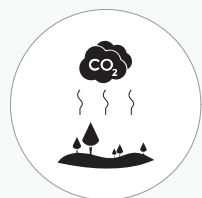


COSA È STATO INDAGATO

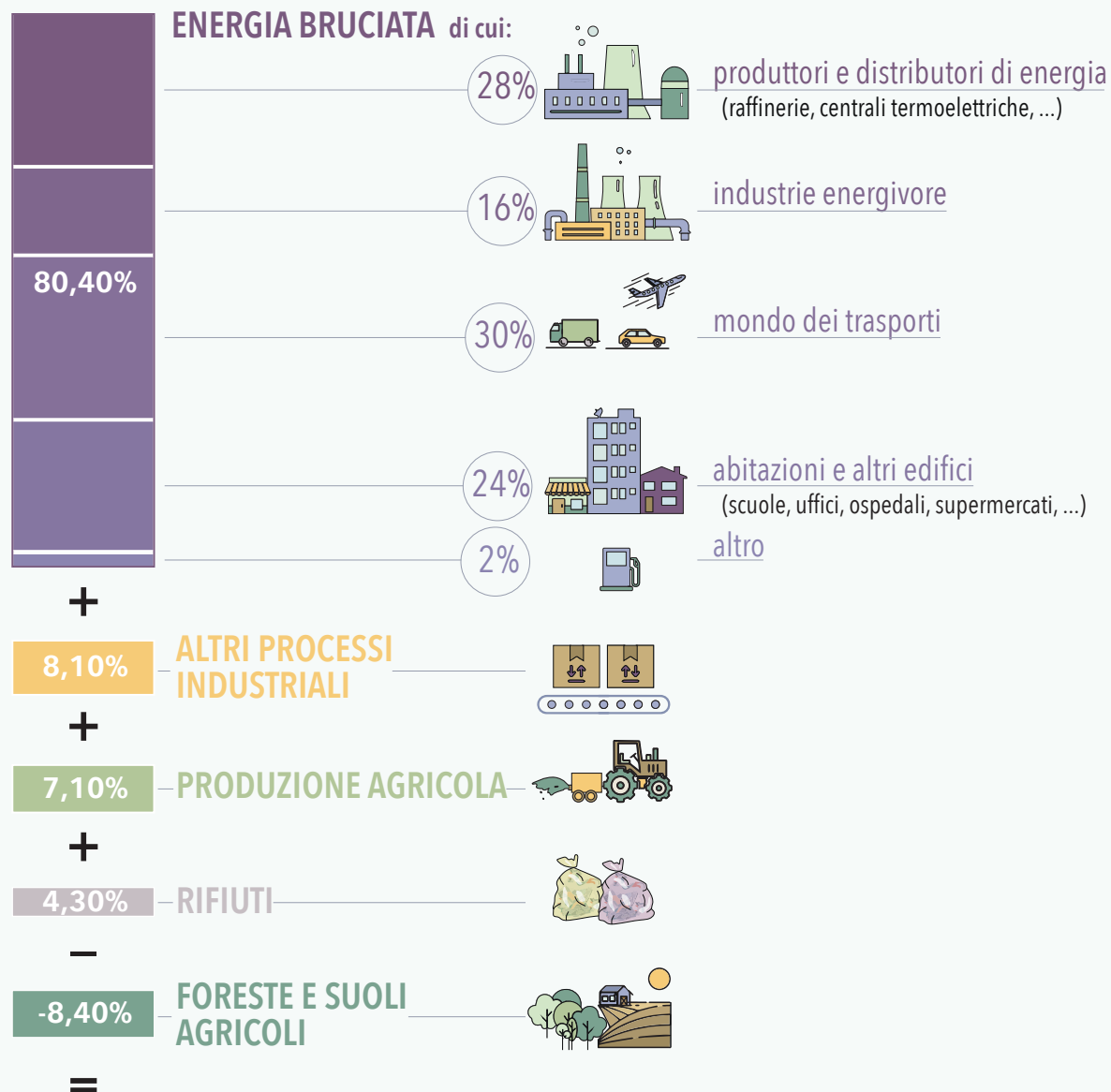


CHI EMETTE CO₂ EQUIVALENTE

I settori più importanti
e
i dati italiani



CHI ASSORBE CO₂



TOTALE

512 milioni
di tonnellate
di CO₂ eq.
(516 emessi
4 assorbiti)
1990

391 milioni
di tonnellate
di CO₂ eq.
(427 emessi
36 assorbiti)
2018

OBIETTIVO

2050:

NEUTRALITA'
della CO₂
EQUIVALENTE



parte prima:

LE EMISSIONI

Punti Salienti

L'analisi storico economica della struttura nazionale mostra che dal lato della produzione **l'industria italiana ha ridotto** le emissioni di CO₂ eq. del 40% **dal 1990 al 2018**. Questo è accaduto anche a causa della crisi successiva al 2008 che ha espulso dal mercato le imprese più arretrate e inquinanti. La ricerca e sviluppo e l'investimento nei settori tecnologicamente più avanzati si confermano nel complesso le strategie migliori per diminuire l'impatto climatico, e per aumentare nel contempo ricchezza prodotta (ossia valore aggiunto, o PIL) e occupazione.

Dal lato del consumo **le famiglie italiane hanno aumentato le loro emissioni** sulla CO₂ eq. tra il 1990 e il 2018 sia nel settore dei trasporti, sia nel settore degli edifici.

Dal **lato della produzione** oggi l'impatto climatico del settore industriale si concentra per il 75% in settori che hanno un peso dell'11% sull'intera ricchezza (valore aggiunto) prodotta dal settore e del 9% sull'occupazione

Dal **lato del consumo** oggi il settore dei trasporti (che comprende sia i trasporti passeggeri delle famiglie, sia i trasporti merci e passeggeri delle imprese) e il settore degli edifici (riscaldamento-

raffreddamento delle famiglie in primis) oggi emettono più CO₂ eq. dell'intero settore industriale. Questo dipende anche dalla bassa qualità climatica dell'offerta di beni di trasporto e di climatizzazione che le famiglie hanno a disposizione in Italia.

L'**energia rinnovabile** in Italia dovrà essere prodotta soprattutto grazie ai pannelli fotovoltaici e al solare in generale, un ambito che potrebbe coprire entro il 2050 l'80% della produzione energetica, grazie anche alle vastissime superfici dove potrebbero essere piazzati i pannelli. La produzione solare si combinerebbe con il risparmio energetico e con sistemi di accumulo basati sulle batterie al litio e sull'idrogeno per fornire i presupposti di una piena neutralità climatica al 2050. In funzione del livello di investimento in ricerca e sviluppo e in industrializzazione di tecnologia avanzata, l'Italia potrà arrivare ad avere non solo l'utilizzo dei beni necessari alla diffusione dell'energia rinnovabile, ma anche un livello conseguente di produzione degli stessi beni. Questa dinamica porterebbe esiti migliori sul piano del valore aggiunto e dell'occupazione.

Il settore edilizio è fondamentale perché il patrimonio italiano offre grandi possibilità di

miglioramento essendo molto arretrato in termini di prestazioni energetiche. A differenza di altri settori, in questo caso le ricadute lavorative, almeno quelle legate all'ottimizzazione degli involucri e alla messa in opera dei sistemi più avanzati di climatizzazione, ricadrebbero in buona parte all'interno del paese. Tuttavia in questo campo, ancor più che in altri, gli impegni ipotizzati dal PNIEC appaiono insufficienti.

Il settore dei trasporti necessita una profonda revisione del modello attualmente in essere nel nostro paese. La mobilità collettiva riscuote un interesse crescente, ma un'offerta di servizi calante e la soluzione più avvicinabile per arrivare alla neutralità climatica appare la trasformazione del parco veicoli alimentato ad energia fossile con veicoli elettrici, abbinata ad un aumento del trasporto ferroviario per il settore delle merci. Anche in questo caso, come nel campo delle energie rinnovabili, la ricaduta in termini occupazionali e di valore aggiunto dipende da quanto il nostro paese riuscirà a produrre, oltre che ad utilizzare, i mezzi necessari alla transizione climatica.

Il settore dei rifiuti appare il meno rilevante, sia per la quantità di gas climalteranti prodotta, sia per la dinamica complessivamente positiva che sta

vivendo negli ultimi anni. Il problema principale appare quello della mancanza di impianti per il trattamento della raccolta differenziata, un tema particolarmente evidente nel Centro – sud del Paese. Una crescita degli impianti e della raccolta differenziata coerente con la media nazionale potrebbe portare ad un aumento di alcune migliaia di occupati e ad un'ulteriore discesa di un quarto delle attuali emissioni del settore.

1. La CO₂ nelle imprese italiane tra il 1990 e il 2018

Un programma di cambiamento complessivo

Programmare il *Green Deal* non significa solo “programmare” l’innovazione, ma implica anche una capacità di fare scelte mirate e consapevoli rispetto a dinamiche che toccano la società e l’ambiente nel suo complesso. Il *Green Deal*, infatti, presuppone una sfida di struttura pari a quella della prima rivoluzione industriale. Una sfida di questo livello non può essere lasciata al solo mercato, piuttosto merita un piano per una nuova struttura nazionale (pubblica-privata) sulla base della quale valutare gli investimenti necessari per implementare la *Green Economy*.

La complessità di questa sfida tecno-economica suggerirebbe in prima istanza la nascita di un *Sistema Nazionale dell’Innovazione*, cioè un “luogo” in cui le imprese e la ricerca (pubblica e privata) possano coerentemente disegnare un piano di investimenti ad alta intensità tecnologica e impatto ambientale sempre più ridotto, cercando di far evolvere la specializzazione del sistema economico italiano, attualmente arretrata e per questo capace di produrre minor ricchezza aggiuntiva e minor decarbonizzazione rispetto ad altri paesi. ***I settori meno tecnologici hanno registrato livelli di emissione maggiore*** nonostante le emissioni di gas serra siano diminuite (in modo insufficiente) dal 1990 a oggi nell’Unione Europea. Le politiche, quindi, dovrebbero privilegiare interventi che modifichino le emissioni di CO₂ nei settori più inquinanti, attraverso l’uso

intelligente delle tecnologie disponibili e programmabili, unitamente a misure volte a sostenere beni e servizi con minore impatto climalterante¹.

L'offerta industriale deve avere un ruolo fondamentale, non tanto e non solo per le prestazioni ambientali dei suoi impianti (complessivamente in netto miglioramento netto rispetto al 1990), quanto perché il mutamento qualitativo della produzione, condizionato dalla domanda *green*, influenzerebbe la struttura produttiva nel suo insieme. **Ma c'è un aspetto fino ad oggi sottovalutato, cioè la necessità di condizionare anche i consumi incompressibili² delle famiglie.** Infatti, la CO₂ attribuibile alle famiglie è legata a questa categoria di consumi (casa, cibo, elettrodomestici...) per loro natura non riducibili oltre una certa soglia, pena la messa in discussione del benessere complessivo accettabile. Come si vede nella figura 2, a differenza di quanto avviene per il sistema economico italiano nel suo complesso, la dinamica dei consumi delle famiglie non conosce alcuna significativa diminuzione della CO₂ equivalente emessa

1 Ferrari S., 2014, *Società ed economia della conoscenza*, Mnamon, Roma.

2 Generalmente si pensa che i beni primari (e in quanto tali "incompressibili") non siano influenzati dal contesto storico-sociale in cui vive l'uomo, in quanto tali beni sono offerti soprattutto per soddisfare i bisogni fisiologici e di sopravvivenza dell'uomo (mangiare, bere, ripararsi dal freddo, ecc.). In realtà il confine tra bisogni primari e bisogni secondari non è dettato soltanto dalle esigenze fisiologiche umane, ma anche da ciò che è considerato "normale" dalla società in cui l'uomo vive e dalle modalità con cui i bisogni sono soddisfatti. Nel corso della storia il progresso economico-sociale ha modificato radicalmente gli standard qualitativi della vita. Ciò che in un'epoca non è considerato un bene primario (es. acqua corrente in casa), potrebbe esserlo nell'epoca successiva. Nei paesi occidentali (Europa, Stati Uniti, ecc.) l'acqua corrente in casa è un bene di lusso nelle abitazioni del XIX secolo, mentre è un bene primario nelle abitazioni europee della seconda metà del XX secolo. In molti altri luoghi del mondo l'acqua corrente in casa resta, ancora oggi, un bene di lusso o un bene voluttuario. In conclusione, l'insieme dei beni primari è fortemente determinato dalla società.

negli ultimi 30 anni. Per la piena affermazione del *Green Deal* sarebbe necessaria anche una nuova generazione di beni di consumo "incompressibili" (ossia quelli a cui le famiglie fanno più fatica a rinunciare) disponibili. Sul punto sarebbe auspicabile un intervento pubblico puntuale che orienti e faciliti le famiglie nel passaggio.

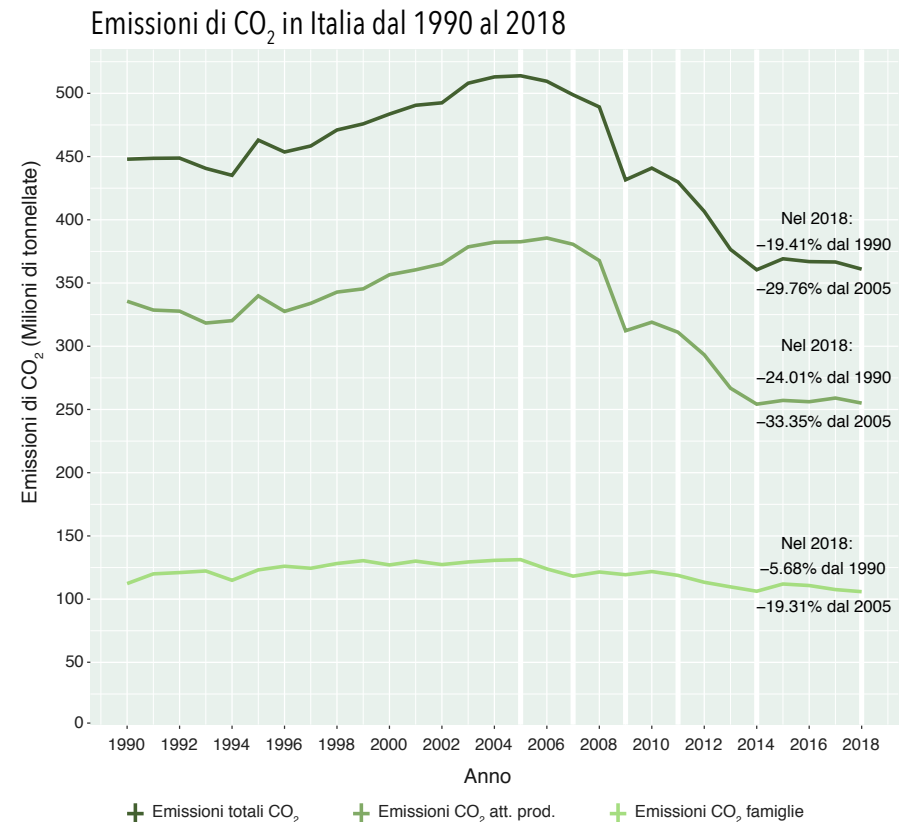


Figura 2 - Emissioni di CO₂ per famiglie e attività produttive

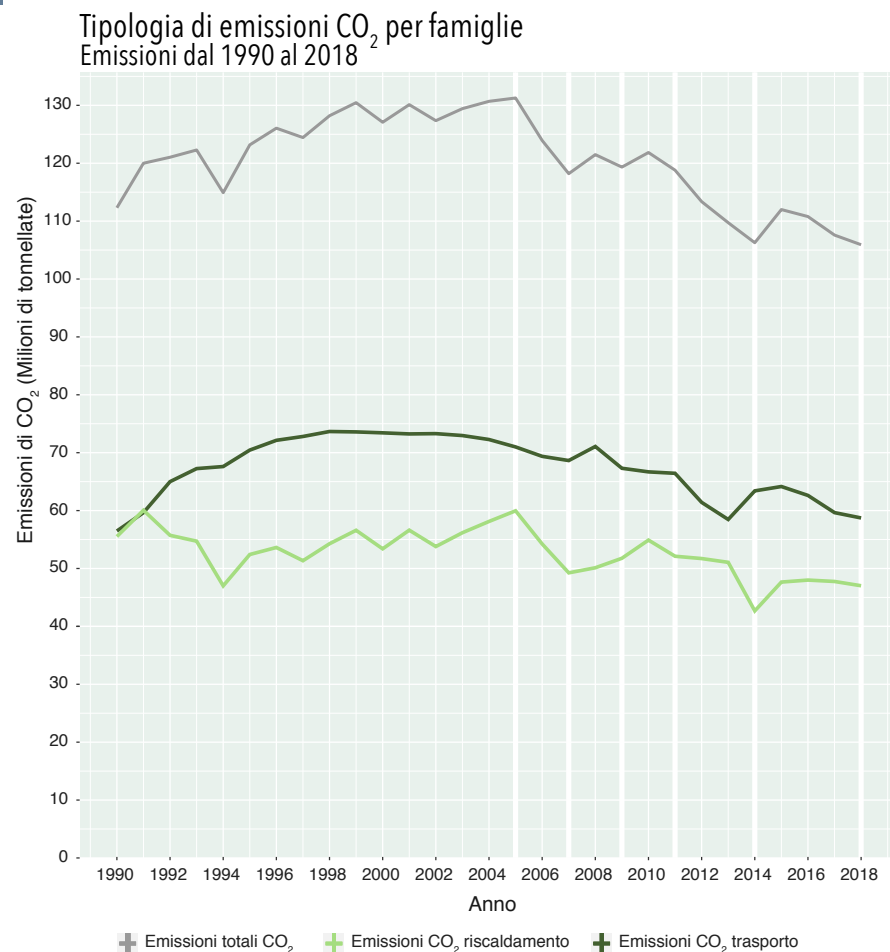


Figura 3 - Tipologia emissioni CO₂ per le famiglie

Da questi grafici emerge un'altra dinamica: l'accoppiamento dell'andamento produzione industriale e CO₂ dal 2008 al 2014 (la crisi del 2008 riduce la produzione complessiva italiana - con ogni probabilità incidendo maggiormente sui settori più arretrati e inquinanti - e parallelamente diminuisce la CO₂ emessa) **e il tendenziale disaccoppiamento a partire dal 2014** (da quell'anno la ripresa economica,

pur non particolarmente rilevante, porta ad un aumento del PIL a cui fortunatamente non corrisponde una crescita proporzionale dei gas climalteranti emessi, un ulteriore indizio che la crisi ha colpito irrimediabilmente soprattutto tra le imprese più arretrate e inquinanti).

Macro dinamiche della struttura produttiva italiana (1990-2018)

Come premessa occorre notare che le emissioni di CO₂ equivalente trattate in questo primo capitolo sono, salvo laddove specificamente indicato, quelle riferibili alle attività delle imprese, mentre nei capitoli successivi si tratteranno anche quelle riferibili alle famiglie (v. in particolare il 3° capitolo, relativo agli edifici; il 4° capitolo, dedicato ai trasporti delle famiglie; e il tema della frazione organica dei rifiuti solidi urbani, nel 5° capitolo, dedicato ai rifiuti). **In Italia oggi le emissioni imputabili alle imprese sono stimabili intorno al 70% del totale e quelle delle famiglie circa al 30%, con le prime che registrano tassi di diminuzione decisamente più netti delle seconde.**

Parlando delle imprese, i gas climalteranti nel nostro paese, così come nella maggior parte dei paesi europei sono per lo più attribuibili ai seguenti settori produttivi (la classificazione è tratta dai codici Ateco): *fornitura di energia elettrica, gas, vapore e aria condizionata, manifattura, trasporto e magazzinaggio, agricoltura-silvicoltura e pesca*³. Questi settori rappresentano oltre

3 NB La banca dati ISTAT ragiona per settori produttivi (le imprese – classificate attraverso i codici Ateco) e per famiglie (le quali per definizione sono consumatori). Sebbene vi siano due ordini di problemi – 1) la sovrapposizione di

i 4/5 delle emissioni di CO₂ del totale delle imprese, ed escludendo l'agricoltura, trattata a parte nel 6° capitolo, si resta comunque intorno ai 3/4. La figura 4 mostra la dinamica evolutiva della ripartizione percentuale di emissioni di CO₂ dal 1990 al 2018 dei settori maggiormente inquinanti (per la legenda vedi la nota⁴); in sintesi:

- Fabbricazione di coke e prodotti derivanti dalla raffinazione del petrolio: passa dall'8 al 6%;
- Fabbricazione di prodotti chimici e fabbricazione di prodotti farmaceutici di base e di preparati farmaceutici: non è propriamente rappresentabile perché nel tempo è sussunta in altri settori, ancorché mostri una certa resistenza alla riduzione della CO₂;
- Fabbricazione di articoli in gomma e materie plastiche e fabbricazione di altri prodotti della lavorazione di minerali non metalliferi: passa dal 13 al 9%;
- Metallurgia e fabbricazione di prodotti in metallo esclusi i macchinari e le attrezzature: passa dal 9 al 5%;

certe categorie (le imprese sono anche consumatrici di beni di altre imprese); 2) la classificazione delle emissioni proveniente da altri importanti enti nazionali (ISPRA) segue logiche parzialmente diverse – in questa parte dello studio si è mantenuta la suddivisione ISTAT.

- 4
- C.19 Fabbricazione di coke e prodotti derivanti dalla raffinazione del petrolio;
 - C.20-21 Fabbricazione di prodotti chimici e fabbricazione di prodotti farmaceutici di base e di preparati farmaceutici;
 - C.22-23 Fabbricazione di articoli in gomma e materie plastiche e fabbricazione di altri prodotti della lavorazione di minerali non metalliferi;
 - C.24-25 Metallurgia e fabbricazione di prodotti in metallo esclusi i macchinari e le attrezzature;
 - D Fornitura di energia elettrica, gas, vapore e aria condizionata;
 - H trasporto magazzinaggio

- Fornitura di energia elettrica, gas, vapore e aria condizionata: rimane stabile al 35%;
- Trasporto e magazzinaggio: passa dal 9 al 16%.

Ripartizione settore delle emissioni di CO₂ dal 1990 al 2018

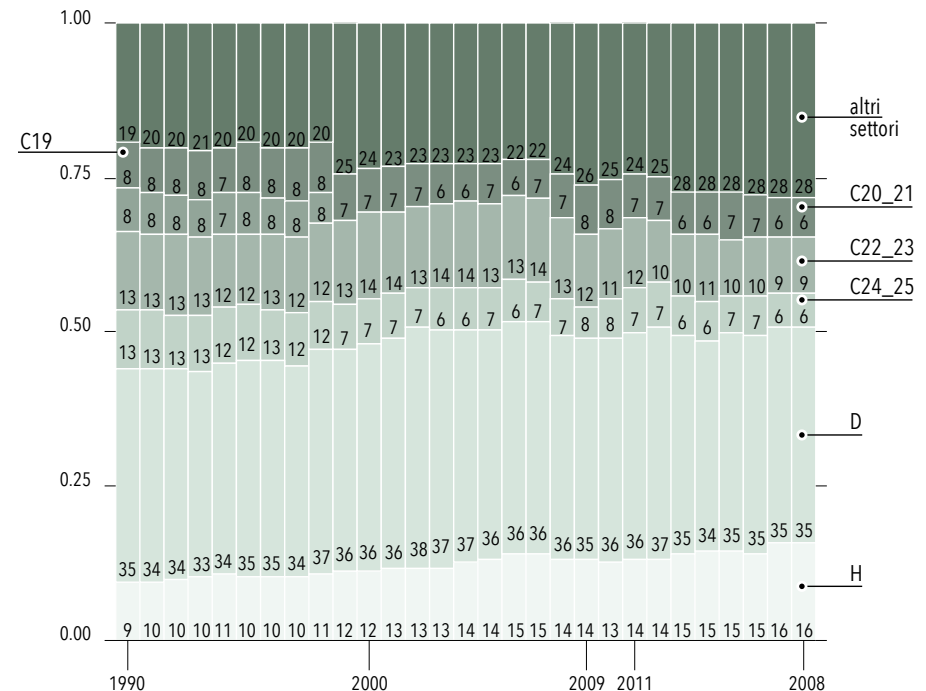


Figura 4 - Trend emissioni di CO₂ dei principali settori italiani rispetto al 1990

Dal grafico risulta evidente che il **settore dei trasporti** (che non contempla la produzione di veicoli, ma solo le conseguenze del loro uso) **ha dimostrato una resistenza assai maggiore rispetto ad altri nella riduzione di CO₂**. Il consolidamento dell'ICT, infatti, ha permesso l'adozione di nuovi modelli organizzativi di approvvigionamento dei beni intermedi, senza barriere geografico-temporali, riducendo al minimo il magazzino. Questi modelli

adottano un'ottica *Just in time* secondo la quale si produce un bene solo quando esso ha già un compratore, e lo si trasporta immediatamente. Le medie e grandi imprese, nei fatti, hanno esternalizzato la gestione del magazzino, trasformandolo in una attività al servizio del business aziendale. Tale organizzazione della catena del valore è particolarmente resistente⁵. **L'introduzione di nuove tecnologie** potrebbe migliorare nettamente le performance ambientali del "trasporto-magazzino" (la dicitura qui e nelle tabelle sotto è quella utilizzata dai codici Ateco relativi alla classificazione delle attività economiche), ma **dovrebbe anche essere affiancata da una ri-organizzazione della filiera, almeno in termini geografici**.

Tornando a osservazioni di natura più ampia, la relazione nel sistema produttivo italiano tra diminuzione della CO₂ e miglioramento della specializzazione tecnologica (con ricadute positive sull'aumento di ricchezza prodotta) è rinforzata anche dalla **correlazione positiva tra diminuzione della CO₂ eq. da un lato e aumento delle spese per ricerca-sviluppo e investimenti "tecnologici"**⁶ dall'altro, su cui verranno forniti ulteriori elementi di riflessione nel capitolo finale. Per adesso ci si

⁵ Ad influenzare ulteriormente la relazione tra trasporti ed emissioni di CO₂ vi sono anche i cambiamenti che le famiglie stanno compiendo relativamente ai loro modelli di acquisto. Elaborando i dati Eurostat è possibile calcolare che la percentuale di cittadini italiani che hanno fatto almeno un acquisto in rete durante il 2018 si colloca intorno al 36%, un valore sicuramente in forte espansione dalla crisi della Covid in poi. Ciò comporta un'esplosione degli spostamenti nell'area urbana e metropolitana e quindi un aumento della congestione e delle emissioni al momento difficilmente calcolabile. Il tema dei trasporti, ed in particolare l'impatto degli spostamenti delle famiglie sui consumi energetici, verrà ulteriormente approfondito nel capitolo 4.

⁶ Intendendo per tali quelli che incorporano un alto contenuto di ricerca e sviluppo

limiterà a dire che la serie storica supporta questa ipotesi attraverso sia i dati aggregati (figura 5), sia attraverso analisi settoriali più specifiche della figura 6.

Quest'ultima, messa a confronto con quanto scritto nelle pagine precedenti mostra infatti che **nei settori che mostrano andamenti della CO₂ poco virtuosi (trasporto- magazzino) il rapporto tra Ricerca e Sviluppo e investimenti resta basso (egualmente accade con l'energia), mentre i settori con un'intensità tecnologica degli investimenti più alto e in crescita (farmaceutica, chimica e gomma) corrispondono a quelli che si comportano meglio rispetto alle emissioni climalteranti**. Ciò suggerirebbe la necessità urgente di investimenti in R&S nei settori più inquinanti, per iniziare quantomeno ad allinearli alla dinamica media nazionale.

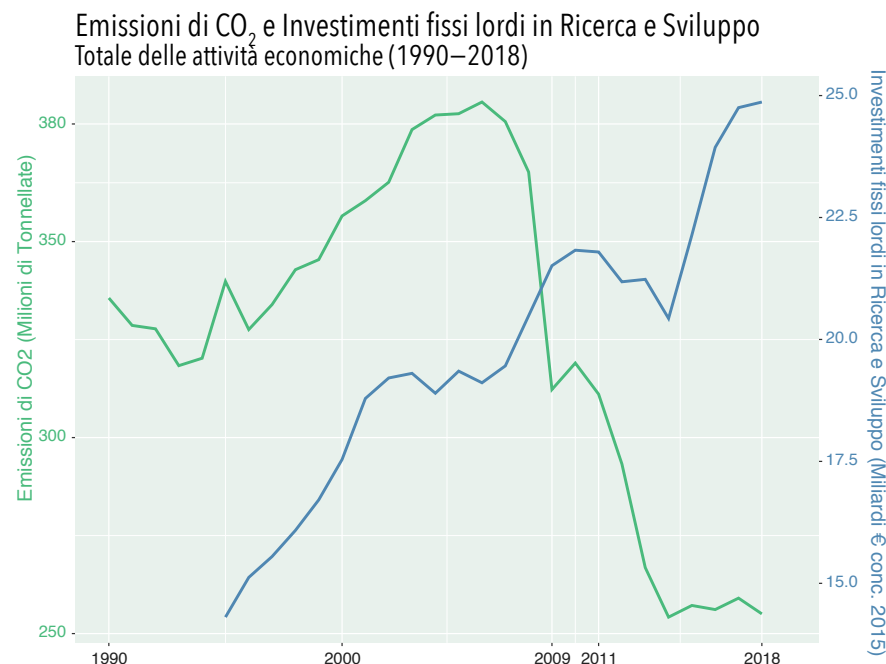


Figura 5 - Emissioni di CO₂ e Investimenti fissi lordi in R&S

Intensità tecnologica (R&S/Investimenti) ⁷ per i settori più inquinanti e totale economia								
Anno	Totale Economia Italiana	Trasporto e magazzinaggio (H)	Energia (D)	Fabbricazione di coke e prodotti derivanti dalla raffinazione del petrolio (C19)	Fabbricazione di prodotti farmaceutici di base e di preparati farmaceutici (C21)	Fabbricazione di prodotti chimici (C20)	Fabbricazione di articoli in gomma e materie plastiche e altri prodotti della lavorazione di minerali non metalliferi (C22_23)	Attività metallurgiche e fabbricazione di prodotti in metallo, esclusi macchinari e attrezzature (C24_25)
1995	4,9	0,4	0,2	0,2	34,7	14,6	4,6	3,8
1996	5,1	0,4	0,2	0,2	34,1	13,0	6,1	4,1
1997	5,2	0,4	0,3	0,2	31,3	10,4	6,0	4,5
1998	5,1	0,4	0,2	0,1	24,2	9,8	6,2	3,9
1999	5,1	0,4	0,3	0,2	26,4	9,4	5,1	4,3
2000	5,1	0,4	0,3	0,1	29,1	9,4	4,8	4,0
2001	5,3	0,4	0,3	0,1	32,9	10,1	5,4	4,1
2002	5,3	0,3	0,3	0,2	29,3	10,3	5,3	3,8
2003	5,3	0,4	0,2	0,2	29,3	9,0	4,9	4,2
2004	5,1	0,3	0,2	0,2	32,1	10,8	4,8	4,1
2005	5,2	0,3	0,3	0,2	30,5	11,1	5,4	4,6
2006	5,0	0,3	0,3	0,2	29,8	9,4	4,5	4,4
2007	5,0	0,3	0,2	0,2	30,6	9,7	4,9	3,8
2008	5,5	0,4	0,3	0,2	36,9	11,9	5,0	4,5
2009	6,4	0,3	0,1	0,2	39,0	12,2	7,7	5,7
2010	6,5	0,2	0,2	0,2	40,3	12,4	6,4	5,3
2011	6,6	0,1	0,2	0,6	38,1	11,6	5,8	5,6
2012	7,1	0,1	0,3	0,5	36,9	13,5	7,0	5,7
2013	7,6	0,2	0,3	0,7	33,4	12,5	7,1	6,9
2014	7,4	0,1	0,1	0,9	25,5	11,1	7,4	5,8
2015	8,0	0,5	0,3	1,3	31,2	11,3	10,1	5,8
2016	8,4	0,5	0,4	1,5	33,9	14,0	10,9	8,2
2017	8,4	* n.d.	* n.d.	* n.d.	* n.d.	* n.d.	* n.d.	* n.d.
2018	8,2	* n.d.	* n.d.	* n.d.	* n.d.	* n.d.	* n.d.	* n.d.

Nostra elaborazione su dati Istat della contabilità nazionale

* n.d. = non disponibile

Figura 6 - Intensità tecnologica (R&S/Investimenti)⁷ per i settori più inquinanti e totale economia.

⁷ R&S/Investimenti è un'approssimazione del contenuto tecnologico degli investimenti. Si veda Lucarelli S., Palma D. e Romano R., 2013, Quando gli investimenti rappresentano un vincolo. Contributo alla discussione sulla crisi italiana nella crisi internazionale, in Moneta e Credito, n. 67 (262).

Valore aggiunto e occupazione

Le due figure immediatamente seguenti presentano la relazione storica tra Valore aggiunto, emissioni di gas climalteranti e occupazione.

Sebbene il livello del valore aggiunto sia legato a molte variabili (investimenti, Ricerca e sviluppo, domanda interna ed estera), la sua dinamica sembrerebbe sganciarsi da quella della CO₂ (Figura 7), mostrando anche una migliore resilienza in concomitanza con eventi negativi.

Guardando invece alle ore lavorate⁸, si registra un fenomeno interessante: la riduzione di CO₂ non condizionerebbe le ore lavorate. La caduta delle ore lavorate, infatti, sembrerebbe più correlata alla caduta del valore aggiunto rispetto a quanto lo sia con la riduzione delle emissioni di CO₂ (Figura 8).

Emissioni di CO₂ e Valore aggiunto
Totale delle attività economiche (1990–2018)

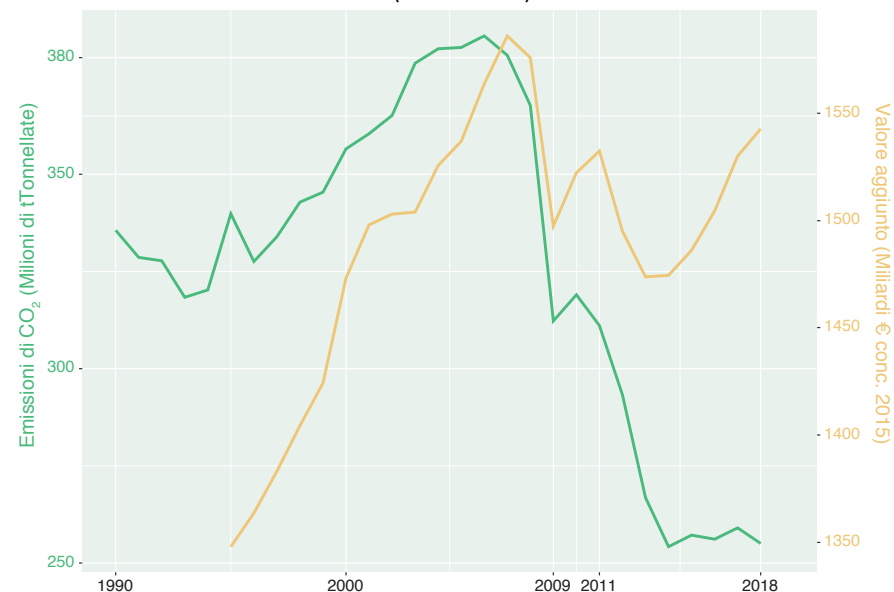


Figura 7 - Emissioni di CO₂ e valore aggiunto

⁸ Utilizziamo questo indicatore in quanto la così detta precarizzazione del lavoro ha compromesso l'indice della forza lavoro o degli occupati.

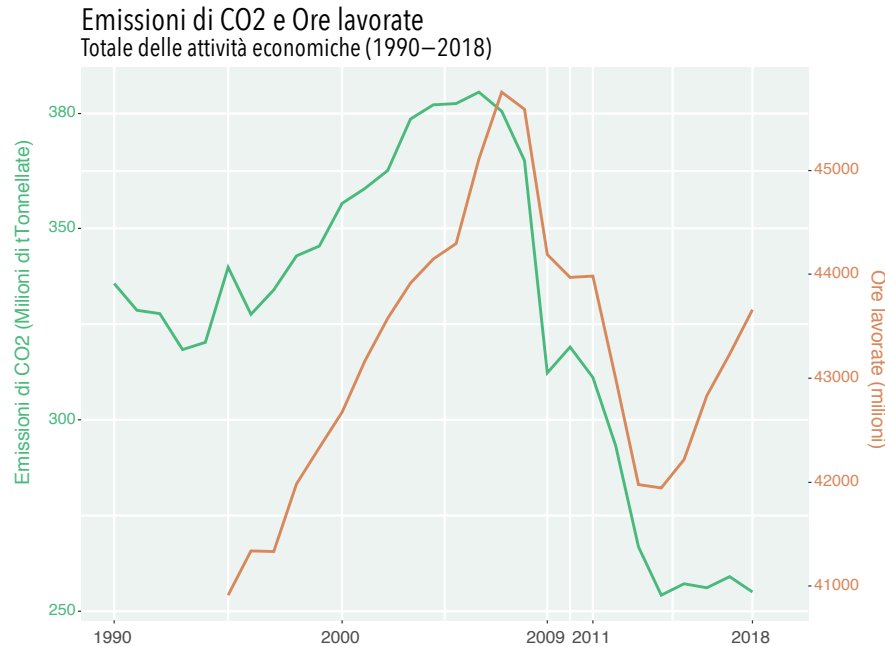


Figura 8 - Emissioni di CO₂ e ore lavorate

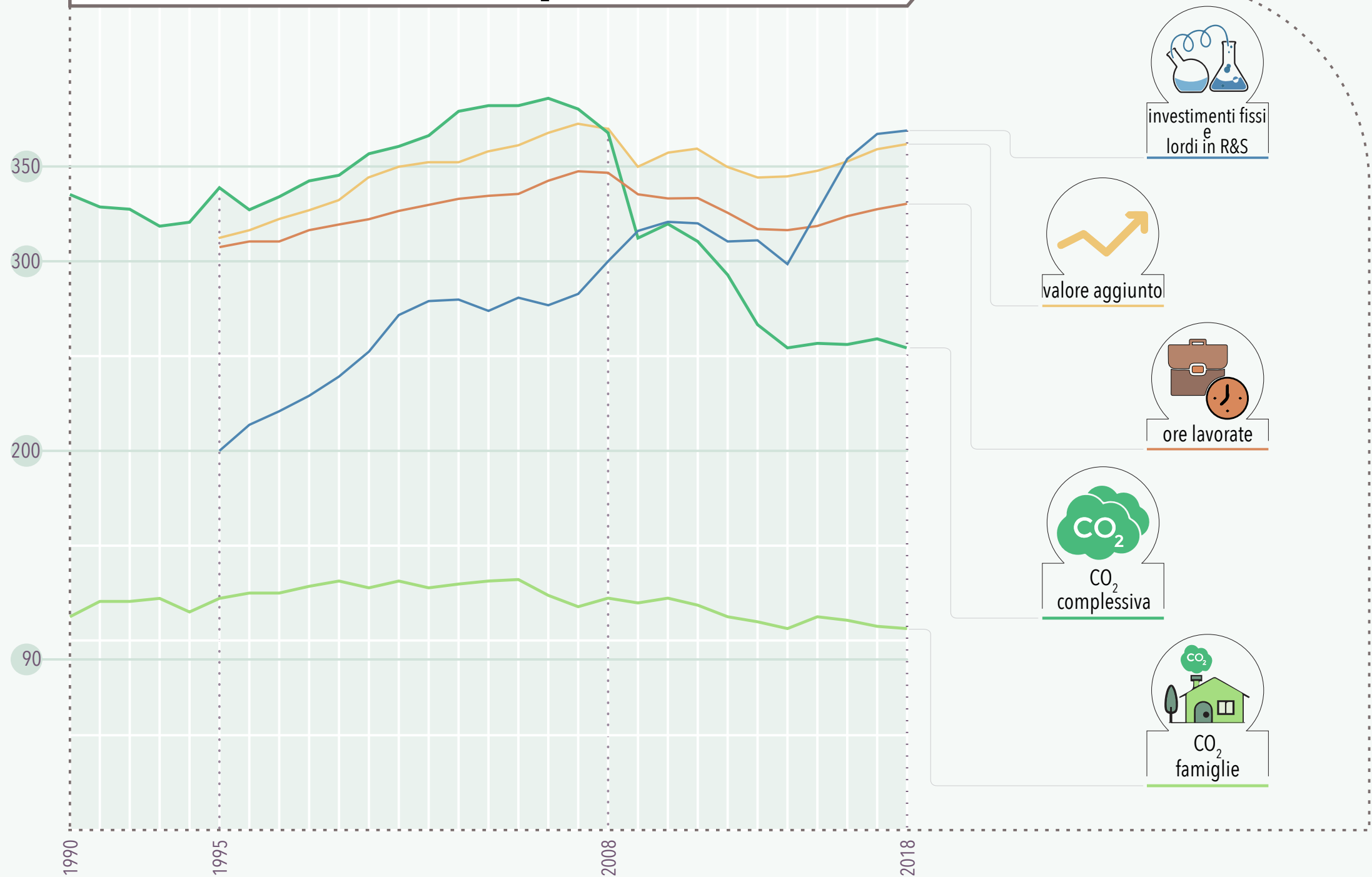
La ripartizione settoriale per valore aggiunto e occupazione suggerisce un'altra considerazione importante. **I settori più inquinanti (i già citati C19, C20-21, C22-23, C24-25, D, H⁹), sono responsabili del 75% delle emissioni di CO₂ delle attività industriali (a loro volta responsabili di**

circa il 20% delle emissioni totali), ma questi settori producono “solo” l'11% del valore aggiunto e il 9% degli occupati del comparto industriale (naturalmente in numeri assoluti questo valore aggiunto e questa occupazione rappresentano comunque cifre molto significative), v. figure 9, 10. Data la natura strategica dei settori più inquinanti un investimento mirato verso di loro migliorerebbe l'insieme della struttura industriale e favorirebbe con ogni probabilità un significativo calo della CO₂, nonché il rafforzamento della ricerca e sviluppo nazionali.

9 Per ulteriore comodità ricordiamo che:

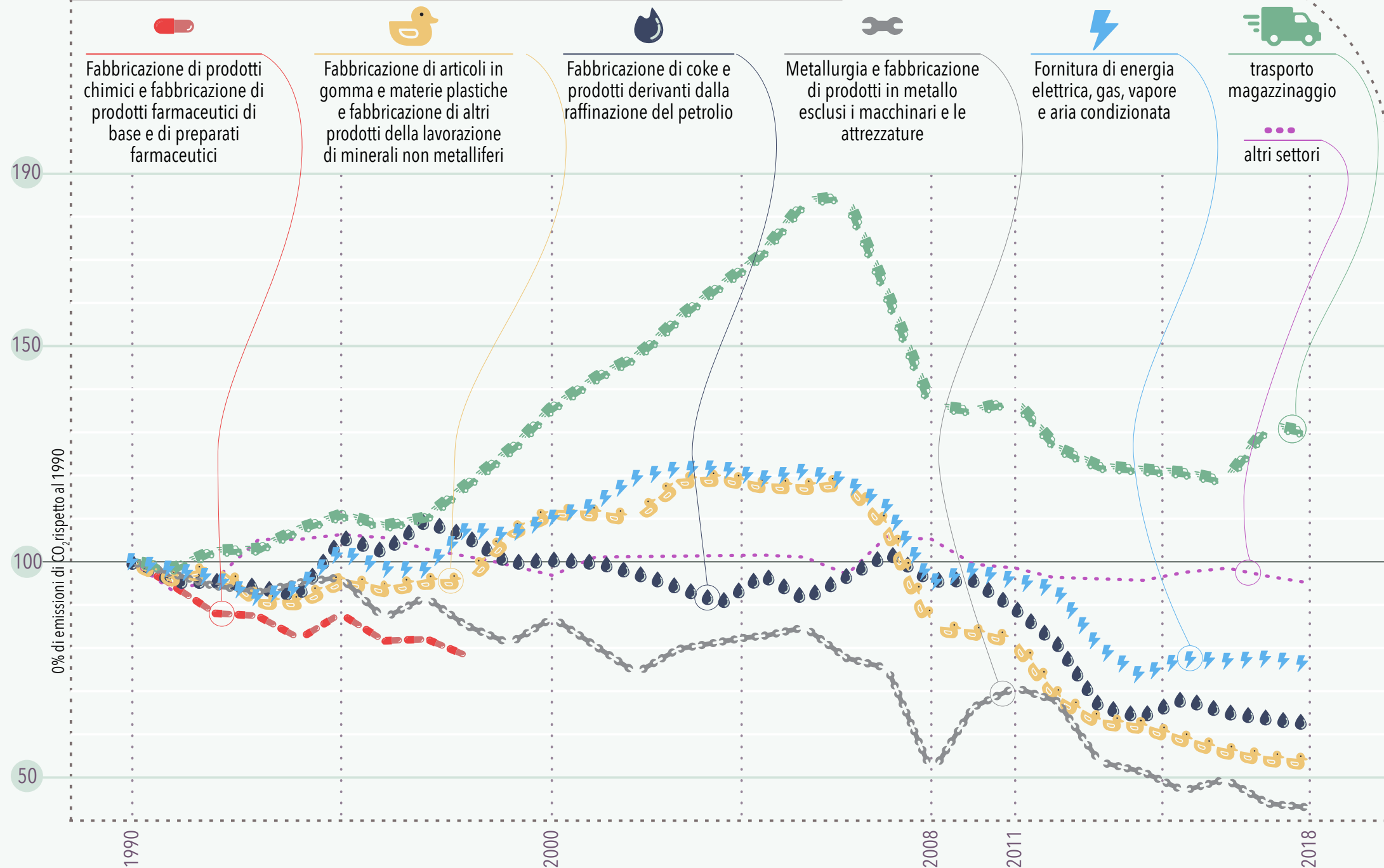
C.19 Fabbricazione di coke e prodotti derivanti dalla raffinazione del petrolio;
C.20-21 Fabbricazione di prodotti chimici e fabbricazione di prodotti farmaceutici di base e di preparati farmaceutici;
C.22-23 Fabbricazione di articoli in gomma e materie plastiche e fabbricazione di altri prodotti della lavorazione di minerali non metalliferi;
C.24-25 Metallurgia e fabbricazione di prodotti in metallo esclusi i macchinari e le attrezzature;
D Fornitura di energia elettrica, gas, vapore e aria condizionata;
H trasporto - magazzinaggio

SISTEMA ECONOMICO e CO₂ - Italia 1990-2018



NB: Il grafico mira a rendere osservabili sinotticamente e in modo leggibile gli andamenti delle diverse curve (tratte da banche dati che nascono in anni non coincidenti), per questo sacrifica i riferimenti alle specifiche unità di misura

L'ANDAMENTO DELLE EMISSIONI DI CO₂ IN ITALIA nei principali settori produttivi



NB: Dopo il 1998 l'ISTAT disagrega il settore Ateco C21 (prodotti chimico - farmaceutici) e ne riaggrega le parti dentro altri settori



2. L'energia rinnovabile

Dopo avere tratteggiato nel primo capitolo la dinamica socio economica complessiva del sistema produttivo nazionale e alcune simulazioni che ne derivano, da questo secondo capitolo lo studio entra in un'analisi settoriale.

Il settore dell'energia rinnovabile per uso elettrico, termico e di trasporto (biocarburanti + mobilità elettrica), rispetto all'obiettivo di decarbonizzazione al 2050 sebbene non l'unico, è senz'altro il più importante, e lo è almeno per due motivi. Il primo motivo è la sua rilevanza quantitativa. Ad oggi secondo l'ISPRA oltre l'80% delle emissioni di gas climalteranti deriva dalla combustione di energie fossili in una serie di processi produttivi e di consumo, i più importanti dei quali sono la produzione di energia, le alte temperature in alcuni comparti industriali, la climatizzazione (ed altri servizi per le abitazioni), i trasporti. Il secondo motivo è la possibilità tecnica ed economica di realizzare un passaggio completo dalle fonti fossili alle fonti rinnovabili, abbattendo la produzione di gas climalteranti. Le tecniche di produzione e accumulo dell'energia rinnovabile producono infatti miglioramenti costanti a costi rapidamente calanti ed il nostro paese dispone delle caratteristiche fisiche perché questo processo possa avvenire in modo efficace, soprattutto relativamente al settore dell'energia elettrica fotovoltaica.

Nelle righe seguenti il tema delle energie rinnovabili verrà affrontato in tre sezioni distinte. Nella prima verrà restituita la situazione italiana ad oggi, nella seconda

saranno brevemente descritte alcune tra le potenzialità del nostro paese, mentre nella terza verrà presentato uno scenario possibile, frutto dell'analisi critica fatta da EStà, di alcune tra le simulazioni prodotte dai maggiori studiosi. Un cenno ai temi occupazionali, più ampiamente ripresi nel capitolo 8, chiuderà l'esposizione. Lo scenario troverà quindi una sintesi nell'infografica posta al termine di questo capitolo e verrà ripreso nel capitolo finale dedicato agli investimenti, all'occupazione e al valore aggiunto.

1. La situazione attuale

1.1 Le fonti rinnovabili per l'energia elettrica

In Italia nel 2019 la potenza elettrica da fonti rinnovabili installata tocca i 55,2 GW (circa 36,3 GW se si esclude l'idroelettrico "storico" già installato nel nostro Paese pari a poco meno di 19 GW). La dinamica storica dice che nel 2010 la quota era di poco superiore alla metà (circa 30GW). La comparazione internazionale suggerisce che si tratta di un dato complessivamente in linea con Francia, Spagna e Regno Unito, ma nettamente inferiore a quello tedesco, che nel 2019 raggiunge i 125,3 GW.

Entrando nel dettaglio delle fonti, la potenza fotovoltaica installata in Italia è pari a 20,8 GW e nell'eolico a 10,6 GW e a 18,9 GW nell'idroelettrico. La quota di biomassa ad uso specificamente elettrico fornisce una quota aggiuntiva pari a 4,37 GW (fonte dati: ANIE Rinnovabili).

Nel complesso durante il 2019 la quota di domanda elettrica nazionale coperta da fonti rinnovabili è stata pari al 35,9%. In valore assoluto si tratta del dato più alto di sempre, ma in valore percentuale è inferiore al massimo toccato nel 2014 con il 38,6% (fonte: Terna).

Il settore dell'energia elettrica rinnovabile, come è noto,

abbisogna dello sviluppo di un sistema di **stoccaggio** che permetta di rimediare alle fluttuazioni delle fonti, non essendo possibile avere un flusso costante di energia da sole e vento. Escludendo la quota di accumulo data dal pompaggio idroelettrico, oggi in Italia si assiste a una crescita sempre più netta della percentuale fornita da batterie a ioni di litio, essendosi ridotti a valori molto bassi le batterie a piombo acido, a sodio e zolfo e le altre tecnologie.

I dati dell'emergenza Covid hanno, peraltro, dimostrato la resilienza della rete elettrica. Si consideri che a maggio 2020, grazie anche alla richiesta elettrica in ribasso, le rinnovabili hanno coperto il 52% della domanda.

1.1.2 Le fonti rinnovabili per l'energia termica.

In Italia le fonti rinnovabili termiche forniscono una quantità di energia da consumo leggermente superiore all'insieme delle fonti rinnovabili elettriche, grazie soprattutto alle biomasse che forniscono i tre quarti circa delle rinnovabili termiche (comprendendo nel computo 7 milioni di stufe a pellet). Alle biomasse va inoltre sommata un'ulteriore capacità termica installata, attualmente pari a 124 GW (Fonte: Cresme e GSE), data sia dal solare termico, sia e soprattutto dalla presenza di 19,6 milioni di pompe di calore.

1.1.3 Il settore dei trasporti

In questo ambito la situazione italiana appare molto arretrata. Gli ultimi dati disponibili (GSE 2017) quantificano nel 6,5% la percentuale di energia rinnovabile impiegata nel settore trasporti, dato ottenuto sommando i **biocarburanti** con l'energia elettrica. Una percentuale inferiore a quella dell'anno precedente (7,5%), che conferma i trasporti come una delle aree a

penetrazione più complicata. A questo settore, in cui in futuro dominerà la mobilità elettrica, verrà dedicato un capitolo specifico nel seguito di questo studio.

2. Potenzialità

Per la sua posizione geografica l'Italia gode di un irraggiamento solare maggiore di molti altri paesi europei. Al contrario, le caratteristiche morfologiche di una parte rilevante del suo territorio fanno sì che essa disponga di minor potenziale eolico, sebbene gli sviluppi dell'eolico *offshore* potrebbero rafforzare la produzione elettrica anche in questo ambito.

Ad oggi il modello energetico del nostro paese, oltre che ambientalmente non sostenibile, è anche largamente dipendente dall'estero. Nel 2018 l'Italia ha infatti importato il 100% del carbone e oltre il 90% del petrolio e del gas fossile necessari per soddisfare la domanda di energia del Paese, arrivando a una quota di importazione, rispetto all'energia primaria, pari a circa il 76,5% (Greenpeace, 2020). Di conseguenza la sostituzione di energia fossile con energia rinnovabile rappresenta anche una potenzialità di maggior controllo politico in un settore chiave, e una potenzialità di risparmio economico.

3. Scenari

Nell'ottobre 2014 il Consiglio Europeo ha adottato il "2030

climate & energy framework" che fissa il nuovo quadro di riferimento per il clima e l'energia. Dopo la revisione al rialzo del 2018 del secondo e terzo fra essi, gli obiettivi fissati dal framework per il periodo dal 2021 al 2030 sono i seguenti:

- Almeno il 40% di riduzione delle emissioni di gas serra (rispetto ai livelli del 1990)
- Almeno il 32% di quota per le energie rinnovabili
- Un miglioramento dell'efficienza energetica di almeno il 32,5%

Gli Stati membri sono stati quindi obbligati ad adottare piani nazionali integrati per il clima e l'energia (National Energy and Climate Plans – NECPs) per il periodo 2021-2030 e a tal fine l'Italia ha predisposto la già citata Proposta di Piano Nazionale Integrato per Energia e Clima (PNIEC) che ha tuttavia abbassato l'obiettivo sulle fonti di energie rinnovabili al 30%.

La CE punta invece ad aumentare in modo responsabile le riduzioni di emissioni per il 2030 al 55% rispetto ai livelli del 1990; meno del 60% recentemente espresso dal Parlamento europeo, ma comunque ben oltre il 40% di cui sopra.

Il PNIEC appare pertanto insufficiente per realizzare gli obiettivi intermedi necessari alla decarbonizzazione del nostro paese entro il 2050. Partendo da questa considerazione lo studio ha provato a fare altre simulazioni più adeguate allo scopo finale contenute principalmente nel capitolo conclusivo, ma contestualizzate e parzialmente anticipate nel presente.

Esistono già diversi scenari al 2050 relativi alle energie rinnovabili e rispetto alla situazione nel nostro paese

ne sono stati prodotti tra gli altri da Greenpeace, Legambiente, e dal CNR (Meneguzzo et al. 2015), oltre alle produzioni istituzionali sia ad opera dei Ministeri dello sviluppo economico, dell'ambiente, tutela del territorio e del mare e delle infrastrutture e trasporti italiani (contenute nel PNIEC), sia ad opera della Commissione europea (Long term strategy al 2050 e relativa In depth analysis, queste ultime riferite allo scenario continentale). I principali scenari sono stati analizzati criticamente da EStà e da questa analisi è stata tratta una sintesi presentata qui di seguito e riassunta nell'infografica posta a fondo capitolo.

Il ruolo dell'elettricità e il mix delle fonti

Il presupposto comune ai diversi scenari è l'ampio sviluppo del settore elettrico, grazie al quale una serie di consumi oggi affidati all'energia termica (energia da produzione, climatizzazione, trasporti...) potranno essere ricondotti ad una fonte rinnovabile. L'elettricità non potrà comunque sostituire completamente le altre forme di energia rinnovabile e una quota di solare termico e di biomasse dovrà necessariamente essere prevista. L'elettricità infine avrà bisogno di un imponente sistema di stoccaggio.

La simulazione di EStà (v. infografica) prevede quindi: una diminuzione della domanda complessiva di energia grazie ad un guadagno di efficienza; un soddisfacimento della domanda rimanente con circa l'86% di energia elettrica e il resto con le fonti citate, la produzione di questo 86% per i 4/5 grazie all'estensione del fotovoltaico (da tetti, ma non solo; gli impianti a terra dovranno avere un ruolo importante, con un'attenzione per l'agrofotovoltaico) e solo in parte minore grazie all'eolico;

un sistema di accumulo basato in netta prevalenza sulle batterie al litio e sull'idrogeno per la parte rimanente, in particolare Power to gas - P2G- per lo stoccaggio stagionale.

Questi calcoli sono stati basati sulle proiezioni elaborate dall'associazione europea del fotovoltaico, Solar Power Europe (SPE, 2020). L'elettrificazione del settore energetico, che comprende energia, calore e trasporti, può, secondo il rapporto SPE, portare infatti ad una quota di elettrificazione dell'86% . Rispetto al **mix delle fonti**, nel rapporto SPE sulla fattibilità dello scenario 100% rinnovabile, il solare genera oltre il 60% dell'elettricità dell'UE entro il 2050. Tuttavia considerando le caratteristiche del nostro paese e una serie di studi autorevoli questa percentuale, nell'infografica e nei calcoli su occupazione, valore aggiunto e investimenti è stata adattata al contesto nazionale.

L'eolico, pur importante, non appare infatti in grado di offrire nel nostro paese un contributo percentuale troppo elevato, l'ANEV, l'associazione italiana dell'eolico stima per il 2030 un valore prudenziale¹. In realtà, con uno sguardo al 2050, potrebbe aggiungersi anche una quota di eolico *off-shore*: uno studio del 2019 dell'associazione europea dell'eolico (WindEurope) valuta un potenziale elevatissimo per la produzione eolica (equivalente a 38,7 Mtep²), in grado di soddisfare il 30% della domanda

1 "In via cautelativa, quindi, è stato ricavato il potenziale realizzabile, che si basa su criteri e dati scientifici, ricavati dall'esperienza delle aziende associate. I risultati dello studio individuano 18,4 GW di potenziale eolico installabile entro il 2030, cui corrisponderebbe una produzione annuale di energia elettrica pari a 40,1 TWh" https://www.anev.org/wp-content/uploads/2019/10/Anev_brochure_2019web.pdf

2 Si è scelto di conservare in alcuni casi l'unità di misura Mtep poiché essa è il punto di riferimento utilizzato in una grande quantità di dati e riferimenti nel PNIEC.

europea di elettricità. L'85% di questa potenza tuttavia è ipotizzata nei mari del Nord Europa, mentre circa 2,7 Mtep potrebbero essere localizzati nel Mediterraneo orientale (Italia, Grecia e Turchia)³. Ipotizzando ottimisticamente che un terzo possa essere attribuito all'Italia, a metà secolo in Italia potremmo complessivamente ipotizzare

2,6-3 Mtep eolici.

Il fotovoltaico, al contrario, gode nel nostro paese di prospettive migliori rispetto alla media europea. La potenziale estensione del solare è infatti enorme tenendo conto della possibilità di copertura di tetti e facciate degli edifici⁴ e della possibilità di realizzazione di impianti a terra (siti industriali abbandonati, ex cave, discariche rifiuti a fine vita, ma anche su terreni agricoli abbandonati). Potrebbe inoltre avere un ruolo anche il solare termico a media e alta temperatura generato con concentratori, per alcune applicazioni industriali.

Assumendo come base le proiezioni PNIEC dei consumi finali di energia elettrica, gli obiettivi PNIEC prevedono che il solare contribuisca, nel 2030, per il **24,1% (6,3 Mtep)** alla loro copertura. Una copertura dell'80% nel 2050, richiederebbe invece che, nel 2030, il solare sia in grado di soddisfare almeno il 40% del fabbisogno elettrico complessivo, vale a dire **10,4 Mtep** (ovvero almeno **4,1 Mtep** in più rispetto a quanto già previsto dal PNIEC).

Se la domanda finale di energia elettrica evolve come

³ <https://windeurope.org/wp-content/uploads/files/about-wind/reports/WindEurope-Our-Energy-Our-Future.pdf>

⁴ Stime dell'IEA riferite al 2002, citate a p. 14 da Meneguzzo et al. (2015), indicano che la superficie "pannellabile" degli edifici allora esistenti ammontava a 764 km² sui tetti e a 286 km² sulle facciate con un potenziale di produzione elettrica di 126 TWh (10,8 Mtep). Considerando che la dotazione minima necessaria di superficie pannellabile è di circa 8 m² per edificio, non sembrano esservi vincoli di spazio disponibile all'installazione di pannelli fotovoltaici su 100mila edifici nel prossimo decennio.

previsto dal PNIEC, tale obiettivo è tutt'altro che utopistico e potrebbe essere tecnicamente raggiunto installando, tra il 2020 ed il 2030, pannelli fotovoltaici su circa 10mila edifici esistenti all'anno, ovvero dotando di pannelli fotovoltaici meno dell'1% del parco residenziale esistente in dieci anni⁵.

Coerentemente con questi dati l'infografica di fine capitolo si riferisce ad un 80% di quota di fotovoltaico rispetto alla domanda elettrica al 2050. Gli stessi dati sono serviti per il calcolo di investimenti occupati e valore aggiunto per il settore delle rinnovabili che si trova nel capitolo finale.

L'efficienza

Le stime relative all'efficienza sono state condotte tenendo in considerazione un valore intermedio tra il 34% previsto dagli Studi di Mark Jacobson dell'università di Stanford e quanto dice Solar Power Europe (SPE, l'associazione europea del fotovoltaico) che stima un taglio dei consumi di energia primaria del 14%.⁶ N.B. In questo studio si è scelto un atteggiamento conservativo, nonostante stime autorevoli (ad esempio quelle dell'istituto Fraunhofer⁷) valutino possibilità di efficientamento pari anche al 50%. Le difficoltà del settore degli edifici in Italia fanno propendere per la prudenza, riflessa nell'infografica.

⁵ V. nota precedente

⁶ "100% renewable Europe", Solar Power Europe, 2020

⁷ https://www.isi.fraunhofer.de/content/dam/isi/dokumente/ccx/2019/Report_Energy-Savings-Scenarios-2050.pdf

Altre fonti rinnovabili

Oltre all'elettricità, come ricordato poco sopra, in uno scenario di neutralità climatica al 2050 potrebbero avere un ruolo altre forme di energia da fonti rinnovabili. Ad esempio il solare termico a media e alta temperatura generato con concentratori per alcune applicazioni industriali. Andrebbe poi considerato il contributo delle biomasse che possono continuare ad avere un ruolo, anche in considerazione della recente introduzione di caldaie ad altissima efficienza e bassissimo impatto ambientale.

L'accumulo

I sistemi di accumulo elettrochimico sono considerati centrali in molti studi. Ad esempio nell'analisi Solar Power Europe sulla possibilità di avere un'Europa 100% rinnovabile, si ipotizza che le **batterie al litio** soddisferanno la maggior parte delle esigenze di accumulo, raggiungendo quote comprese tra il 67 e il 70%. Un ruolo preponderante giustificato anche dalle continue evoluzioni tecnologiche e dalla possibilità crescente di riutilizzo delle batterie al litio di grandi dimensioni, una volta esaurite nel loro compito originario, per usi che necessitano prestazioni inferiori.

Un'altra importante modalità di accumulo sarà presumibilmente basata sull'**idrogeno**, dati anche i prezzi in calo di una tecnologia fino a poco fa considerata troppo costosa per un investimento su ampia scala. L'idrogeno potrà svolgere un ruolo importante soprattutto attraverso la sua conversione in metano attraverso il processo P2G per garantire accumuli di carattere stagionale. A settembre 2020 Francia e Germania hanno annunciato un patto comune e un investimento rispettivamente

di 7 e 9 miliardi di euro entro il 2030 per la ricerca e lo sviluppo dell'accumulazione da idrogeno nel mentre Bruxelles segnalava la necessità di un investimento europeo complessivo di 130 miliardi di euro per il periodo. L'Italia sta valutando un ruolo soprattutto attraverso Enel e Snam (gestore di un imponente infrastruttura di gasdotti riconvertibili per il trasporto di idrogeno).

Le prospettive occupazionali

Come ricordato precedentemente il tema verrà trattato nel capitolo conclusivo di questo studio, in coerenza con il piano di investimenti suggerito, tuttavia alcune contestualizzazioni e considerazioni preventive appaiono opportune, dato il peso decisivo del settore dell'energia rinnovabile nel processo di neutralità climatica.

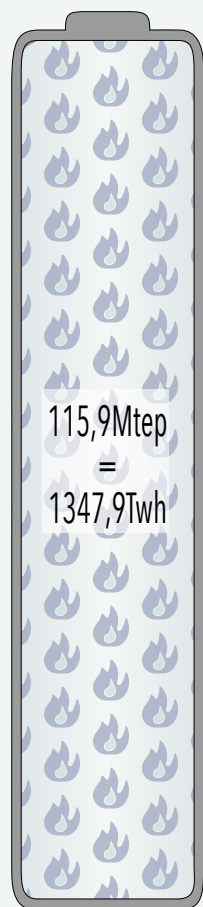
In particolare appare utile riferirsi ad uno studio del 2017 di Hiroki Hondo and Yue Moriizumi nel quale i due autori hanno studiato le caratteristiche occupazionali di nove diverse tecnologie di generazione di energia rinnovabile: due tipi di solare fotovoltaico, eolico, idroelettrico su piccola scala, geotermico, biomasse legnose e tre tipi di biogas. L'analisi utilizza un modello di Input-Output focalizzato sulle energie rinnovabili sviluppato per esaminare gli impatti ambientali e socio-economici del ciclo di vita delle tecnologie e delle politiche di generazione. L'analisi rivela che ci sono differenze notevoli tra gli impatti delle nove tecnologie sull'occupazione. Il potenziale totale di creazione di posti di lavoro nel corso del ciclo di vita è stimato nell'ordine di 1,04-5,04 persone-anno per GWh. Come precisa Mario Pagliaro: *"il fotovoltaico residenziale crea 2,73 posti di lavoro permanenti ogni anno per ogni milione di kilowattora generati (N.B. generati, non installati il rapporto tra kw installati e generati e di circa 1 a 1000. NdR),*

il fotovoltaico utilizzi scale 2,84 posti di lavoro e l'eolico 1,84. I posti di lavoro sono distribuiti tra la fase di costruzione quella di conduzione e manutenzione degli impianti. Ma, mentre nel caso del fotovoltaico residenziale solo il 23% delle opportunità di impiego e totali risiede nella manutenzione e il 77% nella costruzione installazione dell'impianto, nel caso delle centrali solari fotovoltaiche il 39,7% degli impieghi si creano nella fase di operation and maintenance perché i parchi fotovoltaici vanno costantemente monitorati da ingegneri elettrici e mantenuti da tecnici qualificati" (Pagliaro, 2018).

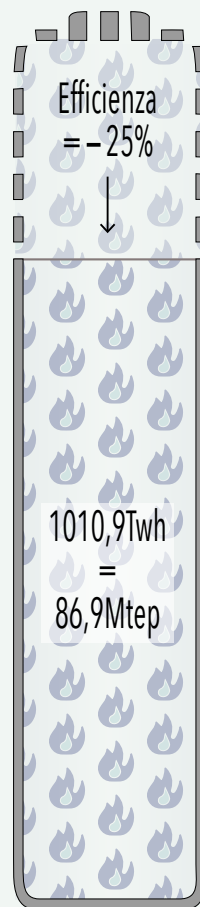
Nel capitolo conclusivo del presente studio sono stati invece adoperati i moltiplicatori calati sul contesto italiano specifico, ossia i moltiplicatori basati sull'interazione tra i settori (il metodo input/output) e il moltiplicatore SAM (che tiene conto anche degli effetti fiscali e redistributivi). I calcoli tengono conto dell'attuale tessuto industriale italiano, i risultati invece sarebbero migliori nel caso (si veda la simulazione al termine del capitolo 8) vi fossero investimenti aggiuntivi destinati alla ricerca e sviluppo e all'innovazione tecnologica⁸

⁸ Per capire il peso della ricerca e sviluppo si ricorda quanto già detto nell'introduzione, ossia che occorre considerare come ogni filiera produttiva sia composta da una serie di fasi. Un pannello fotovoltaico va ideato, progettato, realizzato, venduto, impiantato, mantenuto e alla fine dismesso. Ad ogni passaggio della filiera corrisponde una produzione di valore aggiunto e di occupazione, ma la quantità di valore aggiunto e la qualità dell'occupazione sono più alte in alcune fasi (quelle a più alto contenuto tecnologico) e meno in altre. Brevettare e produrre pannelli di nuova generazione non ha lo stesso impatto sulla ricchezza e il tipo di occupazione che installarli sui tetti, attività oggi prevalente in Italia.

CONSUMO DI ENERGIA IN ITALIA: una roadmap per il 2050

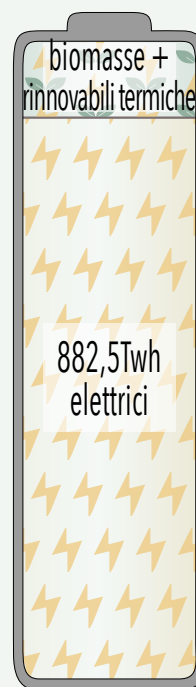


2020

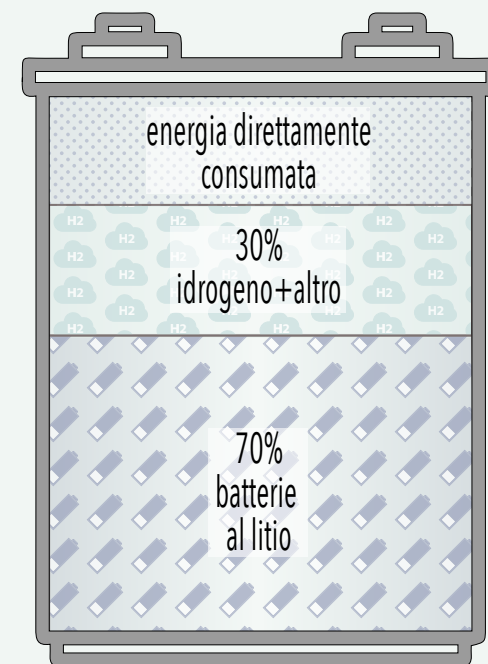
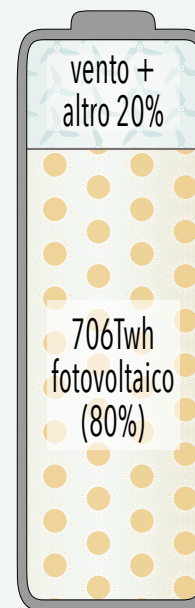


2050

di cui



di cui



STOCCAGGIO DELL'ENERGIA
ELETTRICA AL 2050

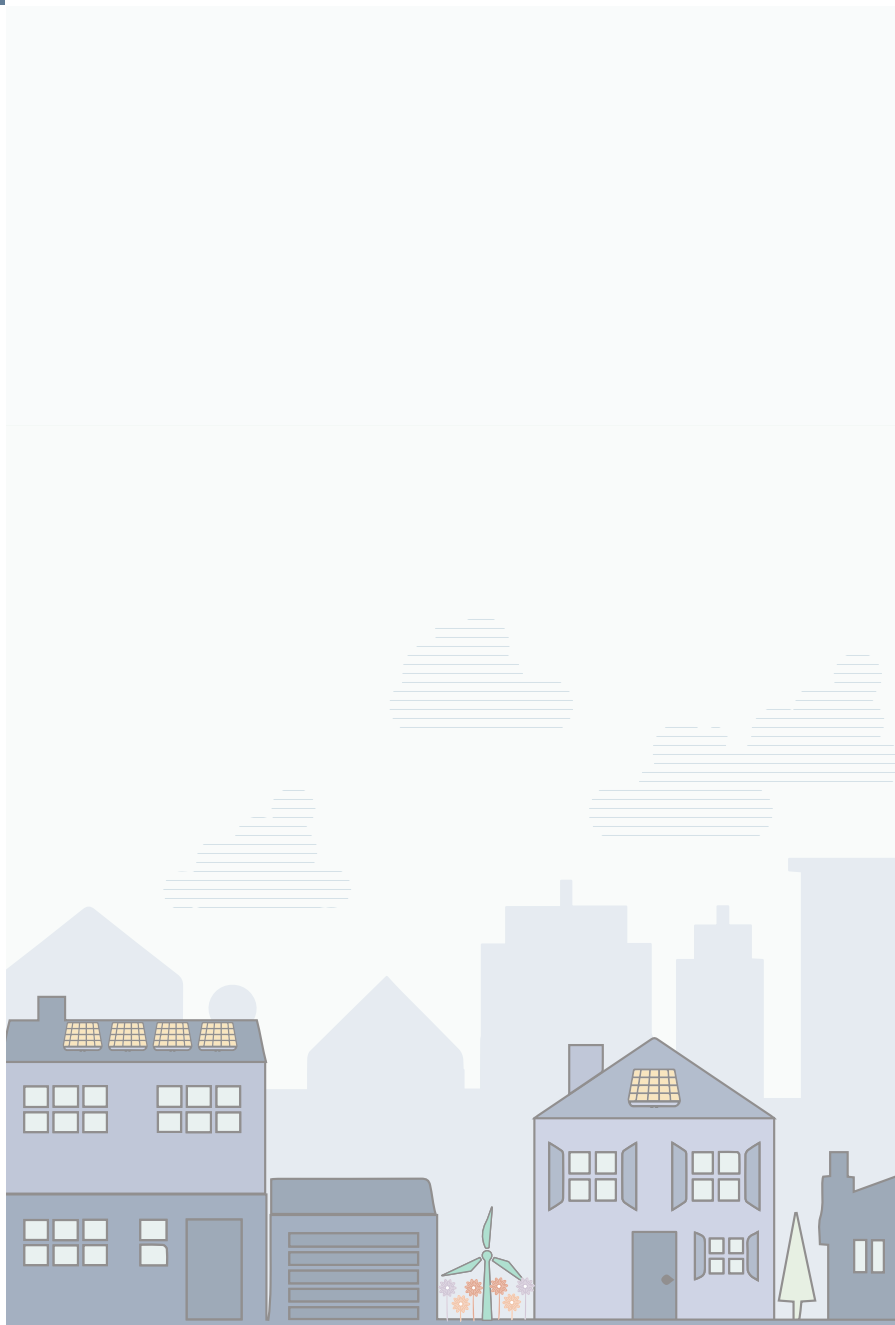
CONSUMO FINALE

N.B. : non si considerano le interconnessioni con altri stati

FONTI: Mark Jacobson: "clean renewable energy and storage for everything (2017)"

- Meneguzzo F., Pagliaro M. et al: "Renewable: a sustainable energy transition roadmap (2016)"

- Elaborazioni di Gianni Silvestrini e di EStà (2020)



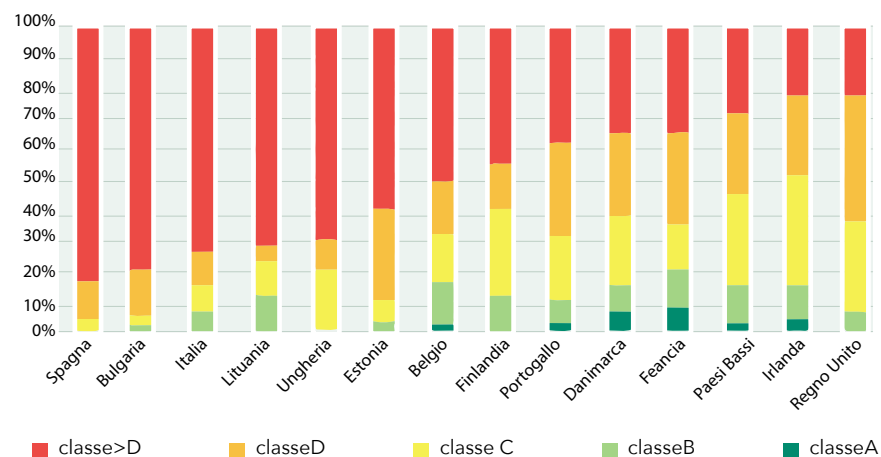
3. Gli edifici

1. La situazione attuale

In Europa il 74% degli edifici è destinato ad abitazione, mentre in Italia questa percentuale sale all'89%. Analizzando il grafico delle abitazioni suddivise per classe energetica nei vari stati, l'Italia è al terzo posto con più del 70% degli edifici caratterizzati da basse prestazioni energetiche e da una classe energetica superiore a D (figura 12).

85% Le abitazioni in Italia con scarsa performance di isolamento termico

La ripartizione delle abitazioni per classe energetica nei Paesi europei



Fonte: Buildings Performance Institute Europe

Figura 12, Suddivisione per classe energetica delle abitazioni nei paesi europei (Fondazione Per Lo Sviluppo Sostenibile Outlook, 2019)

Non a caso l'81,4% degli edifici esistenti ad uso residenziale in Italia sono stati realizzati prima del 1990, ovvero l'anno antecedente a quello in cui fu emanata la Legge 10 che stabilisce alcune indicazioni per regolare l'efficienza energetica degli edifici. Nel 2014 l'ISTAT ha pubblicato inoltre un report sullo stato degli edifici e delle abitazioni sulla base dei dati raccolti nel censimento del 2011. Da esso è emerso che gli edifici residenziali sono 12.187.6981 e che le persone residenti per edificio sono mediamente 4,83.

1.1 I consumi energetici

Dai dati disponibili Eurostat si evidenzia che, nonostante vi sia stato un cambio di mix energetico e una variazione nel tempo, la domanda di energia primaria degli edifici (nel 2017 pari a 159,5 Mtep) sia addirittura lievemente superiore ai valori del 1990.

Rapportando il consumo finale di energia con la superficie utile, si può vedere come vi sia stata una costante riduzione della media europea mentre tale valore, pari a circa 170 kWh/m² anno, è rimasto pressoché costante in Italia dal 2000 sino al 2014 (Figura 13). Nel PNIEC vi è stato un ulteriore aggiornamento ed è stato stimato che sino al 2018 il consumo medio annuale negli edifici residenziali è di circa 145 kWh/m².

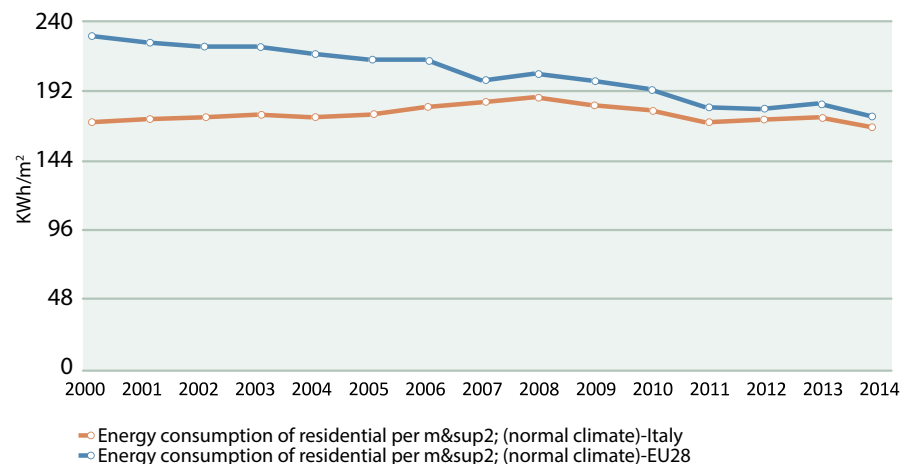


Figura 13 - Consumo energetico medio degli edifici residenziali italiani e della media europea dal 2000 al 2014 (European Commission, 2016)

Nell'ambito dei consumi per usi civili degli edifici, il settore residenziale (ossia le famiglie) è responsabile del 63,8% pari a 32,6 Mtep nel 2017. Anche in questo caso i consumi sono superiori ai livelli del 1990 pari a circa 26 Mtep e si registra un significativo incremento nell'uso di biocombustibili mentre il gas naturale si conferma come principale fonte di energia rappresentando oltre il 50% del consumo nel settore residenziale.

Secondo i dati del 2017, il consumo finale di energia nell'ambito degli edifici residenziali viene ripartito in:

- il 70% per la climatizzazione (riscaldamento e raffrescamento);
- l'11,8 per l'illuminazione e gli apparecchi elettrici;
- il 17,7% per usi cucina e acqua calda sanitaria.

Seppur ancora in maniera non così rilevante sul consumo finale, l'introduzione degli obiettivi sulla produzione di

energia da fonti rinnovabile e il conseguente sistema di incentivazione per supportare questa transizione, dal 2006¹ ha generato in Italia e nel resto dell'Europa un significativo aumento nella produzione di energia da fonti rinnovabili “sul posto” (Figura 14).

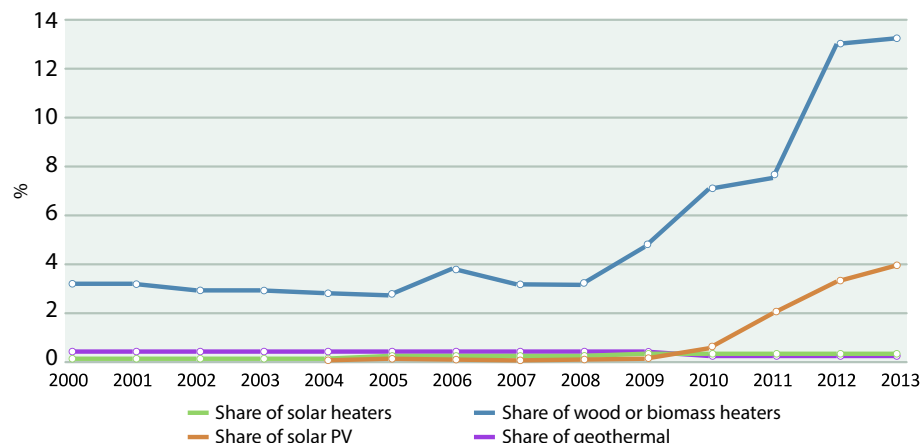


Figura 14 - Situazione italiana della produzione di energia rinnovabile sul posto indicata come percentuale rispetto al consumo totale di energia dell'edificio (European Commission, 2016)

1.2 Gli investimenti

In Italia, nell'ambito delle abitazioni, si segnala una costante crescita di investimenti sia nelle nuove costruzioni, sia nella manutenzione straordinaria, che costituisce circa il 73% degli investimenti nelle costruzioni residenziali e il 36,5% di tutti gli investimenti nelle costruzioni.

Gli investimenti complessivi nelle abitazioni nel 2019 sono pari a 64.940 milioni di euro e mostrano un incremento

dell'1,9% rispetto al 2018. L'ambito delle **manutenzioni straordinarie** del patrimonio abitativo esistente ha visto un livello degli investimenti nel 2019 pari a 47.395 milioni di euro, rappresentando circa il 37% del valore degli investimenti nel settore delle costruzioni (NB tale stima è stata fatta prima delle particolari condizioni del 2020 che hanno portato all'introduzione del Superbonus del 110% i cui effetti saranno misurabili anche in funzione di quanto resterà strutturale. L'introduzione di questa nuova percentuale di detrazione Irpef e Ires è stata fatta con il meccanismo degli interventi “trainanti” ovvero specifici interventi che sono necessari per accedere al bonus e che possono trainare al 110% anche altri interventi. La decisione di stabilire degli interventi trainanti porterà ad agire su due elementi chiave del costruito al fine di migliorarne significativamente la qualità e le prestazioni energetiche: le superfici opache dell'involucro edilizio e gli impianti di climatizzazione invernali esistenti). All'interno di questi interventi vi sono specifiche attività inerenti alla riqualificazione energetica effettuati avvalendosi dei **bonus fiscali** che, pur essendo stati introdotti precedentemente, solo dal 2011 hanno visto una vera attivazione grazie alla nuova normativa che consentiva di ripartire la detrazione in 10 rate annuali. Nel 2011 si è passati infatti da 478 milioni di euro del periodo precedente a 3,38 miliardi e vi è stato poi un nuovo significativo incremento nel 2013 dovuto probabilmente alla normativa che ha aumentato la detrazione d'imposta, dal 55% al 65%. Negli anni successivi seppur con lievi variazioni è proseguita una spesa media superiore ai 3 miliardi di euro all'anno. Complessivamente nel periodo dal 2008 al 2016 gli interventi di riqualificazione energetica effettuati ammontano a circa 3,21 milioni e ad essi è associata una spesa totale di 20,91 miliardi di euro

¹ Il 2006 è l'anno in cui è stato introdotto il primo Conto Termico con il DM 6 febbraio 2006 che prevedeva l'incentivazione degli impianti fotovoltaici.

e una spesa media per intervento pari a 6.500 euro. Le agevolazioni richieste ammontano a 1,28 miliardi di euro e la detrazione media per intervento è pari a 399 euro. Nel 2020 all'interno di una maxi-manovra economica per il rilancio dell'Italia dopo l'emergenza Covid-19, è stato introdotto il cosiddetto "Superbonus 110%" che aumentata la detrazione di imposta sino al 110% da ripartire in 5 anni per le per spese di riqualificazione energetica, misure antisismiche e installazioni di impianti fotovoltaici sostenute dal 1° luglio 2020 fino al 31 dicembre 2024. Nell'attesa di capire se la misura sarà ulteriormente prolungata o diverrà addirittura strutturale, questa sarà in ogni caso un'ulteriore occasione per perseguire gli obiettivi futuri fissati per l'edilizia e per dare una spinta al settore portando giovamenti non solo alle aziende e ai professionisti che curano i lavori ma anche ai singoli cittadini che saranno invogliati a ristrutturare i propri immobili.

	Numero di interventi	Importo spesa		Detrazione	
		ammontare	media	ammontare	media
Ante 2011	28.546	478.654.748	16.768	26.397.738	925
2011	411.155	3.383.937.175	8.230	186.144.200	453
2012	422.340	2.900.236.112	6.867	159.543.566	378
2013	647.958	3.986.663.260	6.153	249.703.383	385
2014	503.662	3.283.674.102	6.520	213.476.568	424
2015	566.663	3.411.717.372	6.021	221.805.208	391
2016	629.541	3.646.006.779	5.502	225.209.891	358
Non disponibile	4	11.133	2.783	614	154
Totale	3.209.869	20.908.900.681	6.514	1.282.281.168	399

Figura 15 - Importo delle spese e detrazioni per lavori di riqualificazione energetica, anni 2008-2016 (Agenzia delle Entrate, 2019)

2. Gli scenari futuri, realtà attuale a confronto con le politiche istituzionali (il PNIEC)

Differentemente da quanto accade con le energie rinnovabili (v. capitolo 2) **sull'efficienza energetica il PNIEC ha compiuto uno sforzo migliorativo** rispetto a quanto previsto dall'UE. Nel piano italiano l'obiettivo europeo del 32,5% è stato infatti innalzato sino alla quota indicativa di riduzione dei consumi al 2030 pari al 43% dell'energia primaria e **al 39,7% dell'energia finale**.

La traiettoria delineata per il nostro paese nel PNIEC partendo da livelli di consumo del 2020, pari a 142 Mtep di energia primaria e 116 Mtep di energia finale, consente di ridurli sino a raggiungere un consumo interno lordo al 2030 pari a 125,1 Mtep ed un consumo finale di energia pari a 103,8 Mtep. Questa proiezione è stata creata per conseguire i risparmi obbligatori dello 0,8% annuo rispetto alla media di energia finale consumata nel triennio 2016-2017-2018, definiti ai sensi dell'articolo 7 della Direttiva EED dell'11 dicembre 2018, e per conseguire il risparmio del 43% rispetto allo scenario PRIMES 2007.

Il settore delle costruzioni edili, come anticipato precedentemente, può contribuire significativamente all'efficientamento energetico complessivo del paese, poiché il solo ambito residenziale era responsabile al 2017 del 26,8% del consumo di energia finale totale. Mantenendo questo rapporto e il tasso annuo di risparmio pari al 0,8% è possibile stimare che i risparmi cumulati nel settore residenziale al 2030 si potrebbero aggirare intorno a 13,78 Mtep. Ma il PNIEC attribuisce al settore edilizio un compito maggiore rispetto ai due altri settori interessati dall'efficientamento energetico (trasporti

e industria) ed alza l'asticella per le costruzioni a 18,24 Mtep. Al fine di raggiungere questa quota è tuttavia **necessario, secondo gli scriventi, incrementare la percentuale di risparmio energetico** annuo nel settore dallo 0,8%, indicato dal PNIEC, all'1,06%, ovvero da 0,251 Mtep a **0,332 Mtep annui**.

Per valutare **il tasso di riqualificazione energetica attuale**, e quindi anche i conseguenti risparmi energetici conseguibili nel prossimo futuro a scenari invariati, possono essere utili i dati raccolti dal meccanismo di incentivazione degli interventi di efficienza energetica legati all'**Ecobonus**. Nel periodo 2014-2018 sono stati realizzati più di 1.700.000 interventi, di cui oltre 334.000 solamente nel 2018 suddivisi in diverse tipologie tra cui:

- 138.790 richieste per la sostituzione dei serramenti corrispondenti al risparmio di 32,76 ktep;
- 25.267 per la coibentazione dell'involucro edilizio corrispondenti al risparmio di 28,03 ktep (N.B. il miglior rapporto risparmio/intervento);
- 89.262 per la sostituzione dell'impianto di climatizzazione invernale corrispondenti al risparmio di 26,57 ktep.

L'investimento complessivo è stato di 3,331 miliardi di euro, in linea con l'andamento degli anni precedenti visto al punto 1.2, e ha generato un risparmio, in leggera flessione rispetto al 2017, di 1.155 GWh/anno **pari a 99 ktep/anno** (figura 16).

Intervento	n.	%	M€	%	Gwh/a	%
condomini	477	0,14%	55,5	1,67%	18,3	1,58%
riqualificazione globale	2.674	0,80%	249	7,47%	72	6,20%
coibentazione involucro	25.267	7,55%	901	27,05%	326	28,18%
sostituzione serramenti	138.790	41,45%	1.072	32,18%	381	32,97%
schermature solari	70.491	21,05%	128	3,84%	14	1,22%
pannelli solari per ACS	5.578	1,67%	36	1,09%	28	2,42%
climatizzazione invernale	89.262	26,66%	873	26,20%	309	26,73%
building automation	2.307	0,69%	17	0,50%	8	0,69%
Totale	334.846	100%	3.331	100%	1.155	100%

Figura 16 - Sintesi degli interventi di riqualificazione energetica eseguiti nel 2018 suddivisi per tipologia (ENEA, 2019)

Periodo	Risparmi in GWh	Risparmi in Mtep	Media annua in Mtep
2014-2018	5.800	0,498	0,125
2011-2018	10.100	0,868	0,124
2007-2018	16.400	1,410	0,128

Un altro sistema di incentivazione largamente diffuso è il **Bonus Casa**. Esso comprende interventi che, nell'ambito di lavori di ristrutturazione più ampi e non specifici per migliorare le prestazioni energetiche dell'immobile, non sono stati incentivati con il meccanismo dell'Ecobonus. Seppur con esso si ottengano risparmi energetici inferiori, nel 2018 sono pervenute ad ENEA oltre

300.000 richieste di accesso all'incentivo, per oltre 500.000 interventi eseguiti corrispondenti ad un **risparmio energetico conseguito di 0,061 Mtep. Sommando i risparmi ottenuti nel 2018 con i due sistemi si raggiunge il valore complessivo di 0,16 Mtep corrispondente quasi alla metà del risparmio annuo** necessario per il raggiungimento degli obiettivi del PNIEC. Tali valori, pur quantitativamente insufficienti confermano qualitativamente l'efficacia della spinta indotta dai sistemi di incentivazione ed evidenziano quali siano i potenziali risparmi conseguibili.

Nel prossimo futuro sarà sempre più necessario

l'impiego di tecnologie che siano in grado di assicurare bassi fabbisogni di riscaldamento, raffrescamento e acqua calda sanitaria (ACS), da soddisfare con elevata efficienza energetica e con l'utilizzo di fonti rinnovabili. Sono numerose le tecnologie già disponibili e utilizzate che hanno giocato e continuano a ricoprire un ruolo strategico, quali ad esempio le pompe di calore. Oltre a incentivare la diffusione di **nuove tecnologie impiantistiche** che sono sempre più performanti, occorrerebbe focalizzarsi sull'**involucro edilizio**. Da questo punto di vista l'avanzamento tecnologico si è concentrato principalmente sui materiali impiegati, ovvero i materiali isolanti, gli elementi vetrati e i telai dei serramenti. Il contributo per la diffusione degli interventi di ristrutturazione edilizia dell'edificio è fondamentale poiché sono quelli che al momento possono dare un'accelerazione consistente ai risparmi energetici conseguibili e che allo stesso tempo sono meno diffusi poiché più costosi e con problematiche di cantiere e tempi di realizzazione più elevati. Per far fronte a tali problematiche e attivare un processo di riqualificazione del parco edilizio italiano esistente, i meccanismi di incentivazione sono uno strumento efficace che già negli ultimi anni hanno portato a notevoli progressi già evidenziati precedentemente, né d'altra parte sono pensabili meccanismi diversi, trattandosi di un settore in gran parte nelle mani della proprietà privata delle famiglie. Gli incentivi dunque con massimali di detrazione relativi alle spese sull'involucro edilizio adeguati e che davvero tengano in conto del maggiore costo e delle elevate problematiche di cantierizzazione di queste opere possono continuare ad essere la strategia per indurre la riqualificazione energetica del patrimonio esistente, sebbene i livelli quantitativi vadano allineati con

obiettivi assai più alti degli attuali, come si evidenzierà nel capitolo di questo studio relativo agli investimenti.

EDIFICI ed EFFICIENZA ENERGETICA



EDIFICI ED EFFICIENZA ENERGETICA

GLI SCENARI

ATTUALE = **0,16 Mtep** di EFFICIENTAMENTO ANNUO

PREVISTI dal PNIEC = **0,332 Mtep annui** corrispondenti a obiettivo di **-39,7% efficientamento (1990-2030)**

LA FOTOGRAFIA ITALIANA

EDIFICI RESIDENZIALI = 12 milioni
di cui: **81,4%** precedenti al 1990
85% in classe "D" o peggiore

= **26,8%** CONSUMO DI
ENERGIA FINALE

CONSUMI ENERGETICI



70%
climatizzazione



11,8%
illuminazione e
apparecchiature elettriche



17,7%
usi cucina e acqua
calda sanitaria

LA TENDENZA



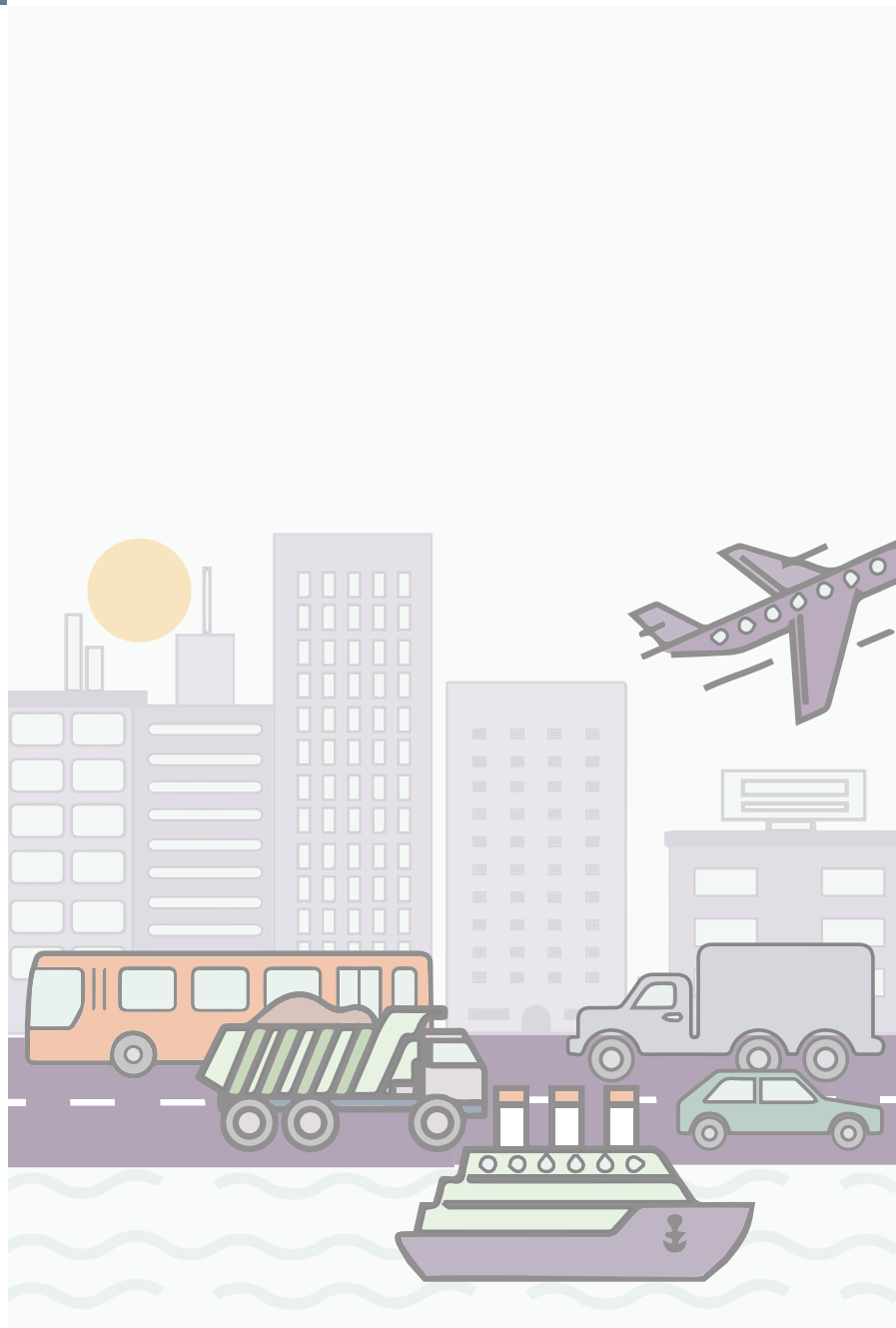
ECOBONUS = 334.000 interventi nel 2018



+ BONUS CASA = 500.000 interventi nel 2018

TOTALE RISPARMIO ENERGETICO
ANNUO (2018 su 2017) = **0,16 Mtep**

TOTALE INVESTIMENTI MANUTENZIONI
STRAORDINARIE = **47 mld di euro** nel 2019



4. I trasporti

Il settore dei trasporti è uno dei più variegati tra quelli analizzati nel corso di questo studio e ciò rende il suo esame e le scenarizzazioni particolarmente complessi. Alla radice di questa complessità vi è il grande numero di variabili da considerare. Innanzitutto il settore si divide, in funzione dei soggetti tra trasporti operati dalle famiglie (trasporto passeggeri) e operati dalle imprese (trasporto merci e, in parte minore, trasporto passeggeri¹). Questa divisione attraversa i diversi **mezzi** disponibili, i più pesanti tra essi (in particolare navi e autocarri) risultano usati prevalentemente per le imprese e i più leggeri (automobili, motocicli etc.) usati dalle famiglie. Altri mezzi conoscono una divisione meno netta (treno, aereo). Un dato trasversale su cui vale la pena richiamare l'attenzione fin da subito è quello del **trasporto su strada**, un settore dove convergono sia gli spostamenti delle imprese (camion, furgoni...), sia gli spostamenti delle famiglie (auto, bus...) e che da solo assomma oltre i 4/5 (**81%**) **delle emissioni complessive del mondo dei trasporti**.

I principali problemi relativi al trasporto delle imprese sono già stati trattati **nel primo capitolo**. In quella sede si faceva notare in particolare l'interrelazione tra modello organizzativo delle **imprese e modello di logistica**, con una tendenza nel corso degli anni all'allungamento delle filiere e alla conseguente crescita del numero di mezzi di trasporto (navi in particolare). Rinviamo a quelle

¹ La divisione tra passeggeri e merci riguarda il cosa viene trasportato, mentre la divisione tra famiglie e imprese riguarda il soggetto che opera il trasporto (differenza rilevante ai fini delle statistiche economiche).

pagine per gli approfondimenti **in questo capitolo** ci si concentrerà soprattutto sui problemi legati ai trasporti delle **famiglie** e sulla produzione dei veicoli a loro disposizione, con una breve nota finale sugli autocarri.

Un primo problema attiene al **modello di spostamento dei privati**. L'ambito culturale favorevole e la disponibilità di mezzi di trasporto *collettivo* influenzano la scelta a favore di questi ultimi, mentre in paesi come l'Italia questi fattori sono meno presenti, sebbene l'atteggiamento culturale si stia leggermente modificando (**il numero di coloro che scelgono il trasporto pubblico è in crescita**, secondo Audimob, 2018 - da cui sono tratti tutti i dati del paragrafo - nel 2008 era il 12,9%, nel 2017 il 14,2%). **Al contrario dell'atteggiamento culturale, la disponibilità di mezzi di trasporto collettivo è in peggioramento: il numero assoluto di autobus operativi nei comuni capoluogo di provincia è sceso tra il 2011 e il 2016 da 15.000 a 13.000 unità**; attualmente **la flotta italiana di autobus pubblici ha un'età media avanzata** (12 anni contro una media di 7 in Europa), la flotta di autobus elettrici italiani è la metà rispetto a quelli spagnoli ed è un decimo rispetto a quelli tedeschi, mentre oltre i due terzi dei mezzi pubblici circolanti nel nostro paese restano alimentati a diesel. Coerentemente con questa arretratezza del servizio di trasporto pubblico i dati Anfia dicono che nel 2019 in Italia circolano oltre 39 milioni di autoveicoli privati, con una media di abitanti ogni mezzo (1,6) che nell'Unione europea è superata in negativo (dal punto di vista ambientale) solo dal piccolo Lussemburgo.

Di fatto la domanda di mobilità collettiva in Italia è in crescita, ma incontra un'offerta pubblica quantitativamente e qualitativamente declinante,

conseguentemente la gran parte dei cittadini continua ad essere spinta alla scelta dei mezzi privati.

Stante questa situazione, ***l'intervento che per ora appare più efficace è la sostituzione dei mezzi di trasporto, privati e non solo*** (si pensi alle flotte per il trasporto pubblico per la movimentazione dei rifiuti etc.), ***eliminando progressivamente l'impiego di benzina e gasolio***. Questa trasformazione sta iniziando a modificare il mercato per le automobili e i mezzi leggeri, mentre esperimenti avanzati sono in atto per gli autocarri e per i treni (questi ultimi in particolare per ciò che riguarda le tratte non elettrificate); i tempi per gli aerei e per le navi – nonostante alcuni risultati per modelli molto leggeri ad alimentazione elettrica - appaiono invece molto più lunghi. Lo stesso orientamento verso l'alimentazione con fonti di energia rinnovabili guida le principali proposte fatte dal PNIEC.

Rispetto alla ***diffusione dei mezzi di trasporto*** le principali tendenze in atto appaiono le seguenti. Un primo punto da tenere in considerazione è la rivalità tra due diverse fonti di energia a minor impatto ambientale rispetto ai fossili: i biocarburanti (ed in particolare il biometano) e l'elettricità prodotta da fonti rinnovabili. In Italia **il biometano** si sta sviluppando grazie al passaggio dall'incentivazione sulla generazione elettrica (che già comporta per la quota delle rinnovabili un notevole carico in bolletta) ad una sui distributori di carburanti. Da un lato questo cambiamento sta consentendo la diffusione della produzione del "biometano fatto bene", importante occasione di rivisitazione del modello agricolo (anche se la quota maggiore al momento viene dalla gestione dei rifiuti organici), tuttavia esso presenta

alcuni problemi dal punto di vista del suo utilizzo. Infatti, sebbene l'Italia rappresenti il primo mercato europeo per i consumi di metano per autotrazione, con circa 1,1 miliardi di metri cubi consumati, circa 1 milione di veicoli attualmente in circolazione e oltre 1.300 distributori, e se è comprensibile che il nostro paese punti a mantenere la sua presenza sulla filiera del metano (il che spiega come nel Piano Energia Clima PNIEC si ipotizzi un raddoppio delle auto a gas alla fine del decennio), le dinamiche reali potrebbero essere diverse e questa soluzione non sembra avere respiro strategico.

Lo sforzo del mondo dell'auto è infatti concentrato sull'**opzione elettrica** che passerà dai 60 modelli disponibili nel 2018 ai 214 modelli che saranno sul mercato nel 2021². Come esempio di questa tendenza si può citare la Volkswagen, uno dei pochi veri giganti della produzione automobilistica. Malgrado fino a qualche mese fa la casa tedesca avesse annunciato ingenti risorse per lanciare diversi modelli a gas da affiancare ai 19 attualmente in vendita, nel marzo 2020 la Volkswagen ha deciso di abbandonare lo sviluppo di auto a metano per concentrare tutte le sue attenzioni sull'elettrico. Queste tendenze sembrerebbero riflettersi negli scenari di consumo delle famiglie italiane. Secondo l'analisi dell'Associazione Motus-e (che al suo interno vede alcune tra le principali case automobilistiche mondiali, come Fca, Nissan, Volkswagen, Volvo, Renault e Tesla), nel 2030, in Italia, si avrà un minor numero di auto rispetto a quelle attuali, 32 milioni di veicoli dai 39 di oggi, e viaggeranno 4 milioni di auto elettriche che rappresenteranno alla fine del decennio il 50% del venduto e il 12,5% del circolante.

2 <https://www.transportenvironment.org/publications/electric-surge-car-makers-electric-car-plans-across-europe-2019-2025>

Questa stima è coerente con la versione finale del PNIEC che prevede un incremento progressivo di nuove immatricolazioni di auto elettriche per raggiungere l'obiettivo cumulato di circa 4 milioni di auto elettriche pure o BEV³ al 2030, che, se sommate alle auto ibride *plug in*, consentirebbero di arrivare a un valore complessivo di circa 6 milioni di auto elettriche al 2030.

A rinforzare ulteriormente l'idea che sarà l'elettrico e non il biometano la fonte di alimentazione per un futuro ecologico, stanno i recenti sviluppi in termini di **normative europee** e di investimenti conseguenti. Secondo Transport&Environment, le società europee nel periodo 2017-2018 hanno investito sull'auto elettrica in Cina 7 volte di più rispetto a quanto fatto nell'Unione europea (21,7 miliardi di euro contro 3,2 miliardi). Ma proprio a seguito dei nuovi regolamenti Ue sulle emissioni di CO₂ delle auto, adottati tra il 2018 e il 2019, nel 2019 la situazione si è ribaltata e sull'Europa si è riversata una quantità di investimenti 19 volte più alta rispetto al biennio precedente. Gli investimenti nella Ue sono così divenuti oltre il triplo di quelli diretti in Cina e con 60 miliardi di euro investiti nella produzione di veicoli elettrici in Europa. Dall'evoluzione dell'interesse delle case automobilistiche si capisce come questa filiera sia destinata a dominare. E i dati in termini economici e di impatto ambientale complessivo forniscono ulteriori argomenti a favore di questa tendenza. Sul piano economico si pensi alle batterie al litio, i cui costi si sono ridotti dell'87% tra il 2010 e il 2019⁴ e il cui contenuto di

3 L'acronimo Bev sta per Battery Electric Vehicle. Si tratta delle auto senza un motore a combustione interno.

4 Anche l'Italia si inserisce nella corsa alle batterie con un impianto realizzato dal gruppo Seri/Faam nell'ex sito Whirlpool a Teverola che dovrebbe arrivare ad una capacità di 3 GWh entro il 2026 con investimenti di mezzo miliardo

cobalto, connesso a seri problemi ambientali e sociali, sta diminuendo⁵. E sul piano delle emissioni climalteranti, analizzando l'intero ciclo di vita delle auto, i veicoli elettrici risultano del 17-30% meno emissivi rispetto ai veicoli diesel e a benzina (NB questa analisi dell'Agenzia europea per l'Ambiente, era stata effettuata con il mix elettrico europeo del 2018, ma più si diffonderanno le fonti rinnovabili più aumenterà il vantaggio delle auto elettriche).

Mentre per ciò che riguarda il trasporto ferroviario l'elettricità è in gran parte già un dato di fatto (e dove non lo è la sostituzione del fossile con l'idrogeno è una tendenza in atto) essa sembra essere una prospettiva concreta anche per il trasporto industriale.

I camion rappresentano meno del 2% dei veicoli, ma sono responsabili del 22% delle emissioni di CO₂ del settore del trasporto europeo. Nel rapporto del 2020 di Transport&Environment⁶ si evidenzia come la metà della distanza percorsa dai camion nella UE potrebbe essere coperta da mezzi elettrici, grazie ai **nuovi modelli attualmente in commercio con una autonomia di circa 300 km (sufficienti per coprire nove viaggi su dieci)**. Lo studio prevede inoltre che l'autonomia dei camion elettrici aumenterà a 500 km nel medio periodo, consentendo così di coprire circa i due terzi dei chilometri. È significativo il fatto che, Daimler Trucks, uno dei più grandi costruttori di camion del mondo, si è impegnato

di euro, e che prevede anche una linea per il riciclaggio delle batterie.

⁵ Tesla ha dichiarato che per le auto che usciranno dal suo nuovo stabilimento di Shanghai eliminerà del tutto l'uso del cobalto passando a batterie LFP, litio-ferro-fosfato, che consentiranno anche di ridurre i costi delle auto.

⁶ <https://www.transportenvironment.org/publications/roadmap-electric-truck-charging>

nell'ottobre 2019 ad abbandonare lo sviluppo di camion alimentati a gas naturale e a vendere solo veicoli a zero emissioni entro il 2039.

Nella infografica a fine capitolo, tratta dal rapporto sopracitato, è indicata la tempistica di diffusione dei mezzi elettrici in funzione delle distanze da percorrere e del loro tonnellaggio.

Le priorità

In Italia, la modalità di gran lunga prevalente del trasporto privato è l'auto, che assorbe il 75% della mobilità passeggeri (misurata in milioni di passeggeri per km) e l'80% considerando anche i motocicli; i veicoli a motore privati sono seguiti a grande distanza dalle autolinee urbane ed extraurbane che ne rappresentano invece il 12%. Le ferrovie soddisfano invece meno del 6% della domanda di mobilità privata. L'autotrasporto nazionale e internazionale su gomma, misurato in milioni di tonnellate per km, rappresenta invece il 70% del totale, il cabotaggio marittimo il 27% e le ferrovie poco più del 10%⁷.

Se ne deve dedurre che le priorità si concentrano necessariamente, per l'Italia, sulla massiccia elettrificazione del parco veicolare privato e sul progressivo trasferimento su rotaia del trasporto commerciale a lunga percorrenza. Su questa base sono stati condotti i calcoli presenti nel capitolo finale di questo studio, rispetto ai quali va tenuto in considerazione anche un presupposto importante di politica industriale. L'Italia ha un serio problema di produzione automobilistica: la FCA ha visto ridurre fortemente nel tempo la quota di

⁷ I dati si riferiscono al 2014. Cfr. ISPRA, "Annuario dei dati ambientali" (2016) cap.4 tab.4.22 p.44 e tab. 4.25 p.49

veicoli messi in commercio (dal 2013 al 2019 si è dimezzata, scendendo – secondo i calcoli di EStà su fonti OICA - a circa un decimo della Volkswagen) ed oggi continua a essere presente a livello internazionale non per le sue scelte innovative (FCA non ha ritenuto prioritaria l'auto elettrica, salvo cambiare idea quando ormai i concorrenti globali avevano acquisito un forte vantaggio), ma per la sua politica di alleanze. In queste condizioni gli italiani potranno produrre componentistica per altri (tedeschi in primis) e acquistare auto elettriche prodotte da altri, ma lo stimolo all'occupazione derivante dalla produzione nazionale di veicoli elettrici non sarà particolarmente significativo.

TRASPORTI



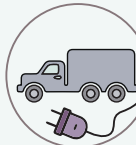
IL TRASPORTO DI STRADA (81% DEI GAS SERRA)

IMPRESE



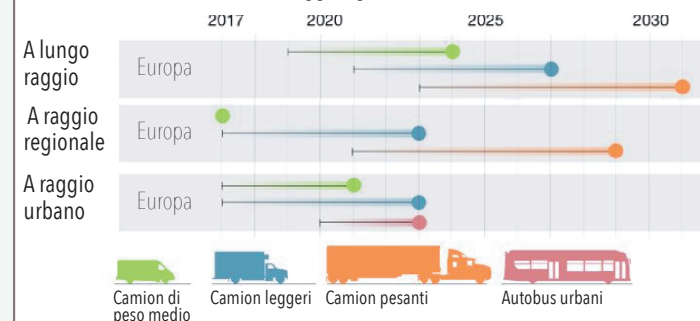
CAMION OGGI

2% dei veicoli e
22% CO₂ nel trasporto europeo

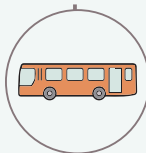


CAMION ELETTRICI

Tempi in cui i veicoli a batteria elettrica raggiungeranno la parità nel costo totale della proprietà rispetto ai veicoli diesel
anno del raggiungimento



FAMIGLIE



MEZZI PUBBLICI

- 2011=15.000 Bus circolanti
- 2016=13.000 Bus circolanti

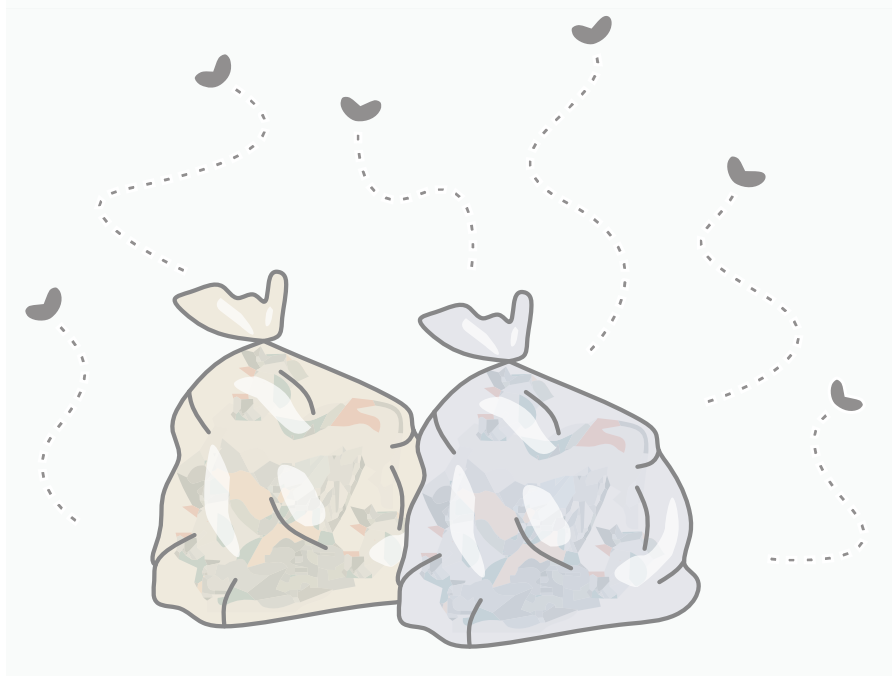


AUTO ELETTRICHE

- 2019=10.566 vendite in Italia
39 milioni circolanti
- 2030=4 milioni vendite
32 milioni circolanti

(Fonte: Transport&Environment)

(stime di Motus-e)



5. I rifiuti

L'inventario ISPRA più recente riferisce il 4,1% delle emissioni di CO₂ equivalente in Italia all'ambito dei rifiuti. Si tratta per la quasi totalità (89%) di emissioni di metano (CH₄). La tendenza storica appare favorevole:

nel 2001 i rifiuti del nostro paese emettevano un totale di quasi 24 milioni di tonnellate di CO₂ eq., scese nel 2018 a 18,290 milioni. Di queste oltre i 2/3 (13,704 milioni) derivano dallo smaltimento dei rifiuti solidi e altri 3,370 milioni dal trattamento delle acque reflue. Pur nel buon andamento complessivo, i dati ISPRA di dettaglio mostrano come dal 2015 in poi la discesa della quantità di CO₂ eq. in questo settore si sia arrestata.

Da un punto di vista operativo, **ad oggi un tema sensibile resta la carenza impiantistica per il trattamento della frazione umida**, un problema particolarmente visibile nelle regioni del centro-sud dove si registra il tasso di raccolta dell'organico più basso (nel 2018 un valore di 95,1 kg/abitante/anno contro una media nazionale di 117,3 kg/abitante/anno, che nel centro Italia sale al 119,2 e al nord al 123,9 – dati ISPRA 2019). Assoambiente stima che per raggiungere gli obiettivi 2035 sui rifiuti urbani definiti nelle direttive europee del Pacchetto Rifiuti (preparazione per il riutilizzo e riciclo dei rifiuti urbani 65% - Direttiva 2018/851 - e riduzione della collocazione dei rifiuti urbani in discarica fino ad un massimo del 10% in peso del totale dei rifiuti urbani prodotti - Direttiva 2018/850), con uno scenario di produzione stabile di rifiuti da qui ad allora, si dovrà arrivare ad un livello di raccolta differenziata pari all'80% (tenendo conto del tasso di resa rispetto ai

RU intercettati), ovvero circa 23,7 Mton di rifiuti urbani. Considerato il ruolo fondamentale del rifiuto umido nel computo della raccolta differenziata, sarà imperativo in particolare nelle regioni del centro-sud, aumentare la raccolta differenziata della frazione organica (che ad oggi in Italia raggiunge circa il 75% delle famiglie) e la capacità impiantistica. In uno scenario di aumento da 110 a 140 kg/ab/anno, servirebbero circa 22 impianti di digestione anaerobica (DA) da 90.000 ton/anno ciascuno, poiché la carenza si aggirerebbe intorno ai 2 Mton di rifiuti umidi (secondo il CIC la carenza impiantistica attuale è di circa 1 Mton). Per la costruzione degli impianti Assoambiente stima un fabbisogno di investimento pari a 2 miliardi di euro, 600 euro/tonnellata (Assoambiente, 2019). Applicando un coefficiente conservativo questa cifra potrebbe corrispondere a un impiego di circa 41200 unità lavorative annue per la realizzazione degli impianti e, calcolando le tonnellate di trattamento aggiuntivo apportate dai 22 nuovi impianti - combinate con i tassi di conversione tonnellate/occupazione suggerite dal CIC - si possono ragionevolmente calcolare 3000 nuovi occupati per la gestione della filiera relativa alla frazione organica, comprensivi anche di tutti coloro che saranno impiegati nella raccolta differenziata dei rifiuti aggiuntivi trattati. Da un punto di vista ambientale si può stimare che questo ampliamento della raccolta e del riciclaggio, andando ad abbattere la quantità di rifiuti organici indifferenziati (ancora oggi in Italia pari al 38%), possa tradursi in una diminuzione dell'1% circa nelle emissioni di gas climalteranti.

RIFIUTI



RIFIUTI:

I PROBLEMI



CARENZA DI IMPIANTI
per trattare i rifiuti organici:

in Italia oggi mancano **22 IMPIANTI** di digestione
anaerobica da **90.000 ton/anno** ciascuno
(Stima Assoambiente 2019)

che impiegherebbero:
41.200 unità lavorative annue per la **costruzione**
3.000 nuovi occupati per la **gestione**

LA FOTOGRAFIA



4,1% del totale emissivo (l'**89%** dovuto al metano)



2/3 viene da rifiuti solidi in discarica, oltre **1/5** da



trattamento delle acque reflue

IL CICLO VIRTUOSO



RACCOLTA DIFFERENZIATA



RICICLO

FRAZIONE ORGANICA (UMIDA)



compost



biogas



biometano



parte seconda:

GLI ASSORBIMENTI

Punti Salienti

Il suolo agricolo e il suolo e soprassuolo forestale hanno un potenziale di assorbimento di CO₂ molto elevato. Ben sfruttato questo potrebbe elevare la compensazione delle emissioni di CO₂ eq. di imprese e famiglie (427 milioni di ton nel 2018) di ulteriori decine di tonnellate.

Nel primo metro di suolo si concentra una grande quantità di carbonio che viene liberato nell'atmosfera, trasformandosi in CO₂ attraverso i processi di aratura.

Un'aratura profonda durante le **pratiche agricole** aumenta la produttività del suolo nel breve periodo, ma nel lungo ottiene effetti opposti. Al contrario l'agricoltura conservativa, basata sulla riduzione della lavorazione, sulla copertura del suolo e sulla rotazione delle coltivazioni, aumenta la capacità dei suoli agricoli di assorbire carbonio.

Computando in maniera integrata le principali variabili (fasce climatiche dei territori italiani, tipologia di coltivazioni, metodi di lavorazione) si può stimare un potenziale annuo di 29 milioni di tonnellate di CO₂ ulteriormente assorbita nel caso vi fosse un'ampia adozione delle pratiche di agricoltura conservativa sui suoli italiani.

Questo effetto di assorbimento andrebbe progressivamente a diminuire nel corso dei decenni, ma considerando il livello di depauperamento medio dei suoli nazionali, si conserverebbe su livelli significativi almeno fino al 2050.

Il carbonio totale stoccato all'interno delle **aree forestali** italiane ammonta a circa 1,24 miliardi di tonnellate, corrispondenti a circa 4,5 miliardi di tonnellate di CO₂ (pari a quasi le emissioni annuali dell'intera Europa a 27). L'effetto di assorbimento aumenta nel tempo a causa della crescita spontanea dell'area forestale italiana (+ 84% dal 1936 al 2015) a sua volta prodotto dall'abbandono progressivo delle aree agricole meno produttive

Questa dinamica virtuosa sul piano climatico andrà inevitabilmente a diminuire nei prossimi anni, tuttavia è possibile migliorare gli effetti di assorbimento delle foreste attraverso una loro migliore gestione e un miglior utilizzo del legname (in particolare come legno da opera per edilizia e per mobili).

Un recente studio (Nabuurs, Gert-Jan, et al. 2017)

delinea la possibilità di duplicare la capacità di assorbimento delle foreste europee attraverso interventi integrati sulle forme di gestione, di utilizzo e di regolamentazione del settore forestale. In Italia l'incremento di questa funzione dovrà passare anche dal cambiamento delle forme di gestione, a partire dalla conversione di ampie aree di bosco ceduo a fustaia di maggior valore sia economico che funzionale e paesaggistico. Il miglioramento delle forme di gestione nel nostro paese è attualmente ostacolato dall'alta frammentazione nella proprietà dei suoli.



6. I suoli agricoli

I principali gas a effetto serra di origine agricola sono, oltre all'anidride carbonica (CO_2), il metano (CH_4) e il protossido di azoto (N_2O).

Il metano si produce quando la sostanza organica si degrada in un ambiente povero di ossigeno ossia nei processi digestivi (fermentazione enterica), nella degradazione anaerobica delle deiezioni degli allevamenti zootecnici e nelle coltivazioni di riso in sommersione. In Italia queste ultime sono concentrate in una limitata area della Pianura Padana, che comprende le province di Pavia, Milano, Novara e Vercelli.

Il protossido di azoto viene prodotto invece dalla trasformazione microbica dell'azoto nei suoli e nelle deiezioni in condizioni sia aerobiche sia anaerobiche, in particolare quando l'azoto disponibile eccede la richiesta delle piante e in condizioni di eccesso di umidità.

In Italia il settore agricolo contribuisce in modo non trascurabile alle emissioni globali di gas a effetto serra, apportando circa il 7,1% dei 391 milioni di tonnellate di CO_2 equivalente (CO_2 eq) stimati per il nostro paese nel 2018, ponendo il settore al terzo posto dopo quello della produzione e combustione delle energie e poco sotto quello delle industrie non energivore. (NB a questo occorrerebbe aggiungere un ulteriore 1,9% dovuto all'energia fossile bruciata dai mezzi di produzione agricoli).

GHG categories	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017	2018
Gg CO ₂ equivalent									
1- Energy	423,555	436,219	457,280	485,343	426,136	357,289	353,493	348,508	344,328
2- Industrial Process and Product Use	40,484	38,374	39,198	47,263	37,069	33,265	33,477	33,939	34,724
3- Agriculture	34,709	34,846	34,107	32,040	30,147	30,299	30,831	30,625	30,187
4- LULUCF	-3,556	-23,647	-20,904	-35,104	-41,975	-43,610	-40,231	-21,360	-36,266
5- Waste	17,304	19,996	21,890	21,883	20,404	18,579	18,288	18,252	18,290
6- Other	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Total (including LULUCF)	512,496	505,788	531,570	551,426	471,782	395,822	395,857	409,964	391,263

Figura 17 - Emissioni di gas serra in CO₂eq per categoria di sorgente (Fonte: Ispra 2020, National Inventory Report)

Ruolo dei suoli agricoli nell'assorbimento di carbonio e variabili del processo

Ogni anno il 30% dell'anidride carbonica emessa in atmosfera viene assorbita attraverso il processo di fotosintesi e trasformata in sostanza organica. Le pratiche agricole, pur contribuendo alle emissioni antropogeniche di gas ad effetto serra, hanno anche (così come avviene per la vegetazione naturale), il potenziale di immagazzinare carbonio nel suolo e nelle piante. Il suolo è di gran lunga il compartimento che detiene le maggiori quantità di carbonio. **Si stima che ben il 75% del carbonio sia contenuto nel primo metro di profondità del suolo**, contro l'11% della vegetazione e il 14% dell'atmosfera. La densità di C, espressa in termini di milioni di grammi di C a ettaro (MgC/ha) varia secondo un «gradiente latitudinale»: densità maggiori di C si trovano negli ecosistemi boreali, dove le dinamiche di

decomposizione del C nel suolo sono (purtroppo sempre meno) attenuate dai fattori climatici; densità minori di C negli ecosistemi tropicali.

Il principale input di C nel suolo è rappresentato dalla decomposizione della lettiera, ossia della biomassa morta, con diametro inferiore ad una certa soglia (solitamente 10 cm), che giace - a diverso stadio di decomposizione - sul suolo.

La perdita di sostanza organica implica rilascio di CO₂ in atmosfera a causa dell'ossidazione della sostanza organica stessa. La velocità di tale processo è influenzata da:

- condizioni ambientali (temperatura, precipitazioni, condizioni (an)aerobiche);
- caratteristiche del suolo (tessitura del suolo, componente microbica, etc.);
- pratiche di lavorazione.

Mentre le caratteristiche pedologiche non sono modificabili e quelle ambientali subiscono gli effetti del cambiamento climatico, le pratiche di lavorazione sono frutto di scelte e politiche che possono essere guidate in funzione dei loro effetti e dei loro costi di implementazione. E' ampiamente riconosciuto che una sana gestione dei suoli agricoli - attraverso migliori rotazioni delle colture, gestione dei residui delle stesse, applicazione di ammendanti organici e pratiche di riduzione o di mancata lavorazione - porti a molteplici vantaggi in termini di stoccaggio del *Soil organic carbon* (SOC), rese delle colture, riduzione del deflusso e quindi dell'erosione idrica, miglioramento della qualità dell'acqua, tutela della biodiversità e mitigazione degli effetti di eventi climatici estremi.

Iniziative legislative e piani di azione per la gestione del carbonio organico dei suoli

La normativa vigente non fissa nessun limite e regolamentazione sul quantitativo di carbonio organico nel suolo. Tuttavia durante la 21esima Conferenza delle Parti delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici a Parigi del 2015, è stata lanciata dal governo francese ***l'iniziativa 4 per 1000 "Suoli per la sicurezza alimentare e il clima"***¹, un piano d'azione volontario che mira a sostenere gli Stati e le parti interessate non governative nei loro sforzi per una migliore gestione del SOC nei suoli agricoli e per raggiungere un tasso di crescita annuale del 4 per mille (0,4%) degli stock SOC nei primi 40 cm di terreno come compensazione per

le emissioni globali di gas a effetto serra (GHG) da fonti antropogeniche. Con questo obiettivo, considerando che le emissioni annuali di GHG dall'uso di combustibili fossili per il periodo 2004-2013 sono state di 8,9 Gt C e considerando una stima globale dello stock di suolo C a 2 m di profondità del suolo pari a 2400 Gt, il rapporto tra obiettivo di emissione e stock SOC (8,9 / 2400) sarebbe esattamente del 4 ‰ (4 per 1000). L'iniziativa mira quindi a dimostrare che l'agricoltura può offrire opportunità di mitigazione dei cambiamenti climatici, garantendo al contempo la sicurezza alimentare con metodi agricoli che soddisfano le condizioni locali (ad es. agroecologia, agroforestazione, agricoltura di conservazione).

Il ruolo e l'importanza delle pratiche agricole

Per oltre 2000 anni gli agricoltori hanno ritenuto che fosse indispensabile arare la terra per ottenere un buon raccolto, associando la lavorazione del terreno all'aumento della fertilità che può verificarsi nel breve periodo a causa della mineralizzazione della sostanza organica come conseguenza del rimescolamento ed arieggiamento del terreno. Ma più frequentemente il terreno viene arato, più velocemente si perde la sostanza organica arrivando anche a una riduzione della sua fertilità. Questo processo porta a dover incrementare gli apporti minerali (soprattutto azoto) che impattano negativamente sui costi dell'agricoltore, creando un circolo vizioso economico e ambientale.

Una risposta a questi problemi arriva dalle pratiche dell'agricoltura conservativa (o agricoltura blu). Tre sono i pilastri o principi che stanno alla base di questa

1 (<http://4p1000.org/>)

pratica agricola:

1. riduzione delle lavorazioni del terreno;
2. mantenimento di una copertura del suolo permanente con residui di colture e/o colture di copertura;
3. diversificazione delle specie vegetali.

Alla base del primo pilastro vi è il fatto che **limitando e annullando le lavorazioni** si riduce la distruzione degli aggregati del suolo, preservando la matrice organica dall'esposizione diretta agli agenti atmosferici e prevenendo l'erosione.

Il **mantenimento di una copertura permanente** riveste anch'esso effetti positivi su diverse componenti. In primo luogo, i residui colturali rappresentano la matrice di partenza da cui i processi biologici costituiranno la sostanza organica del suolo. Inoltre, il loro effetto pacciamante riduce i processi di evaporazione, incrementando la riserva idrica naturale del suolo stesso, e quelli di erosione, proteggendo il suolo dall'impatto di condizioni meteorologiche estreme. Infine, i residui rappresentano uno stock di carbonio sottratto all'atmosfera, con effetti mitiganti sulle emissioni di gas serra.

In sostituzione dei residui colturali, asportati per diverse ragioni (ad esempio come lettiera per animali), è possibile affidare il compito della copertura vegetale del suolo alle cosiddette *cover crop* o *catch crop*. L'effetto di copertura è ulteriormente rafforzato dall'introduzione sui terreni agricoli di specie legnose sotto forma di siepi, trucioli e alberi (*agroforestry*).

Il Censimento dell'Agricoltura condotto in Italia nel 2010 evidenziava che nel nostro paese l'agricoltura conservativa (AC) era adottata da oltre 52.000 aziende per un totale di 180.000 ettari sottoposti a regime

conservativo. Secondo le stime aggiornate dalla FAO (2015), in Italia gli ettari dell'AC sono più che raddoppiati (380.000 ettari pari al 2,5% della superficie agricola totale al 2018), un aumento significativo, pur in presenza di una quota ancora molto bassa il cui incremento appare decisivo per un contributo rilevante alla neutralità climatica.

Il potenziale dell'agricoltura per la neutralità carbonica

Considerando che il serbatoio di carbonio suolo-vegetazione, sebbene di entità inferiore a quello oceanico e a quello fossile, risulta il più importante anche perché direttamente influenzabile dall'azione umana, Està – a partire da alcuni lavori dell'istituto francese (INRA, 2019) ha messo a punto una metodologia che, basandosi sulla conoscenza del contenuto di carbonio organico nei suoli agricoli italiani, intende stimare la consistenza del ruolo che essi possono avere nella riduzione delle emissioni di gas serra.

La metodologia si basa sulle migliori banche dati disponibili e sui passaggi di seguito sintetizzati:

1. Stima del carbonio organico totale dei primi 30 cm dei suoli italiani;
2. Stima delle superfici delle classi agricole e stima del loro contenuto di carbonio organico;
3. Calcolo dell'aumento di carbonio organico a cui andrebbero incontro i suoli agricoli italiani se venissero rispettati i criteri dell'iniziativa "4 per 1000";
4. Calcolo dell'aumento di carbonio organico annuo

che potrebbero subire i suoli agricoli italiani se venissero applicate tecniche di agricoltura conservativa almeno ad alcune classi di uso agricolo del suolo, e conseguente calcolo della quota di anidride carbonica sequestrata.

1) Per procedere alle stime del carbonio nel suolo, sulla banca dati originaria è stata applicata una suddivisione dell'Italia in due macrozone climatiche, qui chiamate "Nord Italia" e "Sud Italia", con questi risultati:

	Superficie Italia	Superficie Nord Italia	Superficie Sud Italia	SOC Italia	SOC Nord Italia	SOC Sud Italia
TOTALI	301.175 Km ²	161.044 Km ²	140.132 Km ²	1,75 Gt	1,00 Gt	0,75 Gt

2) La Tabella successiva riporta le proporzioni del livello 2 delle superfici agricole e del livello 1 per tutte le altre superfici secondo la legenda CORINE Land Cover, per l'intero territorio nazionale (LC_It), per il Nord (LC_NIt) e Sud (LC_SIt) Italia. Nella stessa tabella vengono anche ripartite le proporzioni del carbonio organico del suolo (SOC) per le stesse classi e aree geografiche.

CLASSI DI COPERTURA	LC_It (%)	LC_NIt (%)	LC_SIt (%)	SOC_It (%)	SOC_NIt (%)	SOC_SIt (%)
Seminativi	53,1	60,1	46,8	52,7	59,9	45,3
Culture permanenti	13,9	6,3	20,8	12,6	5,58	19,8
Prati stabili	2,6	3,9	1,5	3,5	5	1,8
Zone agricole eterogenee	30,2	29,7	30,8	31,2	29,4	33,1
TOTALE AGRICOLO	51,9	46,2	58,5	44,9	40,1	51,3
Superfici artificiali	5,5	6,3	4,5	4,8	5,4	4
Boschi&ambienti seminaturali	41,3	45,7	36,2	49	52,8	44
Zone umide	0,2	0,3	0,1	0,2	0,3	0,1
Corpi idrici	1,1	1,5	0,6	1,1	1,5	0,6

Dalla tabella si nota che il contenuto di carbonio organico di tutte le superfici agricole è pari al 40,1% del totale nel Nord Italia e al 51,3% nel Sud Italia contro rispettivamente il 52,8% e il 44% dei boschi.

3) Il contenuto di carbonio organico di ogni classe ed area geografica è stato convertito in CO₂ equivalente (CO₂eq) ovvero nella corrispondente quantità di anidride carbonica trattenuta nel suolo e corrispondente quindi ad una mancata emissione di gas serra. Nella stessa tabella vengono anche riportati i quantitativi di CO₂ eq aggiuntiva corrispondente ad un aumento teorico del carbonio organico del 4 ‰ sequestrato nei suoli mediante tecniche di gestione agricola.

CLASSI DI COPERTURA	SOC_Italia (Gt)	CO ₂ eq_Italia (Gt)	4 per mille CO ₂ eq (Gt)
Seminativi	0,42	1,52	0,0061
Colture permanenti	0,1	0,36	0,0015
Prati stabili	0,03	0,10	0,0004
Zone agricole eterogenee	0,25	0,90	0,0036
TOTALE AGRICOLO	0,79	2,89	0,0116
Superfici artificiali	0,08	0,31	0,0012
Boschi&ambienti seminaturali	0,86	3,15	0,0126
Zone umide	0,0	0,01	0,0001
Corpi idrici	0,02	0,07	0,0003
TOTALI	1,75	6,44	0,0257

4) Per rendere più reale la simulazione dell'aumento del 4 ‰ della sostanza organica dei suoli italiani, è stata ipotizzata l'applicazione di alcune pratiche di agricoltura conservativa a due classi di superfici agricole: i seminativi e le colture permanenti. Per i seminativi si è ipotizzata l'applicazione contemporanea di: colture di copertura (*catch crops*), rotazione di colture differenti, lavorazione minima e l'applicazione di fertilizzanti organici. Per le colture permanenti è stata ipotizzata l'applicazione solo degli inerbimenti. Per ciascuna di tali pratiche la letteratura fornisce, per diverse condizioni climatiche, coefficienti corrispondenti agli incrementi annui per ettaro di CO₂ eq che esse generano. L'applicazione di questi coefficienti alle superfici agricole, così come restituite dalle carte di copertura del suolo, ha consentito quindi di stimare il sequestro addizionale di CO₂ eq che tali pratiche genererebbero.

Tecniche di agricoltura conservativa	Nord Italia t CO ₂ eq. ha ⁻¹ yr ⁻¹	Sud Italia t CO ₂ eq. ha ⁻¹ yr ⁻¹	
Catch crops	0,98	0,39	
Rotation species	0,98	0,39	
Reduced tillage&residue management	0,72	0,35	
Fertilizer application	0,62	0,33	
TOTALE COEFF. SEMINATIVI	3,30	1,46	
Superficie Seminativi	4.473.424 (ha)	3.842.358 (ha)	TOTALI
Sequestro Seminativi	0,015 Gt CO ₂ eq yr ⁻¹	0,005 Gt CO ₂ eq yr ⁻¹	0,02 Gt CO ₂ eq yr ⁻¹
Grass in orchards&vineyards	5,36	3,93	
Superficie colture permanenti	469.522 (ha)	1.708.550 (ha)	TOTALI
Sequestro colture permanenti	0,002 Gt CO ₂ eq yr ⁻¹	0,007 Gt CO ₂ eq yr ⁻¹	0,009 Gt CO ₂ eq yr ⁻¹

I risultati mostrano che applicando pratiche di agricoltura conservativa si otterrebbe in Italia un sequestro complessivo di anidride carbonica pari a 29 milioni di tonnellate annue, di cui 20 (ossia le 0,02 Gt CO₂eq yr⁻¹ citate nel primo totale della tabella) da parte dei seminativi e 9 (0,009 Gt CO₂eq yr⁻¹) da parte di colture permanenti. Il dato risulta essere particolarmente interessante considerando che il più recente National Inventory Report (ISPRA, 2020) riporta per le attività agricole del nostro paese un totale di emissioni pari a 30 milioni di tonnellate annue. Occorre notare come l'aumento annuale di carbonio organico secondo i principi esposti

non sia da intendersi cumulativo in maniera lineare nel tempo, in quanto il suolo è soggetto ad un processo di saturazione che porta ad un progressivo rallentamento dell'assorbimento della sostanza organica, a sua volta soggetta a processi di mineralizzazione. Tuttavia, data l'estrema povertà organica dei suoli italiani, si ritiene che i livelli di saturazione non sarebbero comunque raggiungibili in un arco temporale come quello previsto dall'obiettivo 2050 (30 anni).

Da un punto di vista economico il discorso appare più complesso. Uno studio svolto nel 2015 ha messo a confronto i margini di reddito ottenibili dall'agricoltura conservativa con e senza il supporto dei premi previsti dal Programma di sviluppo rurale (Psr.) Per i calcoli sono stati considerati i premi previsti dal Psr della Regione Veneto. L'analisi mostra come l'agricoltura conservativa, affidata a meri meccanismi di mercato, presenti un margine di redditività lordo annuale per ettaro minore rispetto all'agricoltura conservativa per due delle tre produzioni considerate - mais e frumento - e un margine maggiore per la soia (Bolzonella C., Boatto V. (2015), *All'agricoltura conservativa serve il sostegno pubblico*. In: "L'informatore agrario" 15/2015). Nello stesso studio si rileva anche come i risultati in termini di reddito dell'agricoltura conservativa divengano migliori rispetto all'agricoltura tradizionale laddove la prima sia destinataria del sostegno previsto nel citato Psr.

SUOLI AGRICOLI e GAS SERRA in ITALIA



L'AGRICOLTURA OGGI IN ITALIA:



EMETTE CH_4 e N_2O (nel 2018 **30,187** milioni di tonnellate in Italia)

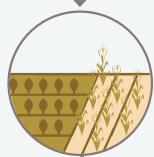


BRUCIA carburanti emettendo CO_2 (trattori, ...)



ASSORBE più CO_2 attraverso

l'AGRICOLTURA CONSERVATIVA



**DIVERSIFICAZIONE
DELLE COLTURE**

+



**MINIMA MOVIMENTAZIONE
DEL TERRENO**

+



COPERTURA DEI SUOLI

SCENARI DI AGRICOLTURA CONSERVATIVA IN ITALIA

CONSIDERANDO:

- fasce climatiche
- contenuto di carbonio nei suoli
- tipo di coltivazioni
- tipo di tecniche agricole



APPLICANDO:

- AGRICOLTURA CONSERVATIVA
- a tutti i seminativi
 - a tutte le colture permanenti



SI OTTERREBBE:

un assorbimento annuo
di **29 milioni** di tonnellate
di gas serra ulteriori

(20 dai seminativi
9 dalle colture permanenti)



7. Le foreste

Nel mitigare la crisi climatica, il ruolo delle foreste è scientificamente inequivocabile. **A livello globale le foreste assorbono circa 2,4 Gt di carbonio ogni anno, pari al 24% delle emissioni complessive da combustibili fossili.** Insieme agli oceani, esse contribuiscono a ridurre la frazione dispersa nell'aria al 44% di tutta la CO₂ emessa, rimuovendo il restante 56% di emissioni dall'atmosfera. Al contempo il 10% delle emissioni globali deriva dalla distruzione di ecosistemi forestali. Questo processo riguarda le foreste tropicali, mentre da circa un secolo quelle boreali e temperate stanno vivendo un processo di espansione causato dall'abbandono delle attività agricole marginali che tuttavia non è sufficiente a tamponare le emissioni dovute all'abbattimento delle prime.

1. Stato delle foreste ed evoluzione

Il fenomeno di crescita riguarda anche l'**Italia** dove **tra il 1936 e il 2015 si riscontra una crescita consistente delle superfici forestali (+84,3%)** e del coefficiente di boscosità. La quasi totalità dell'espansione forestale è dovuta all'abbandono dei terreni agricoli montani ed alto collinari appenninici ed alpini. Tali ritmi di crescita, già in affievolimento, non possono essere sostenuti a lungo per il progressivo esaurimento delle terre incolte disponibili.

Coefficiente di boscosità									
	1936	1985	1990	2000	2005	2010	2015	Variazione 1985 (1990) -2015	Variazione 1936 -2015
		ha						%	%
Bosco	n.d.	7.200.000	7.589.800	8.369.400	8.759.200	9.028.139	9.297.078	29,1	
Altre terre boscate	n.d.	1.475.100	1.533.408	1.650.025	1.708.333	1.760.785	1.813.237	22,9	
Superficie forestale	6.028.301	8.675.100	9.123.208	10.019.425	10.467.533	10.788.924	11.110.315	28,1	84,3
di cui in aree protette	n.d.	n.d.	645.000	2.874.000	3.062.000	3.265.000	3.265.000	406,2	
Coefficiente di boscosità	20	28,8	30,3	33,3	34,7	35,8	36,9		

Evoluzione foreste in Italia (Fonte: Global Forest Resources Assessment 2015)

In Italia esiste una forte disparità tra regioni fortemente forestate (>50% del proprio territorio) come il Trentino Alto Adige, la Liguria, la Sardegna e la Toscana ed altre con copertura forestale molto scarsa come Puglia e Sicilia. Le regioni padane mostrano coefficienti di boscosità contenuti, nonostante la presenza di aree montane interne, a dimostrazione dell'estremo sfruttamento della pianura, dove le superfici boschive sono pressoché inesistenti. Le foreste italiane sono per la quasi totalità frutto di espansione naturale. Tra le superfici alberate solo 100.000 ettari circa sono costituiti da piantagioni, di cui 66.000 ha di pioppeti. Per il resto le tipologie forestali rispecchiano l'elevata biodiversità italiana dovuta all'estrema varietà di climi e microclimi.

La quercia è il genere dominante, la faggeta supera anch'essa il milione di ettari, cui segue il castagneto con 800.000 ha circa, infine di grande importanza sono le formazioni di conifere alpine.

2. Stock e flussi di carbonio

Secondo il Secondo Inventario Forestale Nazionale (INFC, 2005) **il carbonio totale stoccato all'interno delle aree forestali italiane** ammonta a circa 1,24 miliardi di tonnellate, corrispondenti a **circa 4,5 miliardi di tonnellate di CO₂ (pari a quasi le emissioni annuali dell'intera Europa a 27)**. Di questo, circa la metà è stimata contenuta nella frazione organica e minerale del suolo. Considerando l'espansione della foresta avvenuta

tra 2005 e 2015 e corrispondente al 4,9% si può stimare la crescita dello stock e dell'assorbimento di carbonio. Si tratta di una stima, poiché ogni tipologia forestale, corrispondente ad habitat differenti con climi diversi, determina uno sviluppo di biomassa e un accumulo di carbonio organico nel suolo differenti. Non disponendo però del dato 2015, non essendo ancora pubblicati i dati del terzo inventario forestale 2015, si può semplicemente assumere che ciascuna tipologia sia cresciuta nella stessa misura ed applicare la crescita del 4,9% all'accumulo di carbonio nelle foreste. In questo modo si giungerebbe ad uno stock corrispondente a 1.303.656.120,9 tonnellate di C corrispondenti a 4.784.417.963 t. di CO₂ (superando così le emissioni annuali dell'Europa a 27).

La stima dell'**organizzazione annuale di carbonio** è di oltre 12 milioni di tonnellate nel 2005 corrispondente a circa 46,2 milioni di t. di CO₂. Con lo stesso criterio utilizzato precedentemente si stima che il valore raggiunto nel **2015** sia stato di 13.233.924 t di carbonio annuo corrispondenti a **48.568.504 t. di CO₂ assorbite**. (circa l'11,5% delle emissioni annuali italiane).

Toscana, Piemonte, Lombardia e Trentino Alto Adige sono le regioni che mostrano il più elevato dato di stoccaggio e il contributo maggiore in termini di CO₂ organizzata ogni anno.

	Biomassa arborea epigea (t/ ha)	Necromassa (t/ha)	Lettiera (t/ha)	Suolo organico e minerale (t/ha)	Stock C tot (t/ha)	Organicazione annuale C (t/ ha)
Abruzzo	54,4	1,9	2,5	81,2	140	1,3
Basilicata	46	0,9	1,8	86,9	135,6	1,1
P.A. Bolzano	83,2	3,6	9,2	75,3	171,3	1,5
Calabria	65,2	1,9	2,8	87,2	157,1	1,9
Campania	48,3	1,3	2	106,6	158,3	1,6
Emilia- Romagna	53,9	3,3	2,8	80,1	140	1,7
Friuli Venezia giulia	73,6	3,7	2,7	79,3	159,3	1,9
Lazio	47,1	2	2,3	84,1	135,4	1,1
Liguria	55,1	5,5	3,3	67,6	131,4	1,6
Lombardia	60	3,4	5,1	92,1	160,5	1,7
Marche	40,1	1	1,8	88,3	131,2	1
Molise	50,5	1,5	2,1	101,5	155,6	1,3
Piemonte	53,2	5,3	2,8	75,4	136,7	1,6
Puglia	34,6	0,6	1,2	101,8	138,2	1,1
Sardegna	30,1	0,9	1,9	66,6	99,5	0,9
Sicilia	34,5	1,1	1,7	96	133,3	1,1
Toscana	53	3,6	2,6	71,4	130,6	1,5
P.A. Trento	81,2	3,8	7,4	98,9	191,3	1,8
Umbria	41,7	1,1	2,6	76,2	121,5	0,9
Valle d'Aosta	45,3	3,1	6,4	47,7	102,5	0,9
Veneto	67,9	3,5	4,7	82,6	158,7	1,9

(Fonte: MIPAAFT (2019). RAF Italia 2017-2018)

La discrepanza che si evidenzia tra quantità di carbonio stoccato e organico annualmente dalle singole regioni e i dati di estensione forestale regionale precedentemente riportati sono da ricondurre alle diverse tipologie forestali. Il maggiore accumulo di sostanza organica per ettaro si riscontra in quelle tipiche di climi freschi e montani come le peccete di abete bianco e rosso e le faggete.

3. Gestione

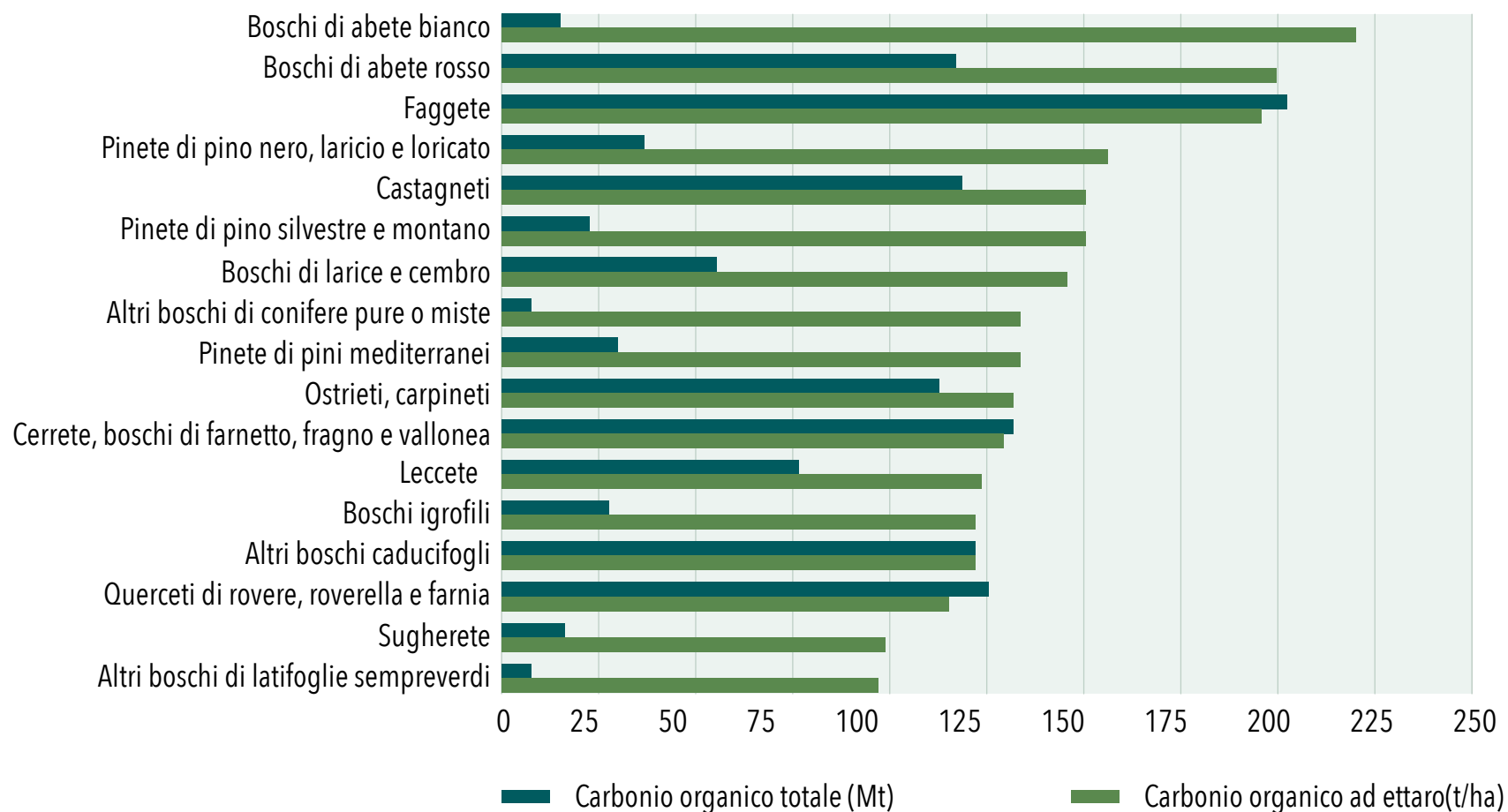


Figura 18 - Stock e organizzazione annuale per tipi vegetazionali. (Fonte: RAF)

Le foreste italiane sono classificate tutte come “gestite”. Il ceduo è la forma di governo prevalente, occupando il 41.8% della superficie forestale dei soli boschi (IFNC 2005). Questo significa che quasi la metà della superficie forestale italiana è, potenzialmente, utilizzabile per estrazioni di legname secondo diverse modalità di governo a ceduo. Il 34.3% è invece attualmente governato a fustaia. La restante parte è composta da aree di conversione da ceduo a fustaia, formazioni produttive speciali (noceti, castagneti da frutto, sugherete) e aree non classificate. Nella realtà una parte considerevole delle foreste italiane non è attualmente gestita. Questo si può evincere per esempio da un’analisi della distribuzione delle classi di età dei boschi cedui e delle fustaie. Solo una parte residuale si trova infatti in uno stadio giovanile mentre prevalgono gli stadi maturo e invecchiato oltre turno, a testimonianza di un mancato prelievo. Si assiste dunque ad una rinaturalizzazione dei boschi gestiti. I cedui in abbandono tendono a riconfigurarsi come fustaie e la foresta si diversifica per classi di età e dimensioni.

L’assetto della proprietà è strettamente correlato con la gestione. Il 66% delle foreste è di proprietà privata, per lo più in forma individuale. Si tratta di una **proprietà molto frammentata**, spesso lasciato di divisioni ereditarie. La limitatezza delle superfici, unitamente alla scarsa redditività dei boschi, fa sì che la gestione attiva di questi risulti al privato economicamente poco conveniente. Per contro **esistono esempi di proprietà pubbliche collettive**, come la Magnifica Comunità di Fiemme e le Regole ampezzane in Trentino, **che evidenziano risultati di grande importanza** nella gestione virtuosa dei boschi e nella loro valorizzazione.

4. Utilizzi del legno

Il report FAO “Yearbook of forest product” 2017 indica i dati di consumo, estrazione, esportazione ed importazione di legname per tutti i paesi del mondo per le principali categorie di utilizzo. L’Italia emerge come uno dei principali importatori di prodotti legnosi a livello mondiale. Per esempio fino al 2017 si conferma come il primo importatore a livello mondiale di legna da ardere per circa 70 mln di dollari all’anno.

Ciò che emerge è un paese che, nonostante il quasi raddoppio del proprio patrimonio forestale negli ultimi 80 anni e nonostante un fabbisogno elevato di legname per utilizzi di ogni tipo, comprese filiere dall’elevato valore aggiunto (mobili, edilizia ecc), **non è in grado di soddisfare il proprio fabbisogno**, e finisce con l’acquistare circa 3 miliardi di dollari di prodotti legnosi all’estero.

Da un punto di vista ambientale ciò determina un’elevata emissione di inquinanti e gas clima alteranti da parte del settore trasporti e logistica e un indubbio pericolo di sostegno a mercati poco chiari e privi di minimi di gestione sostenibile. La stessa Commissione Europea stima che circa il 25% del legname importato sia di origine illegale.

Secondo l’accordo di Parigi e il Reg Ue 2018/841, **le utilizzazioni di lungo periodo, come il legno da opera per l’edilizia o mobili, rientrano nei conteggi del sequestro di carbonio** e vengono fortemente incentivate ponendole al di fuori delle limitazioni alle compensazioni operate per il settore forestale¹. **Questo tipo di utilizzo**,

¹ Attualmente il Reg UE 841/2018 stabilisce gli impegni dei paesi nel settore LULUCF per il conseguimento degli obiettivi di Parigi per il periodo 2021-2030.

derivante da una gestione a fustaia dei boschi, è dunque da sviluppare sempre più a fondo.

Anche il settore energetico è da considerare, essendo il legno una fonte di energia rinnovabile che, nonostante gli elevati danni ecosistemici in caso di utilizzo massiccio che portasse a elevati tassi di deforestazione, limitatamente alla qualità delle emissioni è migliore del consumo di combustibili fossili che portano a liberare in atmosfera geocarbonio prima indisponibile, comportando quindi un'aggiunta netta di quest'ultimo nel ciclo biologico.

5. Strategie

A tutt'oggi la fotosintesi rimane il processo di assorbimento della CO₂ più efficiente e a basso costo cui appoggiarsi per tentare di arginare le conseguenze di questo processo. Dunque è immaginabile che sempre più diventi prioritaria la valutazione di un servizio ecosistemico forestale diverso da quelli tradizionali produttivi, ovvero di carattere regolativo, come appunto ***la sottrazione di CO₂ dall'atmosfera. E' ipotizzabile che in un futuro non troppo lontano questo diventerà il principale ruolo, anche economico, riconosciuto alle foreste in tutto il mondo.***

Numerosi passi in questa direzione sono già stati fatti. Il regolamento europeo 841/2018 per la prima volta include il settore forestale all'interno dei bilanci di emissione degli altri settori economici, pur limitandone per scelta politica

Tra le principali novità contenute nel regolamento vi è il meccanismo di compensazione tra settori economici, grazie al quale per la prima volta il settore LULUCF (land use, land use change and forestry) può interagire con gli altri settori non ETS regolamentati dall'Effort Sharing Regulation pur non potendo superare in un quinquennio la quota del 3,5% delle emissioni totali riferite al 1990.

il potenziale mitigatore spendibile (11,5 M di tonnellate di CO₂ eq in un decennio, a fronte delle circa 40 che le foreste italiane assorbono annualmente) proprio per non disincentivare la riduzione delle emissioni nei settori più inquinanti.

Secondo il regolamento europeo 841/2018 il conteggio di emissioni e assorbimenti deve comprendere la biomassa viva, il legno morto e il carbonio immagazzinato nei prodotti forestali legnosi. È possibile non conteggiare i flussi di carbonio del suolo e della lettiera (gli altri due serbatoi forestali riconosciuti dall'IPCC, che spesso contengono oltre la metà del carbonio degli ecosistemi forestali), a patto di dimostrare che tali comparti non risultino in emissioni nette. Tra le principali novità contenute nel regolamento vi è il meccanismo di compensazione tra settori economici, grazie al quale per la prima volta il LULUCF può interagire con gli altri settori non ETS regolamentati dall'Effort Sharing Regulation, e il raggiungimento entro il 2030 delle emissioni 0 del settore LULUCF, dove le emissioni agricole dovranno essere del tutto compensate dagli assorbimenti forestali e dal miglioramento delle pratiche agricole. Viene poi stabilito che ciascuno stato deve individuare un livello di riferimento degli assorbimenti del settore forestale per il quinquennio 2021-25 da aggiornare per quello 2026-30. Annualmente gli Stati si impegnano a contabilizzare assorbimenti ed emissioni delle foreste in maniera trasparente, consistente, completa e

accurata secondo i criteri IPCC. Secondo il regolamento sono da contabilizzare le emissioni/assorbimenti derivanti dall'attivo intervento antropico. Devono cioè riguardare solo le foreste gestite e possono escludere eventi naturali che vadano ad incidere negativamente sulle performance di un periodo. Se la somma degli assorbimenti di un quinquennio, sottraendo il livello di riferimento moltiplicato per 5, rimane negativo, ovvero con assorbimenti superiori al livello di riferimento, lo Stato può contabilizzare questo credito pur non potendo superare la quota del 3,5% delle emissioni totali riferite al 1990. Gli assorbimenti risultanti dal legno morto e dagli utilizzi del legname (ad eccezione della carta) esulano da questa contabilizzazione. In questo modo si intende incentivare l'industria del legno per settori di stoccaggio durevoli, come l'edilizia e al contempo preservare le funzioni ecosistemiche dei boschi consentite dalla presenza di legno morto, fondamentale per esempio per la biodiversità animale, fungina e microbica. Vengono invece conteggiati come perdite nette gli utilizzi del legname a fine energetico. Trattandosi di una fonte energetica rinnovabile tuttavia l'impatto viene recuperato nel settore energetico, dove tale produzione è conteggiata a 0 emissioni. Il 3,5 % derivante da possibili crediti può essere re-direzionato ad altri settori secondo il reg 842 Effort sharing regulation. Le possibili quote eccedenti il 3,5% possono invece essere trasferite al quinquennio successivo o ad altri stati, in un meccanismo di flessibilità (Pilli 2018).

A seguito di una contrattazione politica tra gli Stati membri è stato stabilito un tetto massimo di compensazione dal settore LULUCF ad altri non ETS pari a 280 Mt CO₂ eq all'interno dell'Unione per l'intero decennio considerato. La quota spettante all'Italia è pari a 11,5 t CO₂ eq.

Una recente raccolta di 51 studi scientifici ha dimostrato che in tutti i settori il fattore di sostituzione (emissioni di CO₂ evitate per kg di legno utilizzato in sostituzione di altri materiali) è in media di 1,2 kgC/kgC². Infatti il conteggio non si limita soltanto alla contabilizzazione della quantità di C immagazzinata nel legname utilizzato per fini durevoli, ma anche alle emissioni evitate non utilizzando altri materiali, a partire dal cemento. Incentivare la produzione di legname europeo oltretutto è anche un modo per limitare le importazioni da paesi equatoriali che non seguono regolamenti stringenti in materia forestale e che stanno distruggendo un patrimonio inestimabile.

Un recente studio (Nabuurs, Gert-Jan, et al. 2017) delinea la possibilità di duplicare la capacità di assorbimento delle foreste europee attraverso interventi integrati sulle forme di gestione, di utilizzo e di regolamentazione del settore forestale, portando l'assorbimento dagli attuali 560 M t CO₂ eq/anno (**corrispondente a circa il 13% delle emissioni totali europee**) a 1000 M t CO₂ eq/anno (Nabuus et al 2017).

In Italia l'incremento di questa funzione dovrà passare anche dal cambiamento delle forme di gestione. A partire dalla conversione di ampie aree di bosco ceduo a fustaia di maggior valore sia economico che funzionale e paesaggistico.

L'assetto della proprietà dei territori boscati italiani, prevalentemente privata e molto frammentata, risulta un ostacolo significativo per l'incentivazione di forme di gestione attive e funzionali ad un'utilizzazione intelligente del bosco che ne sviluppi il potenziale di

carbon sink fornendo al contempo prodotti di lunga durata. ***Molta della sperimentazione in questo senso dovrà quindi coinvolgere il settore pubblico, in primis come gestore delle foreste. In seconda battuta però è anche prioritaria la messa appunto di meccanismi di remunerazione del servizio ecosistemico*** dell'assorbimento di CO₂ (attraverso lo strumento del Pagamento dei Servizi Ecosistemici) acquistati dal pubblico per un bene essenzialmente pubblico come la composizione atmosferica ma con ricadute economiche significative.

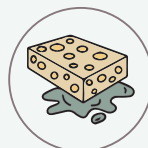
Le FORESTE e l'ASSORBIMENTO della CO₂



LE FORESTE:



CRESCONO: Italia = +84,3% tra il 1936 e il 2015



ASSORBONO:

- - ogni anno l'11,5% della CO₂ eq. italiana, al netto delle emissioni del settore (incendi...)
- - fin'ora hanno trattenuto l'equivalente delle emissioni di un anno dell'Europa a 27



POSSONO FORNIRE:

- - ulteriore assorbimento di CO₂
- - mobili, legname per l'edilizia... (che trattengono il carbonio assorbito)
- - biomasse per riscaldamento a basso rilascio di gas serra

STRATEGIE

Ben gestite possono **aumentare significativamente** le loro capacità di **assorbimento della CO₂ eq.** (Nabluus et al. 2017 stimano un dato europeo medio del + 12%)



incremento della gestione a fustaia da parte del gestore pubblico



preferenze per usi di legname da provenienza interna in edilizia, mobili ...



remunerazione dei settori privati perché tutelino il servizio ecosistemico reso dalle foreste al clima (pagamento di servizi ecosistemici)



parte terza:

**INVESTIMENTI,
VALORE AGGIUNTO,
OCCUPAZIONE**

Punti Salienti

Sia l'analisi condotta nei capitoli precedenti, sia l'analisi condotta dal PNIEC 2019 convergono nell'indicare nei settori dell'energia rinnovabile (elettrificazione e fotovoltaico *in primis*), degli edifici e dei trasporti, gli ambiti su cui concentrare gli investimenti nei prossimi 10 anni per ottenere i maggiori effetti in termini di neutralità climatica ed un incremento del valore aggiunto e dell'occupazione.

Il quadro analizzato dal PNIEC 2019

In questi settori, a normativa vigente, il PNIEC 2019 stima l'esistenza di un volume di investimenti annui *inerziale* (ossia già esistenti e "trascinati" negli anni successivi) di 78 md di euro annui (1014 md tra il 2017 ed il 2030). Rispetto a questa dinamica tendenziale, gli investimenti aggiuntivi previsti dal PNIEC per il periodo 2017-2030 ammontano a 186 md sull'intero periodo (in media circa 14,3 md l'anno). Oltre che sull'efficientamento/riconversione della produzione e distribuzione di energia (61 md per teleriscaldamento, produzione e rete elettrica), gli investimenti aggiuntivi previsti dal PNIEC per il periodo 2017-2030 si concentrano prevalentemente sui settori edifici residenziali (63 md), edifici del terziario (35 md) e trasporti (27 md).

IL PNIEC simula gli effetti macroeconomici degli investimenti sulla ricchezza aggiuntiva (in termini di VA, valore aggiunto) e sull'occupazione (in termini di ULA, unità di lavoro attivo). Le simulazioni utilizzano due diversi moltiplicatori (Input output – I/O - e SAM) e distinguono tra impatti "temporanei" e impatti "permanenti" sulle unità di lavoro: l'aumento temporaneo di ULA si riferisce all'insieme delle attività di progettazione, sviluppo, installazione e realizzazione degli investimenti; questi possono essere considerati effetti d'impatto (diretti e indiretti) di breve periodo destinati ad esaurirsi con la realizzazione e messa in opera degli investimenti stessi. L'effetto "temporaneo" ricalcolato in media annua assume quindi che la realizzazione degli investimenti sia continua ed omogenea nel tempo. Gli effetti "permanenti" (diretti ed indiretti) sono invece quelli che derivano dalla manutenzione dei beni realizzati per l'intero arco del loro ciclo di vita.

Secondo il modello I/O, 14,3 md medi annui di investimenti possono produrre, nel periodo 2017-2030, un incremento di VA annuo complessivo di 8 md (+6,5% sull'intero periodo ovvero +104 md cumulati) e un aumento "temporaneo" di ULA di +126.000 unità in media annua (oltre 1,6 mn

di occupati in 13 anni); gli effetti “permanententi” ammontano invece a +13.000 ULA nell’arco dell’intero periodo (da 37.700 a 50.700) a cui vanno sottratte le unità di lavoro perse per il progressivo abbandono delle energie fossili (-6.100): l’impatto “permanente” netto è quindi di 6.600 unità’.

Secondo le simulazioni con il modello SAM, 14,3 md di investimenti medi annui hanno un impatto leggermente minore sul VA (7,1 md medi annui, 92,3 md cumulati) e invece significativamente più basso sull’occupazione (+79mila ULA medie annue ovvero poco più di 1 mn di occupati in più sull’intero periodo).

Gli investimenti aggiuntivi necessari.

Il PNIEC si riferisce tuttavia a un obiettivo di riduzione delle emissioni di CO₂ eq. pari a -40% (nell’anno 2050 rispetto al 1990), non in linea con le recenti revisioni dell’obiettivo che lo spostano a -55% secondo la CE e a -60% secondo il Parlamento europeo.

Per raggiungere il risultato di riduzione delle emissioni coerenti con il nuovo obiettivo UE (-55%)

nel settore degli edifici gli investimenti necessari dovrebbero quindi essere due volte e mezzo gli investimenti annui previsti dal PNIEC per i settori residenziale e commerciale-pubblico (20,7 mld). In questo scenario, il settore residenziale/commerciale-pubblico non solo sarebbe in grado di annullare la propria dipendenza da combustibili fossili, ma avrebbe anche una capacità di produzione annua di energia elettrica di 6,5 Mtep superiore il proprio fabbisogno. La maggiore domanda finale di consumi elettrici derivante dalla decarbonizzazione del settore residenziale e di quello dei trasporti potrebbe infatti essere potenzialmente soddisfatta con l’installazione in dieci anni, di pannelli fotovoltaici su circa il 4% del parco residenziale esistente.

Nel settore dei trasporti le priorità si concentrano necessariamente, per l’Italia, sulla massiccia elettrificazione del parco veicolare privato e sul progressivo trasferimento su rotaia del trasporto commerciale a lunga percorrenza. Adottando le medesime ipotesi di percorrenza media e consumi medi impliciti nelle stime del PNIEC, si può stimare che l’elettrificazione di un parco vetture doppio di quello previsto (ovvero il 30% anziché il 15% del parco esistente), assieme all’adozione di tecnologie all’idrogeno nella misura già prevista dal

PNIEC, potrebbe assicurare almeno la completa sostituzione dell'uso attuale di diesel. Il PNIEC stima già, per la conversione dei veicoli nel settore dei trasporti, lo sforzo finanziario più ingente: 27 md addizionali oltre ai 31,4 md già previsti a politiche vigenti (ovvero 58,4 md annui cumulati). Per adeguarsi al nuovo obiettivo occorrerebbe un aumento di investimenti proporzionale.

Nel settore dell'**energia rinnovabile** le proiezioni PNIEC prevedono un aumento della produzione di energia da fonti rinnovabili entro il 2030, portandone la quota dal 17,4% al 30%, un livello leggermente inferiore all'obiettivo UE (32%). Per raggiungere il nuovo obiettivo UE di riduzione di emissioni -55% rispetto al 1990 la transizione ad energie rinnovabili deve quindi essere significativamente accelerata. La produzione complessiva di energia attraverso fonti rinnovabili dovrebbe infatti raggiungere il 43% dei consumi totali entro il 2030 (anziché il 30% previsto) e anticipare di cinque anni, al 2025, l'obiettivo del 30% (originariamente previsto dal PNIEC solo per il 2030). Le ristrutturazioni immobiliari finalizzate a rendere una quota rilevante di edifici esistenti "a consumo di energia quasi-zero" (*nearly zero energy buildings* ovvero nZEB), un più significativo contributo dell'energia

solare alla produzione termica civile ed una estesa elettrificazione dei trasporti consentirebbero di chiudere questo gap.

Assumendo come base le proiezioni PNIEC dei consumi finali di energia elettrica, gli obiettivi PNIEC prevedono che il solare contribuisca, nel 2030, per il 24,1% (6,3 Mtep) alla loro copertura. Una copertura dell'80% nel 2050, richiederebbe invece che il solare sia in grado di soddisfare almeno il 40% del fabbisogno elettrico complessivo del 2030, vale a dire 10,4 Mtep (ovvero almeno 4,1 Mtep in più rispetto a quanto già previsto dal PNIEC).

Se la domanda finale di energia elettrica evolve come previsto dal PNIEC, tale obiettivo è tutt'altro che utopistico, anche se richiede uno sforzo di elettrificazione enorme sia nel settore residenziale che in quello dei trasporti.

La maggiore domanda finale di consumi elettrici derivante dalla decarbonizzazione del settore residenziale e di quello dei trasporti potrebbe essere potenzialmente soddisfatta con l'installazione in dieci anni, di pannelli fotovoltaici su circa il 4% del parco residenziale esistente. Il fabbisogno elettrico del settore residenziale/commerciale-pubblico sarebbe infatti più che integralmente soddisfatto da autoproduzione via pannelli fotovoltaici (21 Mtep rispetto a un fabbisogno residuo di settore di

14,5 Mtep) e l'eccedenza di produzione elettrica di tale settore (6,5 Mtep) sarebbe più che sufficiente a coprire la maggiore domanda, in particolare quella derivante dalla massiccia elettrificazione del trasporto privato (4,9 Mtep).

Le ricadute su occupazione e valore aggiunto

Assumendo i moltiplicatori utilizzati dal PNIEC ed adattandoli alla revisione degli investimenti necessaria all'obiettivo 55% di gas climalteranti (1990 – 2030), nonostante non sia possibile, con le metodologie adottate, analizzare esattamente la distribuzione nel tempo di questi effetti, è ragionevole presumere che i nuovi investimenti possano tradursi da qui al 2030 in una maggiore crescita del PIL pari all'8% ed un aumento di 600.000 unità lavorative, stabili nel decennio e concentrate nei settori edilizio, dei trasporti e dell'energia rinnovabile. Il piano di investimenti *revised* necessario per raggiungere entro il 2030 una riduzione di emissioni del -55% (rispetto al 1990) ha cioè una portanza ed impatti economici da sei a otto volte maggiori di quelli originariamente previsti dal PNIEC.

Gli impatti sull'occupazione devono peraltro anche tenere conto della perdita di occupazione

conseguente al disinvestimento in energia fossile. Le simulazioni del PNIEC stimano tuttavia che gli impatti diretti di tale disinvestimento siano, in media annua relativamente contenuti. Il modello I-O stima infatti un impatto negativo "temporaneo" (cioè collegato a minori investimenti) di circa **5000** unità di lavoro medie annue (per l'80% concentrate nella produzione/distribuzione di energie fossili e di energia termica per il settore residenziale e terziario) e, a regime, in un calo "permanente" di poco più di **60000 ULA**.

Il potenziale ulteriore dell'innovazione tecnologica

Gli interventi proposti in precedenza sono tutti riferiti alla situazione attuale del sistema produttivo italiano, un sistema produttivo che tuttavia sta scontando una tendenza all'arretratezza nella capacità di produrre beni a forte contenuto di tecnologia e, conseguentemente, a maggior valore aggiunto rispetto ai settori tradizionali. A partire dalla fine del secolo scorso, e negli ultimi anni in particolare, il nostro paese sta infatti accumulando un *gap* negativo crescente verso i maggiori paesi UE in termini di capacità di innovazione tecnologica e di aumento della ricchezza prodotta (VA).

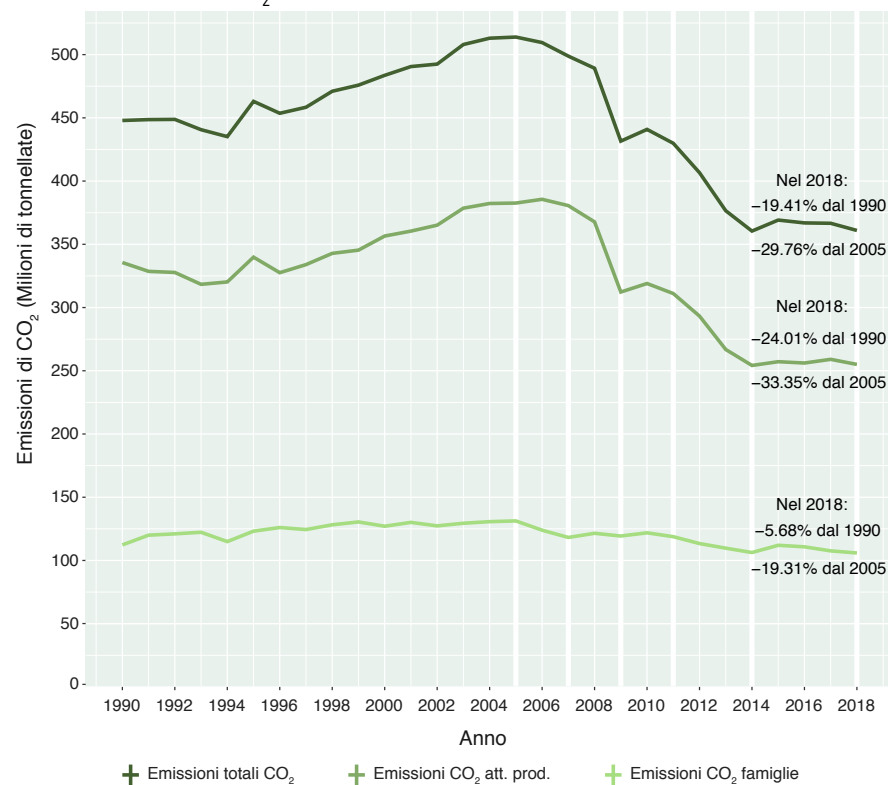
Aumentare la ricerca e sviluppo e l'industrializzazione di prodotti ad alto contenuto tecnologico aiuterebbe pertanto il nostro paese a collocarsi nel processo verso la neutralità climatica producendo beni a maggior valore aggiunto, che altrimenti dovrebbero essere importati dall'estero, e aumentando in questo modo sia la velocità di riduzione delle emissioni, sia la ricchezza prodotta e l'occupazione.

In particolare si stima che 7 miliardi annui di investimenti aggiuntivi in tecnologia green avanzata, rispetto agli stessi 7 miliardi investiti in tecnologia a basso contenuto innovativo, produrrebbero al 2030 circa 400.000 unità lavorative e circa il 4,1% di PIL in più.

8. Gli investimenti necessari alla neutralità carbonica

I tre grafici che seguono riprendono tre argomenti propedeutici allo sviluppo di quest'ultimo capitolo: l'andamento meno virtuoso delle famiglie rispetto alle imprese (o "attività produttive") in termini di dinamica delle emissioni (figura 19); il peso dei diversi settori nel totale emissivo italiano (figura 20); i settori strategici la cui dinamica necessita di interventi specifici (figura 21).



Emissioni di CO₂ in Italia dal 1990 al 2018Figura 19 - Emissioni di CO₂ per famiglie e attività produttive

ISPRA (2020) - Peso % emissioni gas serra (GHG) per settore 2018

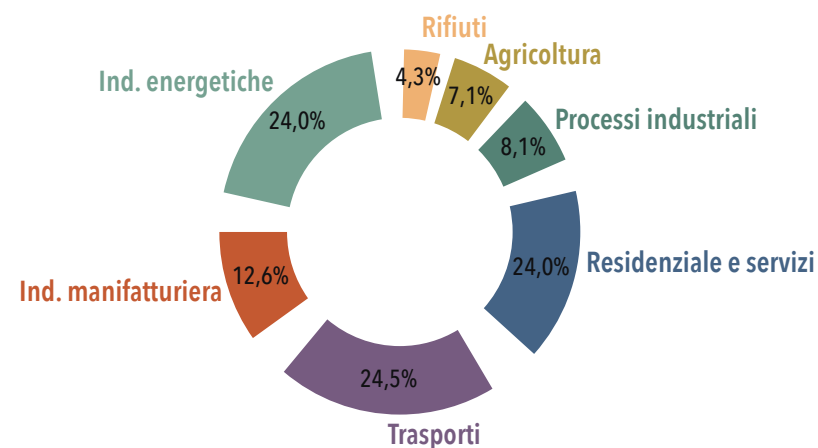


Figura 20 - i diversi settori e il peso percentuale nell'emissione di gas serra in Italia nel 2018

ISPRA (2020) - Variazioni % emissioni gas serra (GHG) per settore 1990-2018

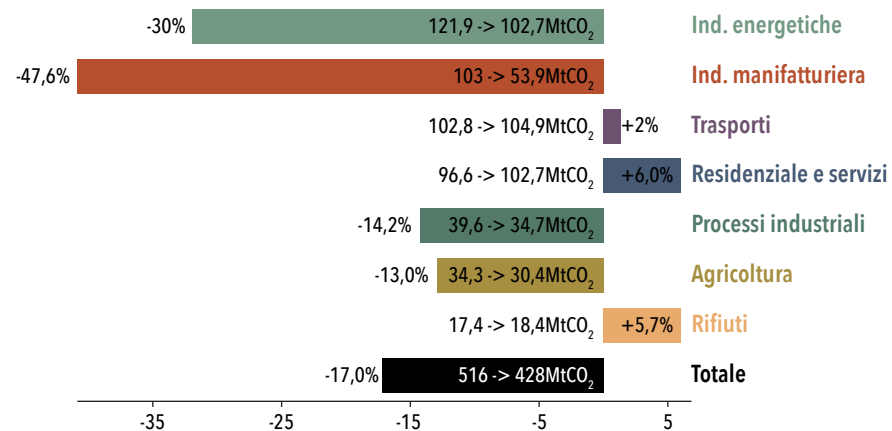


Figura 21 - variazioni percentuali 1990 – 2018 e valori assoluti dei gas serra nelle diverse attività economiche italiane

Le ultime figure evidenziano in particolare il ruolo strategico di due settori in cui le famiglie hanno un peso rilevante: i trasporti e il settore “residenziale e servizi” (che nel capitolo 3 di questo studio viene chiamato “edifici”). Entrambi registrano nella fotografia del 2018 un'emissione annua superiore ai 100 milioni di tonnellate di CO₂ equivalente (circa il doppio delle industrie manifatturiere) e nell'evoluzione 1990 – 2018 una tendenza alla crescita dei valori assoluti (mentre le industrie manifatturiere li dimezzano). Il grafico mostra un andamento negativo anche del settore dei rifiuti, ma, come ricordato anche in precedenza, esso emette meno di un quinto degli altri due settori e negli ultimi anni in Italia ha conosciuto miglioramenti rilevanti.

Per comprendere appieno questi dati occorre far notare che il settore edilizio è in gran parte riconducibile alle famiglie (la parte pubblica e commerciale, denominata “servizi”, è nettamente minoritaria rispetto alla parte “residenziale”), mentre il settore dei trasporti è misto (i trasporti valgono il 24,5% sul totale nazionale delle emissioni di gas climalteranti; di questo 24,5% oltre la metà - il 14,3% circa - è riferibile ai trasporti delle famiglie, il 10,2% rimanente ai trasporti delle imprese).

Il peso complessivo dei due settori suggerisce infine di analizzare, in questo capitolo conclusivo, anche il settore delle industrie produttrici di energia. Alla base dell'analisi vi è la necessità di sostituire l'attuale produzione di energia, in gran parte basata sull'uso di fonti fossili, con una produzione che nel 2050 dovrà essere basata solo su energie rinnovabili, in gran parte (80%) apportate dal fotovoltaico. Affinché questo accada si rende necessario una vasta elettrificazione di ambiti oggi serviti

principalmente da energie fossili (trasporto, edifici...) e la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili. Queste considerazioni mostrano le intersezioni e correlazioni dei settori esaminati nel capitolo.

Per ciascuno dei tre settori strategici (energia rinnovabile, trasporti delle famiglie ed edifici) il capitolo presenta l'esito di studi relativi agli investimenti necessari per raggiungere non l'obiettivo conservativo del -40% tra 1990 e 2030 in termini di emissioni CO₂ eq., ma l'obiettivo avanzato del -55% proposto dal Parlamento europeo. Sono stati pertanto analizzati gli scenari, gli interventi previsti, l'ammontare degli investimenti, i moltiplicatori sul valore aggiunto e l'occupazione proposti dal PNIEC, a partire dall'obiettivo conservativo e, per ciascuno dei tre settori, sono stati stimati i valori aggiornati in linea con l'obiettivo avanzato. I principali risultati di questa comparazione, sia in termini di metodo, sia di valori assoluti, sia di policy sono descritti nelle pagine seguenti.

Gli investimenti e gli impatti macroeconomici previsti dal PNIEC

Retrospectivamente, la dinamica della riduzione delle emissioni CO₂ equivalenti¹ è stata in Italia complessivamente in linea (dopo il 2005) con gli obiettivi originariamente definiti alla Conferenza di Parigi (COP21) e sembra in grado di superarli entro il 2030

¹ L'impatto delle emissioni dei gas serra (GHG *GreenHouse Gases*) sul riscaldamento globale vengono misurate in modo standardizzato in milioni di tonnellate di CO₂ equivalenti (MtCO₂eq) cioè equiparandole all'effetto prodotto dalla stessa quantità di anidride carbonica (CO₂).

(ovviamente nell'ipotesi che le politiche prospettate nel Piano vengano integralmente attuate). Il Parlamento Europeo² e la Commissione Europea vogliono però **portare l'obiettivo 2030 da -33% a -55% (la CE) e -60% (il Parlamento) sul 1990**³. La revisione dell'obiettivo su un orizzonte temporale conseguentemente dimezzato (10 anni anziché 20) implica per l'Italia una riduzione totale di emissioni del **42,4%**, anziché del -19,2%, nel prossimo decennio (2020-2030) e comporta, quindi, il **sostanziale raddoppio dello sforzo di riduzione percentuale delle emissioni su tutti i settori**.⁴ La revisione degli obiettivi di riduzione delle emissioni implica non solo il sostanziale raddoppio degli investimenti previsti (cioè la concentrazione dei medesimi investimenti in un arco temporale dimezzato), ma anche una concentrazione dello sforzo sui settori che più possono contribuire al risultato.

2 European Parliament (2019) <https://www.europarl.europa.eu/news/en/press-room/20191121IPR67110/the-european-parliament-declares-climate-emergency>

3 NB Il PNIEC rideclina gli obiettivi di riduzione delle emissioni rispetto non al 1990, ma al 2005, per tenere conto anche di accordi intervenuti successivamente ed in particolare alla Direttiva 2018/410/UE denominata ETS (Emission Trading System 2021-2030) che definisce per alcuni settori soggetti alla nuova normativa un obiettivo di riduzione di -43% rispetto al 2005 (e non rispetto al 1990). Accanto al -43% (rispetto al 2005) per i settori regolati dalla Direttiva ETS (industrie energetiche, settori industriali energivori e aviazione), rimane in vigore per i settori c.d. non-ETS (trasporti, residenziale, agricoltura, rifiuti e industria non energivora, tendenzialmente corrispondente alle PMI) l'obiettivo previgente di -40% sul 1990 (il quale -ribassato sul 2005 per omogeneità- diventa -33%).

4 L'ipotesi, nella ripartizione stimata della tab.3 è che ciascun settore partecipi al raggiungimento del nuovo obiettivo in proporzione al suo peso percentuale sulle emissioni totali 2020 meno 2 volte la variazione di peso prevista nelle proiezioni PNIEC al 2030 (= [EMISSIONI TOTxW20]-[2ΔW20-30]).

Gli investimenti tecnologici e infrastrutturali del PNIEC

A normativa vigente, il PNIEC stima un **volume di investimenti annui inerziale** di 78 md di euro annui (1014 md tra il 2017 ed il 2030). Rispetto a questa dinamica tendenziale, gli **investimenti aggiuntivi previsti dal PNIEC** per il periodo 2017-2030 ammontano a **186 md sull'intero periodo** (in media circa **14,3 md l'anno**).

In estrema sintesi, gli interventi previsti nel PNIEC sono i seguenti:

- Nel **settore residenziale** (privato e commerciale) l'azione è incentrata su interventi di efficientamento energetico degli edifici esistenti attraverso la diffusione di nuove tecnologie (cappotti termici, pompe di calore ecc.);
- Nel **settore dei trasporti** gli interventi sono focalizzati sulla progressiva sostituzione del parco veicolare con la diffusione di veicoli caratterizzati da consumi energetici ridotti/basse emissioni di CO₂;
- La riduzione di emissioni imputata ai **processi industriali** si riferisce essenzialmente alla produzione di cemento, di calce e di acciaio e di gas fluorurati⁵;
- Nella gestione dei **rifiuti**, la diminuzione di emissioni è correlata alle quantità totali prodotte, alla minore quota di sostanze biodegradabili avviate in discarica e alle percentuali di metano recuperato dai gas di discarica;
- **Energie rinnovabili**: il PNIEC prevede di raggiungere entro il 2030 un'incidenza di energie rinnovabili del 30% del consumo lordo di energia finale, sostanzialmente in linea con l'obiettivo vincolante UE (32%).

5 L'effetto di contenimento dei gas fluorurati derivava dalla completa applicazione del Regolamento UE 517/2014 che prevede, tra l'altro, il divieto dell'uso di alcuni gas a più alto potenziale di riscaldamento globale.

Oltre che sull'efficientamento/riconversione della produzione e distribuzione di energia (teleriscaldamento, produzione e rete elettrica) (**61 md**), gli **investimenti aggiuntivi** previsti dal PNIEC per il periodo 2017-2030 si concentrano prevalentemente (67%) sui settori edifici **residenziali (63 md)**, edifici del **terziario (35 md)** e **trasporti (27 md)**.

Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima Investimenti in tecnologie processi e infrastrutture (2017-2030)						
Settore	Politiche correnti (2017-2030) [mld€]	Aggiuntivi PNIEC (2017-2030) [mld€]	Totali PNIEC (2017-2030) [mld€]	Politiche correnti media annua [mld€]	Aggiuntivi PNIEC media annua [mld€]	Totali PNIEC media annua [mld€]
Residenziale	117	63	180	9,0	4,8	13,8
Terziario	55	35	90	4,2	2,7	6,9
Industria	27	6	33	2,1	0,5	2,5
Teleriscaldamento (distribuzione)	1	1	2	0,1	0,1	0,2
Trasporti (veicoli)	732	27	759	56,3	2,1	58,4
Settore elettrico (impianti di generazione)	47	38	85	3,6	2,9	6,5
Sistema elettrico (reti, accumuli)	30	16	46	2,3	1,2	3,5
Totale	1.009	186	1.195	77,6	14,3	91,9

Figura 22 - PNIEC, investimenti in tecnologie, processi e infrastrutture (2017-2030) (NB salvo dove diversamente indicato, le tabelle che seguono sono rielaborazioni a cura di Està delle tabelle originali PNIEC)

Gli impatti degli investimenti previsti dal PNIEC su attività economica e occupazione

Il PNIEC 2019 simula gli effetti macroeconomici degli investimenti differenziali stimati sull'attività economica (in termini di VA, valore aggiunto) e sull'occupazione (in termini di ULA, unità di lavoro attivo). Le stime sono effettuate con due diverse metodologie: (a) l'analisi attraverso la matrice *input-output* (I/O) delle interdipendenze settoriali applicata a 63 settori ISTAT di attività economica⁶ e (b) l'analisi con la matrice di contabilità sociale (SAM) elaborata dal CEIS-ENEA⁷, che oltre alle interdipendenze tra settori di produttivi (58), tiene conto anche della distribuzione del reddito tra i fattori della produzione (lavoro e capitale), dell'attività del Settore pubblico (imposte, trasferimenti e consumi pubblici) e dell'interscambio commerciale con il Resto del Mondo. Le simulazioni distinguono tra impatti "temporanei" e "permanenti" sulle unità di lavoro: **l'aumento temporaneo di ULA si riferisce all'insieme delle attività di progettazione, sviluppo, installazione e realizzazione degli investimenti e possono essere considerati effetti d'impatto (diretti e indiretti) di breve periodo destinati ad esaurirsi con la realizzazione e messa in opera degli investimenti stessi.** L'effetto "temporaneo" ricalcolato in media annua assume quindi che la realizzazione degli investimenti sia continua ed omogenea nel tempo. **Gli effetti "permanenti" (diretti ed indiretti) sono invece quelli che derivano dalla manutenzione dei beni realizzati per l'intero arco del loro ciclo di vita.**

6 ISTAT [2018]

7 ENEA [2014]

Secondo il modello I/O, **14,3 md** medi annui di investimenti possono produrre, nel periodo 2017-2030, un incremento di VA annuo complessivo di **8 md** (+6,5% sull'intero periodo ovvero **+104 md** cumulati) e un aumento "temporaneo" di ULA di **+126.000** unità in media annua (oltre 1,6 mn di occupati in 13 anni); gli effetti "permanenti" stimati attraverso la matrice input-output ammontano invece a **+13.000** ULA nell'arco dell'intero periodo (da 37,7mila a 50,7mila) a cui vanno sottratte le unità di lavoro perse per il progressivo abbandono delle energie fossili (-6,1mila): l'impatto "permanente" netto è quindi di 6,6mila unità. Secondo le simulazioni con il modello SAM -che tengono conto anche degli effetti moltiplicativi della domanda aggregata e di quelli demoltiplicativi delle imposte e del commercio estero- **14,3 md** di investimenti medi annui hanno un impatto leggermente minore sul VA (**7,1 md** medi annui, **92,3 md** cumulati) e invece significativamente più basso sull'occupazione (**+79.000** ULA medie annue ovvero poco più di **1 mn** di occupati in più sull'intero periodo).

Impatti economici investimenti PNIEC addizionali rispetto a politiche vigenti (dati medi annui)					
(bn €)	Inv PNIEC Aggiuntivi rispetto a politiche vigenti media annua	Moltiplicatori I/O		Moltiplicatori SAM	
		Δ VA	Δ ULA	Δ VA	Δ ULA
		mld € medi annui	#migliaia medi annui	mld € medi annui	#migliaia medi annui
Totale	14,3	8,0	126,3	7,1	79,3
Residenziale + terziario	7,5	5,2	87,8	4,2	48,2
Industria	0,5	0,3	4,6	0,5	5,7
Trasporti (veicoli)	2,1	0,2	3,3	1,4	13,7
Energia	4,2	2,3	30,7	1,0	11,7

Figura 23 - Impatti economici investimenti PNIEC addizionali rispetto a politiche vigenti (dati medi annui)

Gli investimenti necessari per raggiungere il nuovo obiettivo UE (-55% su 1990 entro il 2030)

Il PNIEC del dicembre 2019 calibra gli investimenti sull'obiettivo UE di riduzione delle emissioni entro il 2030 al -33% (sul 2005). I nuovi obiettivi europei di riduzione di -55% delle emissioni sul 1990 comporterebbero uno **sforzo addizionale negli investimenti dell'ordine di 100 md annui** che porterebbero il totale degli investimenti (comprensivo di quelli previsti "a politiche correnti") a **178 md l'anno tra il 2020 ed il 2030** (contro i 92 md annui complessivi originariamente previsti dal PNIEC).

La revisione degli investimenti proposta in questa sede incorpora alcune ipotesi di *policy* specifiche ed in alcuni casi molto più aggressive rispetto a quelle del PNIEC e

concentra gli investimenti addizionali rispetto a quelli già previsti soprattutto in due settori che, nel contesto italiano, appaiono strategici: il settore residenziale/terziario ed il settore dei trasporti (settori che direttamente o indirettamente generano quasi metà delle emissioni di gas serra complessive e che sono gli unici settori che tra il 1990 ed oggi, non hanno diminuito, ma aumentato le emissioni complessive)⁸.

a) Nel **settore residenziale e terziario** sarebbe necessaria un'estensione degli investimenti di efficientamento energetico e di elettrificazione del fabbisogno energetico nel settore residenziale e non-residenziale (**51,3 md** contro 20,7 md del PNIEC) attraverso l'applicazione di standard nZEB (*near Zero Emissions Buildings*) allo 0,4% annuo del parco edifici esistenti (e non solo a quelli di nuova costruzione come previsto dalle normative in vigore): si tratta di un intervento molto più ampio ed invasivo di quello previsto⁹, che coinvolge oltre 25.000 edifici all'anno (10-12 mn di m²), capace tuttavia di portare alla totale decarbonizzazione del settore e di ridurre le emissioni in linea con i nuovi obiettivi europei nell'arco del decennio considerato.

b) Nel settore dei trasporti, il raggiungimento del nuovo obiettivo UE di riduzione dei gas serra comporta uno sforzo eccezionale, molto superiore anche a quello che sarebbe sufficiente a soddisfare i requisiti europei in materia di quota minima di fonti rinnovabili sui consumi energetici del settore (22%, obiettivo fatto proprio dal PNIEC). Al fine di raggiungere l'obiettivo UE in termini di

riduzione di gas serra (GHG), sarebbe infatti necessaria una elettrificazione del parco veicolare privato quadrupla di quella considerata dal PNIEC (24 mn di veicoli anziché 6). In questo caso, tenuto conto del "fattore moltiplicativo" assegnato dalla normativa UE alla quota elettrica¹⁰, la massiccia elettrificazione del trasporto su strada privato porterebbe la quota rinnovabile elettrica (1,6 Mtep reali ovvero 6,5 Mtep nominali) a superare, da sola, l'obiettivo UE di FER totali nel settore dei trasporti (23,5%¹¹ contro 22%). Affiancandosi alle politiche (già previste dal PNIEC) di trasferimento su rotaia di parte del traffico commerciale attualmente su gomma ed all'adozione di propellenti basati sull'idrogeno per il trasporto merci pesante a lunga percorrenza, l'elettrificazione massiva del parco veicolare privato consentirebbe l'azzeramento entro il 2030 dell'utilizzo di biodiesel e la sostituzione di un ulteriore 2% (0,589 Mtep) dell'attuale consumo di gasolio e benzine fossili nei trasporti privati¹².

c) L'elettrificazione estensiva dei settori edifici (residenziale/commerciale/pubblico) e dei trasporti richiede ovviamente un potenziamento della capacità di generazione di energia elettrica, che in buona parte verrebbe coperta dagli investimenti già previsti dal PNIEC di ampliamento del contributo di fonti rinnovabili alla produzione di energia elettrica (16,1 Mtep ovvero il 62% del totale dei consumi finali del settore) e, nella

10 Ai fini del raggiungimento degli obiettivi in termini di FER sui consumi energetici finali di settore, le Direttive RED II e ILUC associano "fattori moltiplicativi" ad alcune tipologie di fonti rinnovabili. Il "fattore moltiplicativo" associato alla quota elettrica nei trasporti è 4. Cfr. GSE [2019]

11 1,6 Mtep reali ovvero 6,46 Mtep nominali (= 1,616 x 4 "fattore moltiplicativo UE") su un totale di consumi finali di 27,5 Mtep [Tab.21b infra]

12 1,616 Mtep reali da elettrificazione del trasporto privato possono sostituire integralmente 1,027 Mtep di biodiesel e 0,589 Mtep aggiuntivi di gasolio/benzine [Tab.19 infra]

8 Secondo i dati ISPRA più aggiornati, il peso sulle emissioni totali di GHG nel 2018 era del 24,5% dei trasporti (+2% rispetto al 1990) e del 24% del residenziale/servizi (+6% sul 1990). Cfr. ISPRA [2020]

9 Il riferimento è alla strategia delineata in STREPIN [2015]

parte eccedente, dalla maggiore generazione autonoma del settore residenziale (6,5 Mtep). La produzione complessiva di energia elettrica da fonti rinnovabili (22,6 Mtep=16,1+6,5) sarebbe in questo modo anche coerente con quella necessaria per contribuire al raggiungimento del nuovo obiettivo europeo di emissioni di -55% (sul 1990) entro il 2030.

Revisione Investimenti coerenti con -55% GHG (2020-2030)				
(bn €)	Politiche correnti	mld €/anno		
		Adeguamento investimenti aggiuntivi	TOTALE investimenti	TOTALE cumulato investimenti
	media annua	media annua	media annua	2020-2030
TOTALE	77,6	100,3	177,9	1778,8
Residenziale+Terziario	13,2	51,3	64,5	645,3
Industria	2,1	0,5	2,5	25,4
Trasporti (veicoli)	56,3	32,5	88,8	888,1
Energia	6,0	16,0	22,0	220,0

Figura 24 - Revisione investimenti coerenti con - 55% GHG (2020-2030)

Gli impatti degli investimenti previsti su attività economica e occupazione

Sull'intero periodo 2020-2030, gli impatti complessivi cumulati sulle unità di lavoro sarebbero di conseguenza anch'essi di un ordine di grandezza doppio rispetto a quelli simulati dal PNIEC (quindi più di **3 milioni** di ULA aggiuntivi secondo le simulazioni input-output e poco più di **2 milioni** secondo le simulazioni SAM). Come si vede nella tabella successiva, l'impatto unitario maggiore (per ogni miliardo di investimento) varia a seconda di

quale tra i due moltiplicatori venga scelto, assumendo per ipotesi una maggiore credibilità alle simulazioni SAM (più attente alle variazioni complessive dell'impatto economico), la ricaduta maggiore si avrebbe nel settore dei trasporti, seguito dal settore dell'energia e quindi dal settore edilizio (in cui il sotto-settore residenziale è prevalente), mentre, come segnalato in precedenza, la necessità di investimenti maggiore per conseguire la neutralità climatica è concentrata sul settore edilizio.

L'importanza relativa degli impatti "temporanei" dei diversi settori di investimento può essere invece apprezzata guardando al potenziale implicito di attivazione economica per ogni miliardo investito (vedi Fig.25). Il confronto orizzontale tra i moltiplicatori dei due modelli conferma che i moltiplicatori complessivi del VA sono molto simili (I/O= 0,531; SAM= 0,562), nonostante il diverso numero di settori di attività economica considerati (63 e 58 rispettivamente) e la mancanza di stime SAM su alcune tipologie di interventi (teleriscaldamento e sistema elettrico): **ogni miliardo aggiuntivo di investimenti genera annualmente rispettivamente 532 mn (I/O) e 562 mn (SAM) di VA addizionale**. Diverso è invece l'impatto occupazionale stimato dai due modelli: quello del modello SAM è infatti sensibilmente inferiore a quello I/O (**I/O 8470 ULA e SAM 6244 a per ogni miliardo di investimenti**). Trascurare gli effetti di distribuzione del reddito tra salari e profitti e gli effetti della tassazione diretta e indiretta (assenti nel modello I-O e presenti in quello SAM)) è quindi in aggregato apparentemente quasi ininfluenza sul valore aggiunto, ma può indurre invece significative differenze nelle stime degli effetti occupazionali. Differenze significative tra le due metodologie si notano anche nella declinazione settoriale degli impatti (Fig.25).

Moltiplicatori degli investimenti in tecnologie processi e infrastrutture PNIEC 2019				
	Moltiplicatori I/O		Moltiplicatori SAM	
	$\Delta VA/\Delta I$	$\Delta ULA/\Delta I$	$\Delta VA/\Delta I$	$\Delta ULA/\Delta I$
Totale	0,531	8,478	0,562	6,244
Residenziale	0,659	12,045	0,268	3,922
Terziario	0,750	10,833	1,133	11,327
Industria	0,600	10,000	1,043	12,328
Teleriscaldamento (distribuzione)	0,050	1,667		
Trasporti (veicoli)	0,105	1,579	0,671	6,584
Settore elettrico (impianti di generazione)	0,448	7,241	0,376	4,268
Sistema elettrico (reti, accumoli)	0,727	7,273		

Figura 25 - Moltiplicatori degli investimenti in tecnologie , processi ed infrastrutture PNIEC 2019

L'applicazione dei moltiplicatori impliciti PNIEC consente comunque una stima dell'ordine di grandezza degli impatti economici degli investimenti rivisti secondo le ipotesi del presente lavoro. Le politiche descritte nelle sezioni precedenti comportano oltre **100 miliardi** di investimenti medi annui aggiuntivi rispetto a quelli delle "politiche correnti", concentrati sui settori termico (residenziale e terziario) e sui trasporti¹³: l'impatto è quindi proporzionalmente molto più ampio rispetto a quello previsto dal PNIEC. L'effetto d'impatto espansivo addizionale degli investimenti *revised*, si colloca, con riferimento al VA tra i **47,8 md (SAM)** ed i **50,4 md (I/O)** medi annui (contro i 7-8 md aggiuntivi del PNIEC) e l'aumento dell'occupazione tra **592.999 (SAM)** e **769.000 (I/O) unità** (contro i 79-126 mila del PNIEC). Gli impatti sull'occupazione devono peraltro anche tenere conto della perdita di occupazione conseguente al disinvestimento in energia fossile. Le simulazioni del PNIEC stimano tuttavia che gli impatti diretti di tale

disinvestimento siano, in media annua relativamente contenuti. Il modello I-O stima infatti un impatto negativo "temporaneo" (cioè collegato a minori investimenti) di circa **5000** unità di lavoro medie annue (per l'80% concentrate nella produzione/distribuzione di energie fossili e di energia termica per il settore residenziale e terziario) e, a regime, in un calo "permanente" di poco più di **60000 ULA**.

Anche se non è possibile, con le metodologie adottate, analizzare la distribuzione nel tempo di questi effetti, è ragionevole presumere che essi possano da qui al 2030 in una maggiore crescita del PIL pari all'8% ed un aumento di 600.000 unità lavorative, stabili nel decennio. Il piano di investimenti *revised* necessario per raggiungere entro il 2030 una riduzione di emissioni del -55% (rispetto al 1990) ha cioè una portanza ed impatti economici da sei a otto volte maggiori di quelli originariamente previsti dal PNIEC.

13 Vale a dire 86 md annui in più degli originari 14,3 md aggiuntivi del PNIEC

**Impatti economici investimenti revised coerenti con -55% GHG
addizionali rispetto a politiche vigenti
(dati medi annui)**

(bn €)	Inv PNIEC Aggiuntivi rispetto a politiche vigenti media annua	Moltiplicatori I/O		Moltiplicatori SAM	
		Δ VA	Δ ULA	Δ VA	Δ ULA
		mld € medi annui	#migliaia medi annui	mld € medi annui	#migliaia medi annui
Totale	100,3	47,8	769,2	54,7	591,9
Residenziale + terziario	51,3	35,4	597,2	28,5	327,8
Industria	0,5	0,3	4,6	0,5	5,7
Trasporti (veicoli)	32,5	3,4	51,3	21,8	214,0
Energia	16,0	8,7	116,0	3,9	44,4

Figura 26 - Impatti economici degli investimenti revised, coerenti con -55%GHG, addizionali rispetto a politiche vigenti

L'analisi di dettaglio degli interventi

Settori residenziale e terziario: l'opzione di edifici a energia quasi-zero (nZEB)

L'efficientamento termico del settore residenziale privato, di quello commerciale (terziario) e della pubblica amministrazione può essere realizzato con un *mix* di interventi che riguardano: (a) l'involucro (isolamento a cappotto, sostituzione dei serramenti), (b) gli impianti termici (pompe di calore, caldaie a gas, impianti a condensazione, multisplit ecc.) e (c) la generazione autonoma di energia elettrica attraverso l'installazione di pannelli fotovoltaici¹⁴.

L'ipotesi più radicale di decarbonizzazione degli edifici è quella dei c.d. *Nearly Zero Energy Building (nZEB)*, introdotta dalla Direttiva EPBD (2010/31/EU), che ne ha anche definito gli standard tecnici minimi¹⁵. Un edificio ad energia quasi-zero (nZEB) è un edificio ad *“altissima prestazione energetica, in cui il fabbisogno energetico molto basso è coperto in misura significativa da fonti rinnovabili, prodotte in loco (nearby)”*. La ristrutturazione nZEB (“ristrutturazione profonda”) agisce quindi contemporaneamente sia sull'aumento di efficienza (riduzione radicale della dispersione di calore), sia sulla sostituzione delle fonti di energia tradizionali con rinnovabili¹⁶.

Guardando avanti, la normativa già in vigore è però di aiuto: a partire da inizio 2019 gli edifici di nuova costruzione di proprietà o utilizzati da Amministrazioni Pubbliche dovranno obbligatoriamente essere conformi alle specifiche nZEB e analoghi obblighi è previsto vengano estesi anche alle nuove costruzioni residenziali

di lavoro tecnico presso la Presidenza del Consiglio, *“Decarbonizzazione dell'economia italiana: Catalogo delle tecnologie energetiche”* (2017)

15 La Direttiva EPBD è stata recepita in Italia con il D.L. 63/2013 (poi convertito nella L. 90/2013); gli standard tecnici applicabili sono definiti nel DM del MISE 26/6/2015; gli obblighi di integrazione delle fonti rinnovabili sono invece contenuti nel D.L. 28/2011 (all.3, par.1, l.c).

16 Cfr. STREPIN [2015] p. 22: *“(…) Sarà considerato edificio a “energia quasi-zero” (nZEB), ogni edificio di nuova costruzione o esistente che risponderà ai seguenti requisiti: (a) coefficiente medio globale di scambio termico per trasmissione per unità di superficie disperdente (trasmissione); (b) area solare equivalente estiva per unità di superficie utile; (c) indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale (EPH), l'indice di prestazione termica utile per la climatizzazione estiva, compreso l'eventuale controllo dell'umidità (EPC), l'indice di prestazione energetica globale (EPg), sia totale che non rinnovabile; i rendimenti dell'impianto di climatizzazione invernale (η_h), di climatizzazione estiva (η_c) e di produzione dell'acqua calda sanitaria (η_w) (...)”* Devono essere inoltre rispettati gli obblighi di integrazione delle fonti rinnovabili ex DM 28/2011.

dal 2021¹⁷. **Per convergere sui nuovi obiettivi UE di riduzione delle emissioni GHG (-55% entro il 2030) non basta però regolamentare la costruzione di edifici nuovi, è indispensabile aggredire con normative e incentivi adeguati anche il parco degli immobili esistenti.**

Anche assumendo che i recuperi di efficienza ipotizzati dal PNIEC sul lato dei consumi energetici siano realistici (-5,7 Mtep), è infatti necessario immaginare, nel contesto Italiano, uno sforzo molto maggiore sul lato della sostituzione di energie fossili con rinnovabili sul lato della fornitura. Quanto dovrebbero essere estesi gli interventi di installazione di impianti fotovoltaici al parco immobiliare esistente per ottenere una riduzione del ricorso ad energie fossili di -8,3 Mtep (da 14,5 Metep a 6,2 Mtep) tra il 2020 ed il 2030?

La completa elettrificazione e l'utilizzo integrale di pompe di calore ha effetti ottimali solo per edifici di nuova costruzione: l'installazione di moduli fotovoltaici (con potenza media di 20-26 W/m²) consente infatti coperture con fonti rinnovabili comprese tra il 50%-70% del fabbisogno per gli edifici nuovi (40%-50% per gli uffici). Con riferimento invece agli immobili esistenti, la copertura media è invece solo del 10%-30% (15%-20% per gli uffici)¹⁸. Applicando queste metriche medie, si può quindi stimare un potenziale di produzione di circa 20 Mtep ogni 10 milioni di m² ristrutturati. Sarebbe quindi

17 Cfr. L. 90/2013 e DM 26/6/2015 ("Requisiti minimi") in attuazione della Direttiva 2010/31/UE (parr. 1-2 Allegato 1)

18 Il concetto di "Nearly Zero Energy Building" (nZEB) è stato introdotto dalla Direttiva EPBD 2010/31/EU (recepita in Italia con il D.L. 63/2013 conv in L. n.90/2013) e le caratteristiche tecniche di un edificio nZEB sono specificate in Italia dal DM MISE "Requisiti minimi degli edifici" del 26/6/2015. La certificazione nZEB e si riferisce ad edifici ad altissima prestazione energetica, con fabbisogno molto basso, coperto in misura significativa da fonti rinnovabili (almeno 50%) prodotte in-locò o nelle vicinanze ("nearby"). Cfr. ENEA [2019b].

sufficiente installare ogni anno pannelli fotovoltaici su 10.000 edifici residenziali esistenti (4-5 milioni di m²) per ottenere il risultato di riduzione del ricorso ad energie fossili¹⁹. Lo sforzo non sarebbe invece ancora sufficiente per raggiungere riduzioni di emissioni del settore (-21 Mtep) coerenti con una riduzione del 55% delle emissioni complessive. Quest'ultimo obiettivo richiederebbe infatti di sottoporre a "ristrutturazione globale" almeno 25.000 edifici all'anno (circa 11-12 milioni di m²). **Per raggiungere il risultato di riduzione delle emissioni coerenti con il nuovo obiettivo UE nel settore residenziale gli investimenti necessari dovrebbero quindi essere almeno del 25% superiori a quanto stimato in ambito STREPIN²⁰ per il periodo 2014-2020 (51,3 md annui anziché 41,5 md) cioè due volte e mezzo gli investimenti annui previsti dal PNIEC per i settori residenziale e commerciale (20,7 mld).** In questo scenario, il settore residenziale/commerciale non solo sarebbe in grado di annullare la propria dipendenza da combustibili fossili, ma avrebbe anche una capacità di produzione annua di energia elettrica di **6,5 Mtep superiore il proprio fabbisogno**, eccedenza che, ceduta in rete, potrebbe essere redistribuita al fine di soddisfare la maggiore domanda di altri settori²¹.

19 Stime dell'IEA riferite al 2002, citate a p. 14 da Meneguzzo et al. [2015], indicano che la superficie pannellabile degli edifici allora esistenti ammontava a 764 km² sui tetti e a 286 km² sulle facciate con un potenziale di produzione elettrica di 126 TWh (10,8 Mtep). Considerando che la dotazione minima necessaria di superficie pannellabile è di circa 8 m² per edificio, non sembrano esservi vincoli di spazio disponibile all'installazione di pannelli fotovoltaici su circa 100mila edifici.

20 Cfr. STREPIN [2015] Allegato 1

21 L'ipotesi di lavoro che verrà illustrata nel prossimo capitolo è che tale eccedenza sia in grado di soddisfare la maggiore domanda di energia elettrica derivante dalla massiccia elettrificazione dei trasporti.

Obiettivi UE di decarbonizzazione al 2030
Settore Residenziale - Consumi finali e fabbisogni energetici

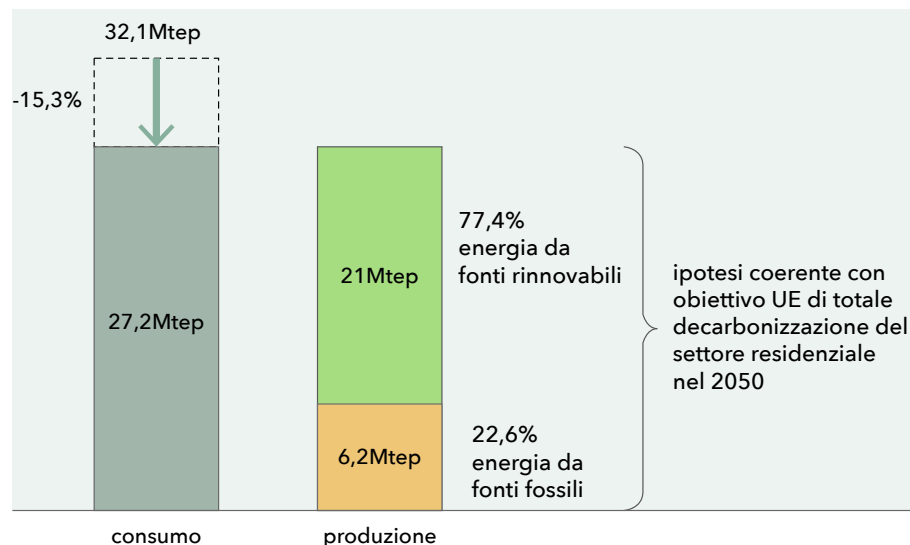


Figura 27 - Obiettivi UE di decarbonizzazione al 2030. Settore residenziale – Consumi finali e fabbisogno energetico

Settore dei trasporti

I fabbisogni energetici nel settore dei trasporti derivano per poco meno del 92% da carburanti ricavati dalla raffinazione del petrolio e, per quote molto minori e tra loro equivalenti, da gas naturale (2,8%), biocarburanti (2,8%) ed elettricità (2,6%). Tra gli idrocarburi, il gasolio per motori diesel (**55,3%** dei consumi totali) e le benzine (**19,6%**) rappresentano le componenti principali. Letti per modalità di trasporto, la maggior parte dei consumi si concentra ovviamente sul trasporto stradale (83,4%), seguono l'aviazione (9% quella internazionale e 2,1% quella interna), la navigazione interna (2,3%) ed, infine, i trasporti ferroviari (1,3%).

Nonostante al settore dei trasporti sia riconducibile un quarto delle emissioni complessive annue di gas serra (GHG), le fonti rinnovabili (FER) svolgono ancora un ruolo molto marginale: in percentuale dei consumi totali lordi del settore, le FER contribuivano nel 2016 per il 6,5% (2,05 Mtep), e - a politiche invariate - il PNIEC prevede che tale quota quasi raddoppi (all'11%) entro il 2030, mentre la UE richiede, per quell'anno, che la copertura percentuale quasi quadruplichi (al 22%). Il settore dei trasporti richiede quindi un deciso irrobustimento delle politiche di transizione a fonti rinnovabili ai fini di una politica di decarbonizzazione efficace.

La Direttiva RED II²² prevede infatti che, al fine di raggiungere gli ambiziosi obiettivi di riduzione delle emissioni di gas serra (GHG), la quota di rinnovabili nel settore dei trasporti debba pesare, sui consumi finali del settore, almeno per il **22%** (ovvero 6,05 Mtep). Si è

²² La Direttiva RED II ovvero *Renewable Energy Directive* (Dir 2018/2001 del Parlamento e del Consiglio Europeo) che ha aggiornato la precedente Direttiva RED (Dir 2009/28/CE).

visto che, a politiche invariate, il PNIEC stima invece che la copertura con FER dei consumi energetici finali del settore tenderebbe invece ad essere, nel 2030, pari solo alla metà di quanto prescritto dalla UE. Rispetto alla dinamica tendenziale, l'obiettivo fissato dal PNIEC prevede quindi il raddoppio della quota obiettivo FER nel settore dei trasporti al 2030 (al **22%** anziché all'**11,2%**): entro il 2030, l'utilizzo di energie rinnovabili nel settore dei trasporti deve cioè triplicare rispetto al 2016, passando da **2 Mtep** a **6 Mtep**. **Sulla base della nostra analisi, gli obiettivi UE per le FER nel settore dei trasporti della Direttiva RED II sono compatibili con il nuovo obiettivo di riduzione delle emissioni (-55% anziché -40% sul 1990).** Il PNIEC prevede che l'obiettivo UE possa essere raggiunto con un *mix* di fonti rinnovabili, tra le quali i contributi maggiori sono, da una parte, quello dei biocarburanti²³ (e, tra questi, soprattutto del biometano)

23 La Direttiva RED I ovvero *Renewable Energy Directive* (Direttiva 2009/28/CE, recepita in Italia dal D.lgs. 28/2011) definiva biocarburanti come i carburanti liquidi o gassosi per trasporti ricavati dalla biomassa, tra i quali si possono distinguere tre macro-categorie: (1) la categoria "biodiesel" (in cui rientrano i biocarburanti generalmente miscelati al gasolio ed il biodiesel in senso stretto, risultante dalla lavorazione di oli vegetali); (2) le "benzine bio", che raggruppa biocarburanti miscelati a benzine (es.: bio-metanolo, bio-ETBE, bio-MTBE, bio-TAEE, Bio-butanolo); (3) i biocarburanti di origine gassosa come il biometano, cioè depurato in modo da rispettare gli standard qualitativi per l'immissione in rete del gas naturale. Non tutti i bio-carburanti immessi in consumo possono essere contabilizzati e computati per il raggiungimento del target FER. Ai fini del target possono infatti essere computati solo i biocarburanti c.d. "sostenibili" (ovvero i bio-carburanti che rispettano i criteri definiti negli provvedimenti di attuazione della Direttiva 2009/30/CE dell'aprile 2009): si tratta di bio-carburanti che garantiscono risparmi di emissioni di GHG generati dall'intera catena di produzione rispetto ai carburanti di origine fossile. Al fine di favorire i biocarburanti prodotti a partire dai rifiuti, residui, materie cellulosiche di origine non alimentare e materie lignocellulosiche, la Direttiva RED I e la Direttiva ILUC consentono di contabilizzarne il relativo contributo con un "fattore moltiplicativo" doppio rispetto a quello di altri bio-carburanti (detti *single-counting*) e vengono per questo definiti "*double counting*". La successiva Direttiva

e, dall'altra, quello dell'elettrificazione dei trasporti su strada e su rotaia.

Rimane tuttavia ancora ambigua e controversa la definizione del perimetro dei biocarburanti giudicati "sostenibili"²⁴. Il bio-diesel vegetale, esercita infatti impatti peggiorativi sulla generazione di gas serra²⁵; inoltre ha effetti collaterali perversi di riallocazione delle produzioni agricole (da alimentazione umana e animale a produzione ad usi energetici) ed esercita per questa via impatti indiretti negativi sugli assorbimenti di GHG derivanti dal cambiamento di destinazione dei terreni

RED II (Dir 2018/2001), ha aggiornato la precedente Direttiva RED I e ha indicato una molteplicità di obiettivi con riferimento al settore dei trasporti: biocarburanti avanzati: min.3,5% in energia (1,75% fisico); biocarburanti *double counting*: max 1,7% in energia (0,85% fisico); biocarburanti convenzionali: max 7% in energia (7% fisico). Per il rimanente 1,8% in energia e per la percentuale eventualmente non coperta dai biocarburanti precedentemente menzionati, la Direttiva ha previsto anche: biocombustibili e biogas derivanti da materie prime diverse e non in competizione con agricoltura (*food e feed*) ovvero da UCO (*Used Cooked Oil*) e grassi animali oltre il limite dell'1,7% in energia; carburanti rinnovabili liquidi e gassosi di origine non biologica oppure derivanti dal carbonio riciclato; energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili fornita ai settori del trasporto stradale (fattore moltiplicativo 4) e ferroviario (fattore moltiplicativo 1,5); biocarburanti non in competizione con agricoltura (*food e feed*) impiegati nel trasporto navale e in aviazione (fattore moltiplicativo 1,2). Cfr. GSE [2019]

24 La Direttiva RED I del 2009 (*Renewable Energy Directive*) e parallelamente la Direttiva FDQ (*Fuel Quality Directive*) consentono il raggiungimento degli obiettivi di bio-carburanti con un *mix* molto ampio di bio-carburanti (alcuni dei quali definiti sulla base di percentuali di miscelazione con idrocarburi) e include anche biocarburanti di origine agricola come il bio-diesel vegetale, in gran parte ricavato dall'olio di palma, il quale tuttavia, in termini di emissioni di gas serra (GHG), ha un impatto addirittura superiore a quello del diesel fossile. L'ammissibilità del bio-diesel (poi parzialmente corretta dalla successiva Direttiva RED II del 2018) ha tuttavia generato negli anni una crescita molto significativa della produzione di bio-diesel che, nel 2017, è arrivato a rappresentare il 97% dei bio-carburanti disponibili (1,029 Mtep ovvero il 2,7% dei consumi energetici totali del settore trasporti).

25 Si stima che il bio-diesel vegetale abbia un impatto sui GHG tre volte superiore a quello del diesel fossile. Cfr. Transport&Environment [2017]

(detti impatti ILUC ovvero *Indirect Land Use Change*)²⁶. In linea con la nuova Direttiva RED II (che su questo corregge la precedente Direttiva RED I²⁷), il PNIEC prevede una graduale riduzione del consumo di biocarburanti agricoli che possono avere impatti ILUC indesiderati fino a raggiungere i 0,7 Mtep nel 2030²⁸. **Viste le sue caratteristiche e gli impatti negativi della sua diffusione, sarebbe invece auspicabile che la produzione di bio-diesel di origine agricola venisse del tutto azzerata entro l'orizzonte del 2030.** Poiché il consumo finale di bio-diesel è integralmente determinato dal trasporto su strada, l'ipotesi di lavoro più aggressiva è che la sua sostituzione possa essere perseguita, non solo con biocarburanti avanzati di nuova generazione, ma con un equivalente aumento degli obiettivi relativi alla quota di propulsione elettrica (ed eventualmente di nuove tecnologie propulsive basate sull'idrogeno) nel trasporto su strada privato e commerciale. Un'ulteriore ipotesi su cui concentrare l'attenzione è lo sviluppo di carburanti rinnovabili non-biologici come l'idrogeno, che appare interessante per l'uso diretto soprattutto nel trasporto pesante e nel trasporto marino (che le tecnologie attuali non consentono di elettrificare) ed in quello ferroviario per le tratte non elettrificate. Oltre a ridurre le emissioni da combustibili fossili, l'adozione dell'idrogeno consentirebbe anche un più agevole immagazzinamento della capacità in eccesso²⁹. Funzionale a tali sviluppi sarebbe anche l'infrastrutturazione di reti di distribuzione *“multi-fuel”* attraverso *“fuel-cell”*³⁰.

26 Cfr. Globiom Report [2015]

27 Nella nuova direttiva la percentuale massima per i bio-carburanti di origine vegetale contabilizzabili ai fini degli obiettivi FER scende dal 7% al 3,8%

28 Cfr. PNIEC (2019) p. 59-60

29 Cfr. Silvestrini [2019]

30 Cfr. Lifegate [2013]

Nello scenario previsivo PNIEC, al raggiungimento della quota percentuale obiettivo FER fissata dalla UE per il settore dei trasporti (22%) contribuisce comunque anche una significativa riduzione dei consumi finali lordi del settore (-13,4% da 31,7 Mtep a **27,5 Mtep** tra il 2016 ed il 2030), diminuzione percentuale più che doppia di quella tendenziale a politiche costanti (-5,8%). Le politiche previste dal PNIEC agiscono quindi non solo sulla sostituzione di fonti rinnovabili a combustibili fossili, ma anche in funzione di rilevanti risparmi nei consumi, in gran parte derivanti dalla maggiore efficienza energetica delle nuove fonti e delle correlate tecnologie di utilizzo³¹. Da questo punto di vista, **l'accelerazione dell'elettrificazione dei trasporti su strada (privati e commerciali) appare senza dubbio la leva più potente nel perseguimento degli obiettivi di decarbonizzazione e meriterebbe politiche di intervento pubblico e di incentivazione (infrastrutturazioni pertinenti e rottamazioni) molto più aggressive di quelle previste dal PNIEC.**

I consumi finali di energia nel settore dei trasporti in Italia sono infatti in larghissima prevalenza collegati al trasporto su strada, la cui quota, benché tendenzialmente decrescente nel tempo, si colloca stabilmente tra l'80%

31 Alle diverse tipologie di fonti rinnovabili sono infatti associati dalle Direttive RED e ILUC *“fattori moltiplicativi”* che ne qualificano il potenziale di miglioramento di efficienza energetica in termini di efficacia relativa nella sostituzione di equivalenti combustibili fossili lungo l'intera catena di produzione: ai biocarburanti avanzati è, ad esempio, associato un *“fattore moltiplicativo”* pari a 2, mentre il *“fattore moltiplicativo”* più significativo è associato all'elettrificazione dei trasporti su strada, che è pari a 4 (a cui è quindi attribuito un potenziale d'impatto sull'efficienza energetica addirittura valutato doppio rispetto a quello dei bio-carburanti). Cfr. GSE [2019]

e l'85% del totale³². Analoga dominanza dei trasporti su strada si riscontra ovviamente anche per quanto riguarda le emissioni di CO₂³³ (le quali per oltre il 90% derivano proprio dal trasporto su strada). Al traffico passeggeri è peraltro attribuibile il 64% delle emissioni di CO₂, contro il 36% del traffico commerciale. In Italia, la modalità di gran lunga prevalente del trasporto privato è infatti l'auto, che assorbe il 75% della mobilità passeggeri (misurata in milioni di passeggeri per km) e l'80% considerando anche i motocicli; i veicoli a motore privati sono seguiti a grande distanza dalle autolinee urbane ed extraurbane che ne rappresentano invece il 12%. Le ferrovie soddisfano invece meno del 6% della domanda di mobilità privata. L'autotrasporto nazionale e internazionale su gomma, misurato in milioni di tonnellate per km, rappresenta invece il 70% del totale, il cabotaggio marittimo il 27% e le ferrovie poco più del 10%³⁴.

Se ne deve dedurre che le priorità si concentrano necessariamente, per l'Italia, sulla massiccia elettrificazione del parco veicolare privato e sul progressivo trasferimento su rotaia del trasporto commerciale a lunga percorrenza. Data la pervasività dell'utilizzo dell'auto nella mobilità privata e la forte inerzialità dei fattori socio-culturali che la sottendono,

politiche di semplice disincentivo all'utilizzo del trasporto privato in favore di quello pubblico molto difficilmente possono risultare efficaci nel breve-medio periodo. Più promettente può essere invece l'adozione di incentivi molto aggressivi alla rottamazione accelerata del vecchio parco veicolare privato in favore della sostituzione con veicoli elettrici o ibridi.

Nel 2019, le autovetture circolanti in Italia erano circa 39,5 milioni (contro i 37,4 milioni del 2015)³⁵ e rappresentavano il 78% dei veicoli motore in circolazione. La quota di elettrificazione dei trasporti privati prevista dal PNIEC (5,9% dei consumi finali del settore³⁶ ovvero **0,404 Mtep**) è stimata raggiungibile con la sostituzione di circa 6 milioni di veicoli con auto elettriche (1,6 mn BEV) o ibride plug-in (4,4 mn PHEV), vale a dire circa il 15% dell'attuale parco autovetture in circolazione. Adottando le medesime ipotesi di percorrenza media e consumi medi impliciti nelle stime del PNIEC³⁷, si può stimare che **l'elettrificazione di un parco vetture doppio di quello previsto (ovvero il 30% anziché il 15% del parco esistente), assieme all'adozione di tecnologie all'idrogeno nella misura già prevista dal PNIEC**

32 I dati riportati nella tab.21 sono tratti dal rapporto GSE, "Energia nel settore dei trasporti 2005-2018" (luglio 2019) in cui il totale dei consumi finali di energia del settore sono significativamente superiori a quelli del PNIEC (2019) che non include i consumi imputabili all'aviazione internazionale: con riferimento ad esempio al 2017 il totale dei consumi finali riportato dal GSE è di 37,9 Mtep (tab.3 p.9), mentre nel PNIEC è di 30,3 Mtep (tab. 13 p.61), cioè inferiore al consumo attribuito dal GSE al solo trasporto stradale.

33 Nel settore dei trasporti le emissioni di CO₂ rappresentano il 93%-95% del totale dei gas serra (GHG).

34 I dati si riferiscono al 2014. Cfr. ISPRA [2016] cap.4 tab.4.22 p.44 e tab. 4.25 p.49

35 Fonte: ACI Open Parco Veicoli, www.aci.it

36 La quota, ai fini degli obiettivi della Direttiva RED II, è valutata con un "fattore moltiplicativo" di 4, cioè equivale ad una quota reale di 1,47% (0,404 Mtep).

37 La stima del PNIEC può essere ricostruita in via deduttiva assumendo (implicitamente) una percorrenza annua media per veicolo di 10000 Km ed un utilizzo di propulsione elettrica dei veicoli ibridi (PHEV) pari ad 1/3 di quella dei veicoli elettrici (BEV). Assumendo che i veicoli elettrici (BEV) abbiano una percorrenza media di 6,5 Km/KWh ovvero 1538 kWh annui (= 10000/6,5) e i veicoli ibridi 508 kWh/anno: i 1,6 mn di veicoli elettrici consumano energia per 2,46 TWh/anno ovvero 0,212 Mtep/anno (= [1538x1,6 mn/11,63] e i 4,4 mn di veicoli ibridi (PHEV) 2,23 TWh/anno ovvero 0,192 Mtep/anno. Cioè 0,404 Mtep/anno totali [Tab.20b nel testo].

(0,280 Mtep) potrebbe assicurare almeno la completa sostituzione dell'uso attuale di diesel (1,029 Mtep)³⁸. **L'ampiezza dello sforzo necessario per adeguare il contributo del settore trasporti ai nuovi target di emissione europei (-55% sul 1990) dovrebbe invece essere quasi cinque volte maggiore (-4,9 Mtep) e richiederebbe quindi l'elettrificazione -entro dieci anni- di circa 24milioni di veicoli (ovvero oltre il 60% dell'attuale parco veicolare).**

Il PNIEC stima già, per la conversione dei veicoli nel settore dei trasporti, lo sforzo finanziario più ingente: 27 md addizionali (ovvero 2,1 md medi annui) oltre ai 732 md già previsti a politiche vigenti (cioè 779 miliardi complessivi nel decennio ovvero 58,4 md medi annui) [Tab. 23]. **L'adeguamento ai nuovi obiettivi di emissione GHG europei, richiederebbe tuttavia un impegno finanziario annuo aggiuntivo di almeno 32,5 md annui contro i 2,1 del PNIEC** (8,3 md per una più estensiva elettrificazione del parco veicolare e circa 24,2 md per la sostituzione del diesel).

La produzione di energia elettrica

Il consumo totale di energia in Italia (TEC) è rappresentato per il 47% da energia elettrica, per il 29% da energia per la climatizzazione e per il 24% da trasporti alimentati da combustibili fossili³⁹. L'Italia ha avviato da tempo un processo di graduale sostituzione delle fonti energetiche

38 Sulla base delle stesse ipotesi PNIEC ma elettrificando 12 milioni di veicoli anziché 6 (3,2 mn BEV e 8,8 mn PHEV) i consumi da trasporto soddisfatti da energia elettrica sarebbero rispettivamente 4,92 TWh/anno (0,423 Mtep) per i veicoli elettrici BEV e 4,47 TWh/anno (0,383 Mtep/anno) per gli ibridi PHEV. In totale: 9,39 TWh/anno ovvero 0,807 Mtep che, sommati ai 0,280 Mtep derivanti da idrogeno consentirebbero la totale sostituzione del diesel (1,029 Mtep).

39 Le percentuali si riferiscono ai dati 2015

ed ha anche mostrato una considerevole capacità di raggiungere obiettivi significativi in tempi relativamente ristretti. Il crescente contributo delle energie rinnovabili è in gran parte ascrivibile alla politica di incentivi fiscali molto aggressiva adottata dai governi italiani, la quale tuttavia ha però esercitato una forte spinta propulsiva solo fino al 2013 e si è invece molto ridotta negli anni più recenti. Guardando al futuro (ed ai più ambiziosi obiettivi definiti in sede UE) è quindi inevitabile riattivare politiche di incentivazione ancora più forti e mirate.

Gli obiettivi PNIEC sulle fonti rinnovabili

Il PNIEC proietta sul 2030 un'ulteriore accelerazione rispetto a livelli raggiunti nel 2016: le proiezioni prevedono infatti un aumento del 58,6% della produzione di energia da fonti rinnovabili entro il 2030, portandone la **quota dal 17,4% al 30%** (33,4 Mtep su 111,4 Mtep di consumi totali), un livello leggermente inferiore all'obiettivo UE (32%). L'aumento della quota percentuale di rinnovabili è previsto avvenire in un contesto di progressiva riduzione dei consumi totali (-8,1%). Il contributo prevalente alla transizione rimarrebbe quello dato dalla produzione di **energia elettrica** (16 Mtep ovvero 14,4% dei consumi totali) e dal **riscaldamento/raffreddamento** domestico (15 Mtep ovvero il 13,5% del totale), ma un significativo sforzo (+129%) è previsto anche nel settore dei **trasporti**, che però continuerebbe a fornire un contributo molto modesto alla transizione da combustibili fossili a fonti rinnovabili (da 0,9% del 2016 a 2,1% nel 2030). Benché notevole, quello definito nel PNIEC è tuttavia uno sforzo insufficiente alla luce dei nuovi obiettivi di riduzione delle emissioni fissati dalla UE (-55% sul 1990). Dalle proiezioni originarie del PNIEC si può infatti

dedurre che, in media annua, ogni Mtep (milione di energia petrolio-equivalente) riduce le emissioni di -0,5 MtCO₂eq nel settore della produzione di energia, in quello dei trasporti di -1,2 MtCO₂eq e di -0,3 MtCO₂eq in quello civile (residenziale privato e commerciale-pubblico). **Per raggiungere il nuovo obiettivo UE di riduzione di emissioni -55% rispetto al 1990 (- 42,4% sul 2020) la transizione ad energie rinnovabili deve quindi essere significativamente accelerata. La produzione complessiva di energia attraverso fonti rinnovabili dovrebbe infatti raggiungere il 43% dei consumi totali entro il 2030 (anziché il 30% previsto) e anticipare di cinque anni, al 2025, l'obiettivo del 30% (originariamente previsto dal PNIEC solo per il 2030).**

PNIEC (2019) – Obiettivi di energia da fonti rinnovabili (FER)					
PNIEC – stime su consumi energetici finali inclusi risparmi da efficientamento energetico					
PNIEC – obiettivo FER complessivo al 2030 (Mtep)					
	2016	2017	2025	2030	Δ% 2016- 2030
Produzione lorda totale energia da FER (numeratore)	21,081	22,000	27,168	33,428	58,6%
Produzione lorda totale energia da FER-E	9,504	9,729	12,281	16,060	69,0%
Consumi finali FER-C per riscaldamento/raffreddamento	10,538	11,211	12,907	15,031	42,6%
Consumi finali FER-T per trasporti	1,039	1,060	1,980	2,337	124,9%
Consumi finali lordi totali di energia (denominatore)	121,153	120,435	109,746	103,750	-14,4%
PNIEC (2019) – Obiettivi FER in % consumi finali di energia					
PNIEC – stime su consumi energetici finali inclusi risparmi da efficientamento energetico					
PNIEC – obiettivo FER complessivo al 2030 (Ktep; composizione %)					
	2016	2017	2025	2030	Δ punti pct 2016- 2030
Produzione lorda totale energia da FER (numeratore)	14,4%	18,3%	24,8%	32,2%	14,82
Produzione lorda totale energia da FER-E	7,8%	8,1%	11,2%	15,5%	7,63
Consumi finali FER-C per riscaldamento/raffreddamento	8,7%	9,3%	11,8%	14,5%	5,79
Consumi finali FER-T per trasporti	0,9%	0,9%	1,8%	2,3%	1,39
Consumi finali lordi totali di energia (denominatore)	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	
Quota % FER complessiva	17,4%	18,3%	24,8%	32,2%	

Figura 28 - PNIEC 2019. Obiettivi di energia da fonti rinnovabili (FER)

Lo sforzo di accelerazione verso una maggiore percentuale di energia prodotta (e consumata) da fonti rinnovabili, deve essere valutato tenendo conto dei risultati ottenibili sia in termini di **efficienza energetica** (che possono consentire significativi risparmi di emissioni soprattutto nel settore residenziale e commerciale-pubblico) sia in termini di contenimento delle emissioni nel **settore dei trasporti** (diminuendone radicalmente la dipendenza dai combustibili fossili). Tenendo conto dei risparmi energetici, il decremento tendenziale dei consumi finali lordi di energia diventa ovviamente più ampio (-14,4% contro il -8,1% tendenziale nel periodo 2016-2030), ma la quota di consumi finali soddisfatta da energie rinnovabili (FER), pur aumentando al 32% (dal 30% tendenziale), rimane largamente al di sotto della quota compatibile con il raggiungimento dei nuovi obiettivi di emissioni fissati dalla UE (43% di FER su totale consumi finali di energia). Un'accelerazione nell'adozione di fonti rinnovabili **è quindi necessaria al fine di colmare il gap residuale (da 32% a 43%). Le ristrutturazioni immobiliari finalizzate a rendere una quota rilevante di edifici esistenti "a consumo di energia quasi-zero" (nearly zero energy buildings ovvero nZEB), un più significativo contributo dell'energia solare alla produzione termica civile ed una estesa elettrificazione dei trasporti consentirebbero di chiudere questo gap.** Assumendo come base le proiezioni PNIEC dei consumi finali di energia elettrica, gli obiettivi PNIEC prevedono che il solare contribuisca, nel 2030, per il **24,1% (6,3 Mtep)** alla loro copertura. Una copertura dell'80% nel 2050, richiederebbe invece che il solare sia in grado di soddisfare almeno il 40% del fabbisogno elettrico complessivo del 2030, vale a dire **10,4 Mtep** (ovvero almeno **4,1 Mtep** in più rispetto a quanto già previsto dal PNIEC).

L'analisi svolta nei paragrafi precedenti mostra che, se la domanda finale di energia elettrica evolve come previsto dal PNIEC, tale obiettivo è tutt'altro che utopistico, anche se richiede uno sforzo di elettrificazione enorme sia nel settore residenziale che in quello dei trasporti.

La maggiore domanda finale di consumi elettrici derivante dalla decarbonizzazione del settore residenziale e di quello dei trasporti potrebbe infatti essere potenzialmente soddisfatta con l'installazione in dieci anni, di pannelli fotovoltaici su circa il 4% del parco residenziale esistente.

Sulla base delle ipotesi di lavoro illustrate nei paragrafi precedenti, il fabbisogno elettrico del settore residenziale/commerciale-pubblico sarebbe infatti più che integralmente soddisfatto da autoproduzione via pannelli fotovoltaici (21 Mtep rispetto a un fabbisogno residuo di settore di 14,5 Mtep) e l'eccedenza di produzione elettrica di tale settore (6,5 Mtep) sarebbe più che sufficiente a coprire la maggiore domanda, in particolare quella derivante dalla massiccia elettrificazione del trasporto privato (4,9 Mtep). Lo sforzo aggiuntivo di riconversione verso energie rinnovabili della produzione di energia ($16,1 \text{ Mtep} + 6,5 \text{ Mtep} = \mathbf{22,6 \text{ Mtep}}$), consentirebbe una **produzione energetica da fonti rinnovabili del tutto coerente con quanto richiesto al settore per contribuire al raggiungimento del nuovo obiettivo UE di -55% entro il 2030 (21,9 Mtep).**

PNIEC (2019) – Settore Elettrico – Obiettivi di energia da fonti rinnovabili

PNIEC – stime su consumi energetici finali inclusi risparmi da efficientamento energetico

PNIEC – settore elettrico – obiettivo complessivo al 2030 (Mtep)

	2016	2017	2025	2030
Produzione rinnovabile energia elettrica (numeratore)	9,501	9,725	12,287	16,062
- idrica (effettiva)	3,646	3,113		
- idrica (normalizzata)	3,972	3,955	4,213	4,239
- eolica (effettiva)	1,522	1,522		
- eolica (normalizzata)	1,419	1,479	2,666	3,568
- geotermica	0,542	0,533	0,593	0,610
- bioenergie	1,668	1,660	1,376	1,350
- solare	1,900	2,098	3,448	6,285
Consumi interni di energia elettrica (denominatore)	24,600	28,461	25,300	26,037
Quota % FER-E complessiva	38,6%	34,2%	48,6%	61,7%

Obiettivi FER in % consumi finali di energia

PNIEC – stime su consumi energetici finali inclusi risparmi da efficientamento energetico

PNIEC – settore elettrico – obiettivo FER complessivo al 2030 (Mtep; composizione %)

	2016	2017	2025	2030
Produzione rinnovabile energia elettrica (numeratore)	38,6%	34,2%	48,6%	61,7%
- idrica (effettiva)	14,8%	10,9%		
- idrica (normalizzata)	16,1%	13,9%	16,7%	16,3%
- eolica (effettiva)	6,2%	5,3%		
- eolica (normalizzata)	5,8%	5,2%	10,5%	13,7%
- geotermica	2,2%	1,9%	2,3%	2,3%
- bioenergie	6,8%	5,8%	5,4%	5,2%
- solare	7,7%	7,4%	13,6%	24,1%
Consumi interni di energia elettrica (denominatore)	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Quota % FER-E complessiva	38,6%	34,2%	48,6%	61,7%

Figura 29 - PNIEC 2019 Settore elettrico. Obiettivi di energia da fonti rinnovabili

Il potenziale ulteriore dell'innovazione tecnologica

Gli interventi proposti in quest'ultimo capitolo sono tutti riferiti alla situazione attuale del sistema produttivo italiano, un sistema produttivo che tuttavia sta scontando una tendenza all'arretratezza nella capacità di produrre beni a forte contenuto di tecnologia e, conseguentemente, a maggior valore aggiunto rispetto ai settori tradizionali. A partire dalla fine del secolo scorso, e negli ultimi anni in particolare, il nostro paese (anche nella sua regione più ricca) sta infatti accumulando un *gap* negativo crescente verso i maggiori paesi UE in termini di capacità di innovazione tecnologica e di aumento della ricchezza prodotta (VA). Il valore aggiunto per addetto è un buon indice descrittivo per questa dinamica che la figura seguente prova a illustrare.

Valore aggiunto per addetto (a prezzi correnti), 2000=100. Nostra elaborazione su dati OCDE

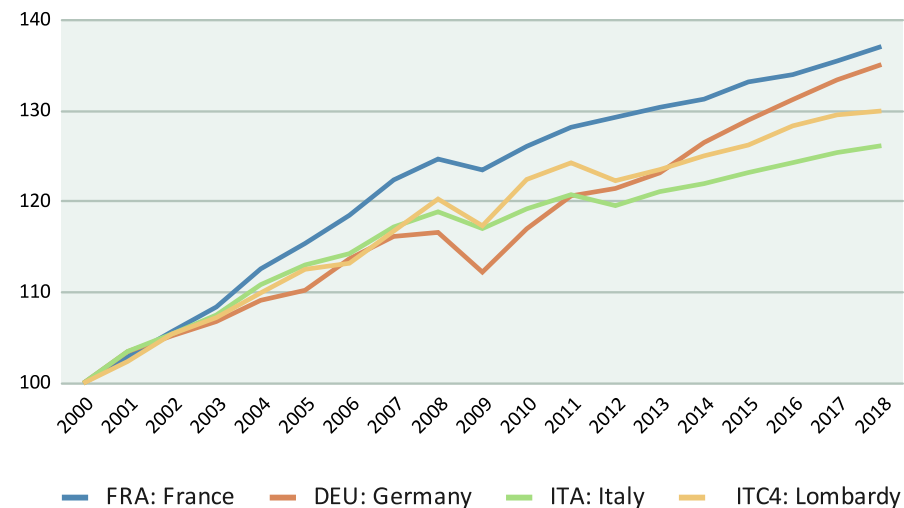


Figura 30 - Valore aggiunto per addetto, totale delle attività, 2001 = 100 (nostra elaborazione su dati OCSE)

Aumentare la ricerca e sviluppo e l'industrializzazione di prodotti ad alto contenuto tecnologico aiuterebbe pertanto il nostro paese a collocarsi nel processo verso la neutralità climatica producendo beni a maggior valore aggiunto, che altrimenti dovrebbero essere importati dall'estero, e aumentando in questo modo sia la velocità di riduzione delle emissioni, sia la ricchezza prodotta e l'occupazione.

Le potenzialità di scelte di investimento ad alto valore tecnologico sono illustrate in quest'ultima parte del capitolo in cui **lo studio propone un modello previsionale di tipo tecnico, basato su proiezioni statistiche ed econometriche originali** (i presupposti metodologici sono ispirati a Hamilton, J. D. (1994). *Time Series Analysis*: Princeton University Press).

Lo studio ha scelto alcune relazioni minime il cui scopo è ottenere una rappresentazione coerente dei legami esistenti fra emissioni di anidride carbonica, evoluzione della produzione, evoluzione del valore aggiunto e dell'occupazione. Queste relazioni sono state strutturate per identificare, almeno qualitativamente, i possibili impatti determinati da variazioni di politica economica attinenti all'attuazione del cosiddetto *Green Deal*, almeno per ciò che attiene gli investimenti previsti dal PNIEC. La specificazione adottata è quindi volutamente "elementare" e privilegia la scelta di funzioni lineari o linearizzabili che consentono un passaggio immediato dal modello teorico al modello empirico stimabile.

Nel merito:

l'emissione di anidride carbonica è stata espressa come funzione della energia da combustione utilizzata:

$$CO_2 = f_1(\text{Energia Combustione}) \quad (1)$$

a sua volta, l'energia da combustione è frazione dell'energia complessivamente consumata; per cui:

$$\text{Energia Combustione} = f_2(\text{Energia Consumata}) \quad (2)$$

il consumo di energia è in relazione con la produzione effettuata. Dal momento che il modello intende valutare separatamente gli effetti determinati da mutamento della quantità, da quelli derivanti da mutamenti della qualità dell'output, i due elementi vengono introdotti come variabili indipendenti,

$$\text{Energia Combustione} = f_3(\text{Produzione, Qualità}) \quad (3)$$

come di consueto la produzione aggregata viene concepita come risultante di una relazione ingegneristica che lega l'output all'impiego di un certo numero di fattori produttivi. Si può pertanto scrivere:

$$\text{Produzione} = f_4(\text{Input1, Input2, ... Inputn}) \quad (4)$$

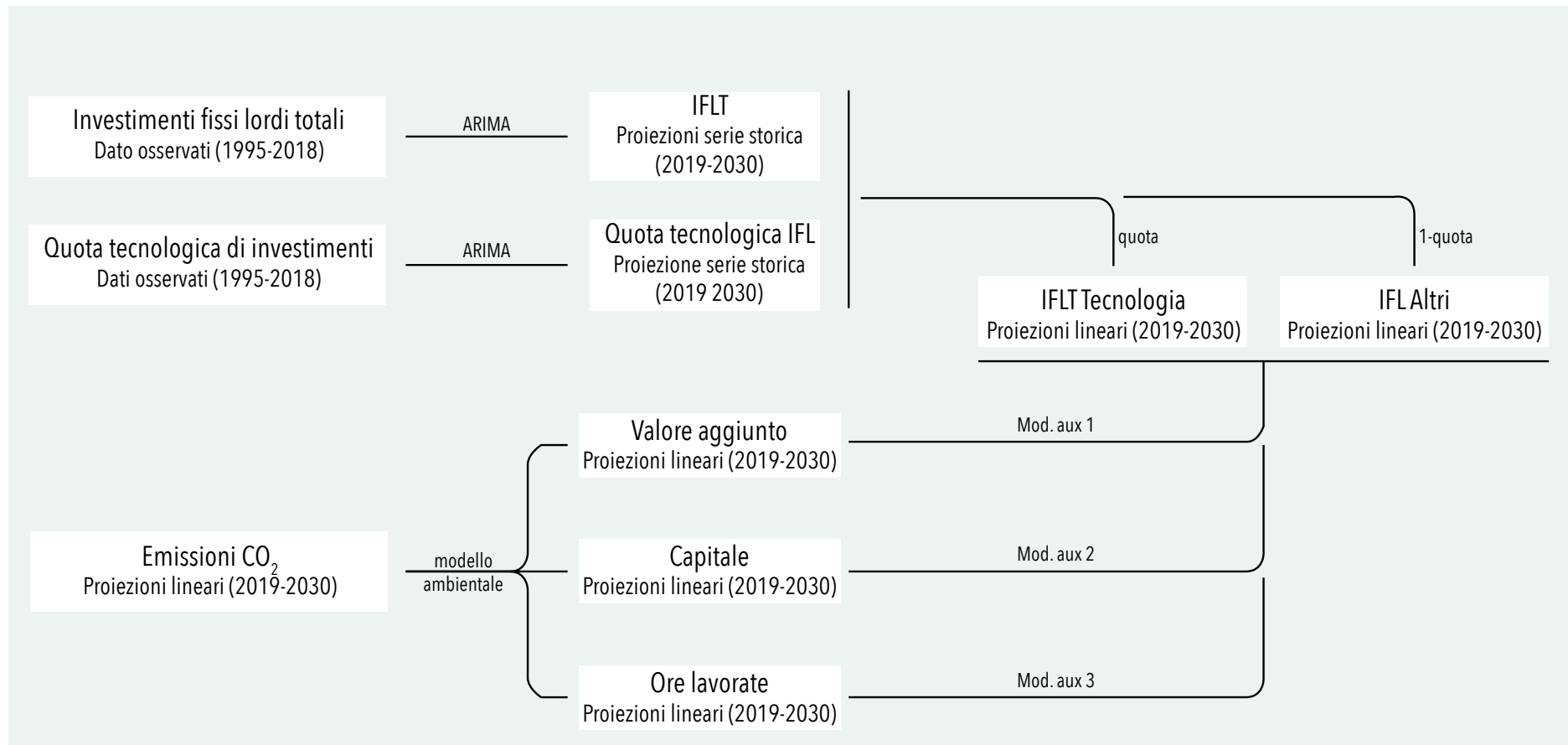
sempre a livello astratto, si può essere interessati a distinguere fra due distinte modalità che possono indurre il mutamento qualitativo della produzione. Da un lato, infatti, il progresso può essere frutto di una azione diretta di ricerca e sviluppo; dall'altro il miglioramento può derivare dal processo di diffusione della ricerca, che si incorpora nei beni materiali che le imprese utilizzano come input (o i consumatori domandano come beni di consumo). E' perciò possibile evidenziare la seguente relazione:

$$\text{Qualità} = f_5(\text{Ricerca, Incorporata}) \quad (5)$$

Le relazioni e i dati stimati sono poi stati inserite in una catena previsiva.

(NB IFL: Investimenti Fissi lordi; IFLT investimenti fissi lordi totali):

Schema simulativo Green Deal (2020-2030)



A partire da questo modello e questa catena previsiva (ulteriormente dettagliati sul piano metodologico nell'appendice) sono state prodotte le simulazioni basate su scenari alternativi presentate nelle righe seguenti. Le simulazioni riproducono possibili ripartizioni di un valore in investimenti meramente dimostrativo: la metà (7 miliardi annui) dei finanziamenti aggiuntivi ritenuti necessari dal

Piano nazionale integrato energia e clima (PNIEC).

Gli scenari considerati simulano una ripartizione dei 7 miliardi in due quote: una dedicata agli investimenti tecnologici (qui chiamati “green”) e una dedicata agli altri investimenti non tecnologici.

Gli scenari saranno inoltre confrontati con uno scenario base (denominato *baseline scenario*) in cui si simula l'assenza di investimenti. Lo scenario *baseline* è utilizzato

come limite inferiore per le proiezioni di riduzione delle emissioni: gli investimenti dovrebbero contribuire in modo consistente al processo di riduzione degli inquinanti e in loro assenza l'economia non avrebbe leve aggiuntive per il miglioramento della sostenibilità ambientale.

Gli scenari di ripartizione ipotizzati sono schematizzati come segue:

(NB per investimenti in tecnologia si intende la spesa in ricerca e sviluppo, software e basi di dati)

Nome scenario	Percentuale in tecnologia (%)	Percentuale in altri investimenti (%)	Quota in tecnologia (miliardi €)
<i>Baseline</i>	0 %	0 %	0 mld €
<i>Full-green</i>	100 %	0 %	7 mld €
<i>Mixed-green</i>	50 %	50 %	3,5 mld €
<i>No-green</i>	0 %	100 %	0 mld €

I grafici presentati successivamente a questa parte discorsiva riassumono i risultati delle simulazioni di valore aggiunto, emissioni e ore lavorate per ognuno dei quattro scenari considerati.

Rammentando che le previsioni sono stime, soggette a vincoli, legate alla limitatezza del numero delle osservazioni e all'impossibilità di "stimare" i comportamenti della società e delle sue istituzioni, l'esito delle simulazioni deve essere interpretato con grande cautela.

E' possibile comunque affermare che gli esiti delle simulazioni non sono in contraddizione con le osservazioni presentate nell'analisi descrittiva

presentata nel primo capitolo. Il ruolo e il significato tecno-economico della Ricerca e Sviluppo non possono essere negati, sapendo che tutta la tecnologia permette miglioramenti e risparmi e che gli investimenti nei settori ambientali appaiono la frontiera con maggiori ritorni e opportunità (sebbene non sia tecnicamente possibile scorporare con precisione analitica i due ambiti, uniti da una relazione di dialogo).

A livello qualitativo è comunque interessante osservare che l'investimento agisce con differente intensità su emissioni, valore aggiunto e ore lavorate. In particolare, dalle simulazioni si evince che per emissioni e valore aggiunto, gli scenari *baseline* e *no-green* tendono a coincidere. Ciò è compatibile con l'idea che non vi sia molta differenza fra lo status-quo e l'attuazione di una politica economica che permetta di utilizzare le risorse PNIEC per investimento a pioggia (piuttosto che indirizzato all'alta tecnologia).

Tuttavia, non è di conseguenza scontata la preferibilità di una politica ad investimento focalizzato, guardando le ore lavorate. Infatti, in questo caso, il solo fatto di investire sarebbe sufficiente ad aumentare le ore di lavoro a livello aggregato (implicando un miglioramento dello status-quo, in qualunque scenario di politica economica).

Sempre a livello qualitativo, le simulazioni sembrano suggerire un'altra interessante riflessione in merito alla conduzione della politica economica. Gli scenari implicano diversi mix di spesa; dalle simulazioni si può osservare che i miglioramenti indotti dalla crescita dell'investimento ad alta tecnologia sono meno che proporzionali rispetto alla crescita della spesa, riguardo alle emissioni e al valore aggiunto, mentre sono costanti rispetto alle ore lavorate. Detto diversamente,

il miglioramento determinato nel passaggio dal mix 20-80 (rispettivamente alta tecnologia e investimento generico) a 40-60 è più significativo di quello da 50-50 a 70-90, per emissioni e valore aggiunto. Il medesimo cambio di mix di politica economica sarebbe ininfluenza per le ore lavorate.

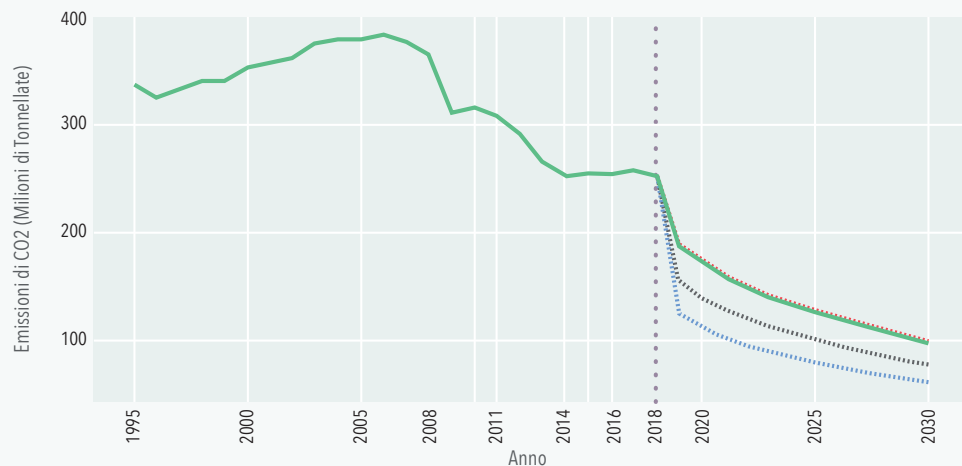
Questa evidenza preluderebbe la necessità di una valutazione di un potenziale *trade-off* tra gli obiettivi. Infatti, l'obiettivo di aumentare le ore lavorate spingerebbe verso un mix più bilanciato del portafoglio delle politiche, mentre obiettivo di riduzione emissioni o di aumento del valore aggiunto andrebbe a forzare la composizione della spesa a favore della politica più estrema e dunque verso il *full-green* (come del resto abbastanza naturale).

4 SIMULAZIONI per 3 INDICATORI (economico-sociale-ambientale)



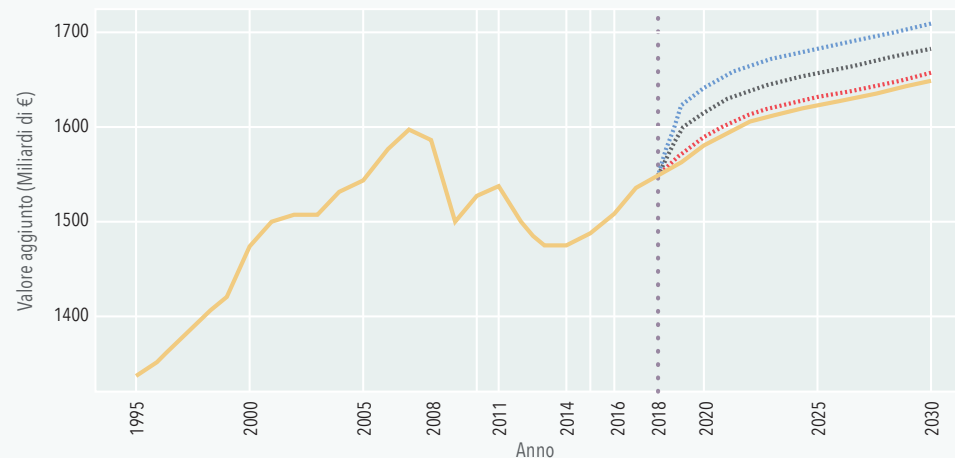
Proiezione delle emissioni di CO2 al 2030

CO2eq. Gli scenari simulano la ripartizione di 7 miliardi annui in tecnologia



Proiezione del valore aggiunto al 2030

V.A. Gli scenari simulano la ripartizione di 7 miliardi annui in tecnologia



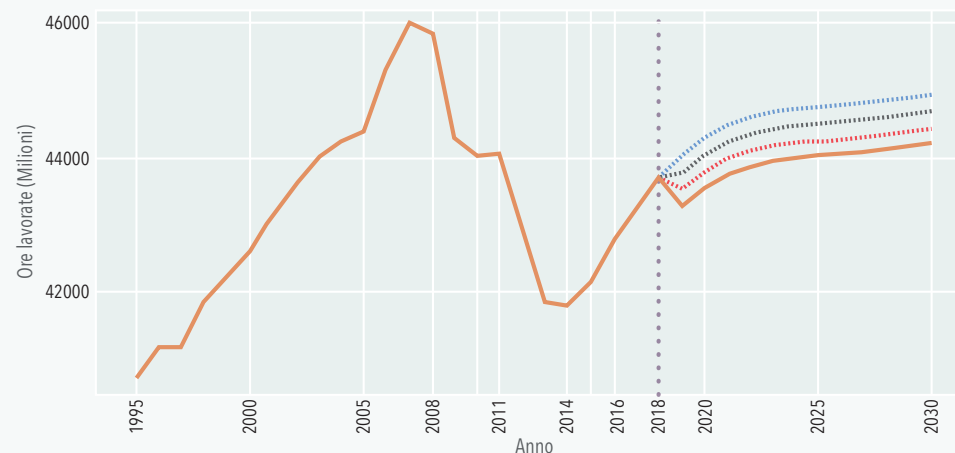
SCENARIO

- Baseline scenario
- No-green scenario
- Mixed-green scenario
- Full-green scenario



Proiezione delle ore lavorate al 2030

h. lavorate Gli scenari simulano la ripartizione di 7 miliardi annui in tecnologia



Nel dettaglio il grafico (in alto a sinistra), relativo alle proiezioni delle emissioni di CO₂ al 2030 mostra come il sistema economico nazionale dal 1990 al 2018 abbia già ridotto le emissioni verso livelli sempre più contenuti (sebbene ad un ritmo largamente insufficiente a realizzare la neutralità carbonica entro il 2050). Tale esito – come ricordato nel primo capitolo - è riconducibile all'evoluzione tecnica della struttura produttiva italiana, che nel corso degli anni ha subito una significativa trasformazione, passando da una struttura industriale in senso classico (compresenza di industria e servizi), ad una struttura integrata di servizi-industria. **Per avere effetti significativi nella riduzione di CO₂ la spesa in ricerca e sviluppo è, inequivocabilmente, la politica economica più appropriata.**

In ogni caso tale politica non sarebbe immune da generare effetti di ricomposizione occupazionale o di generazione di nuove imprese ma il presente modello non può darne conto.

Passando al commento del grafico relativo al valore aggiunto (in alto a destra), si osserva una dinamica simile a quella delle emissioni di CO₂. Il **valore aggiunto** è comunque in crescita in ogni scenario (*Mixed-green scenario, baseline scenario, No-green scenario e Full-green scenario*), ma **con una differenza di circa 50 mld di euro annui in più nel 2030, laddove si sposi lo scenario Full-green rispetto al No-green.** L'interpretazione plausibile di questo andamento è che la maggiore crescita del valore aggiunto legata alla Ricerca e Sviluppo possa essere attribuita alla nascita e/o consolidamento delle attività a più alta intensità tecnologica, che rimane un presupposto degli obiettivi di riduzione della CO₂.

Relativamente alle proiezioni relative alle Ore Lavorate registriamo dei risultati incoraggianti. Lo scenario Full-green comunque implica che il processo di trasformazione sottostante non è risparmiatore di lavoro, al contrario questo evidenzia un miliardo circa di ore annue lavorate in più rispetto allo scenario No-green. Evidentemente il contenuto tecnico rappresenterebbe l'evoluzione tecnica sia del "capitale umano" (maggiore conoscenza) e sia una evoluzione del "capitale" (intensità tecnologica).

Tutte le proiezioni consegnano alla classe dirigente un orizzonte di politica economica con diversi livelli di "successo". La politica economica gioca un ruolo fondamentale, e tanto più sarà in grado di governare-partecipare a siffatto orizzonte, tanto più recupererà il suo tratto "normativo".

Milano, settembre 2020 - Associazione Economia e Sostenibilità

INVESTIMENTO, OCCUPAZIONE, EFFETTI AMBIENTALI

1

EFFETTI ECONOMICO - SOCIALI

Investimenti di 7 miliardi annui per un decennio in alta **tecnologia verde** produrrebbero:



un maggior **incremento** di PIL pari al **4,1%**



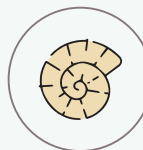
400.000 unità lavorative (aggiuntive)



gli investimenti aggiuntivi rispetto al PNIEC, proposti dallo studio, rendono plausibili un **aumento annuo** del PIL al 2030 nell'ordine dell'**8%** e un'**occupazione aggiuntiva** stabile nel decennio, nell'ordine delle **600.000 unità**, concentrate nei settori edilizia, trasporti, energia rinnovabile.

2

EFFETTI AMBIENTALI



minore inquinamento dell'aria per la riduzione dei consumi di combustibili fossili



maggior salute dei suoli a causa dell'utilizzo di tecniche conservative del carbonio



migliore salute delle foreste grazie a modalità gestionali più mirate

N.B. sul metodo:

le stime che seguono sono frutto di tre metodi di lavoro coerenti e distinti:



a. analisi di **aumento dell'assorbimento** della CO₂ eq.



b. analisi di **impatto economico** e sociale degli investimenti in scenari diversi.



c. comparazione tra **investimenti necessari all'obiettivo - 55% di CO₂ eq.** (1990-2030) e **investimenti previsti dal P.N.I.E.C.** e riferiti all'obiettivo **-40%**.

Non potendo considerare l'insieme delle variabili maroeconomiche e sociali in gioco, queste **stime** non possono essere ritenute una "*previsione*", bensì un **esercizio analitico** di traslazione nel futuro di realtà attuali, rafforzate da policy e investimenti coerenti con l'obiettivo **-55%**

Occorre inoltre notare che la parola "investimenti" indica sia investimenti pubblici diretti, sia incentivi fiscali forniti a soggetti privati affinché adeguino le proprie strutture abitative e di trasporto agli obiettivi climatici.

Appendice

tabelle interpretative della relazione tra investimenti tecnologici e emissioni- valore aggiunto- occupazione.

Appendice A:

Tabella di interpretazione delle significatività statistiche

Tabella di interpretazione significatività statistica		
Significatività statistica	Simbolo	P-value
Molto elevata	***	$PV < 0.001$
Buona	**	$0.001 < PV < 0.01$
Discreta	*	$0.01 < PV < 0.05$
Minima	.	$0.05 < PV < 0.10$
Non significatività		$PV > 0.10$

Appendice B:

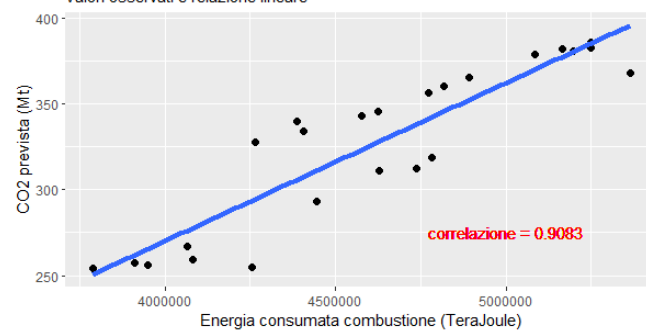
Relazioni lineari tra le variabili di sistema

Variabile dipendente: CO_{2t}					
Variabile	Simbolo	Valore stimato	Errore standard	P-value	Significatività
<i>Intercetta</i>		-9.763	1220.75	0.0292	*
<i>EnergiaCombustione_t</i>		0.00009194	19.632	0.000000	***
Bontà di adattamento	R^2_{adj}	0.817		0.000000	***

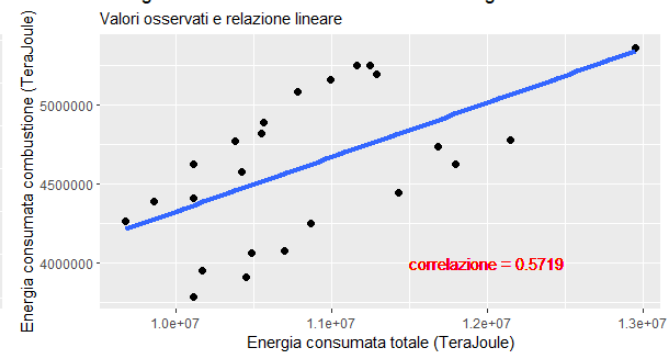
Variabile dipendente: <i>EnergiaCombustione_t</i>					
Variabile	Simbolo	Valore stimato	Errore standard	P-value	Significatività
<i>Intercetta</i>		880500	114400	0.4496	
<i>EnergiaTotaleCons_t</i>		0.3445	0.1053	0.0035	**
Bontà di adattamento	R^2_{adj}	0.2966		0.003497	***

Variabile dipendente: <i>EnergiaCombustione_t</i>					
Variabile	Simbolo	Valore stimato	Errore standard	P-value	Significatività
<i>Intercetta</i>		1.7421	3.9340	0.66222	
<i>Produzione_t</i>		0.9077	0.2626	0.00225	**
Bontà di adattamento	R^2_{adj}	0.3225		0.002247	***

Emissioni di CO2 e energia consumata da combustione
Valori osservati e relazione lineare

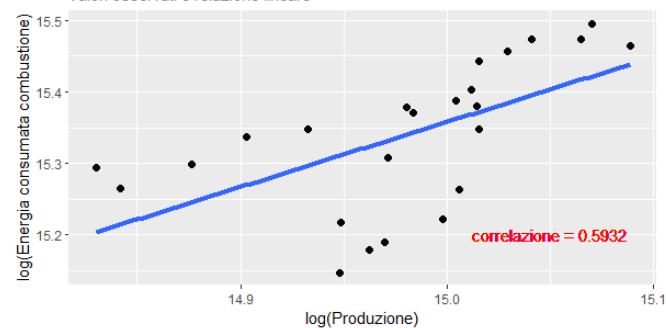


Energia consumata da combustione ed energia totale consumata
Valori osservati e relazione lineare



log(Energia consumata da combustione) e log(Produzione)

Valori osservati e relazione lineare



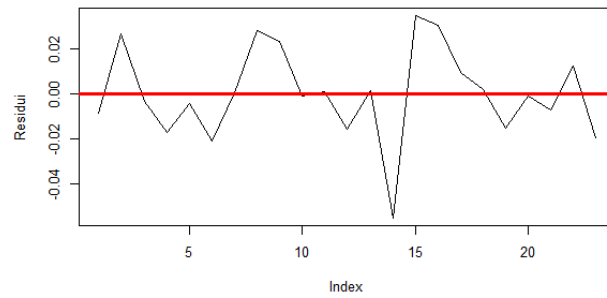
Test di Johansen per cointegrazione tra Capitale netto e Investimenti fissi lordi					
Ipotesi nulla	Statistica test	Critico 10%	Critico 5%	Critico 1%	Decisione
$r \leq 2$	2.53	6.50	8.18	11.65	Non rigetto
$r \leq 1$	11.36	15.66	17.95	23.52	Non rigetto
$r = 0$	25.62	28.71	31.52	37.22	Non rigetto
'r' identifica il numero di relazioni di cointegrazione tra le variabili considerate, in questo caso • Capitale Netto • Inv. Tecnologia • Inv. Non tecnologia					

Appendice C:

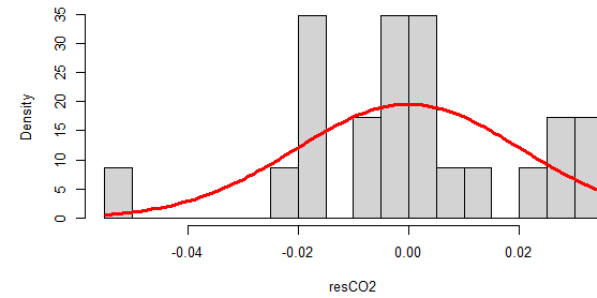
Diagnostica statistica sui residui del modello ambientale

Test diagnostici residui modello ambientale				
Nome test	Diagnostica	P-value	Decisione	Interpretazione
Ljung-Box	Autocorrelazione	0.5524	Non rigetto	Residui non autocorrelati
Dickey-Fuller	Stazionarietà	<0.01	Rigetto	Stazionarietà dei residui
Bera-Jarque	Normalità	0.5976	Non rigetto	Normalità dei residui
Breusch-Pagan	Eteroschedasticità	0.07087	Non rigetto	Residui omoschedastici

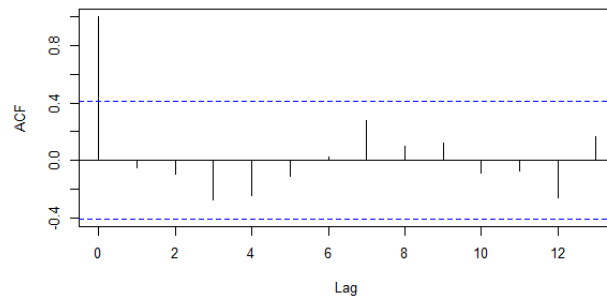
Residui modello ambientale



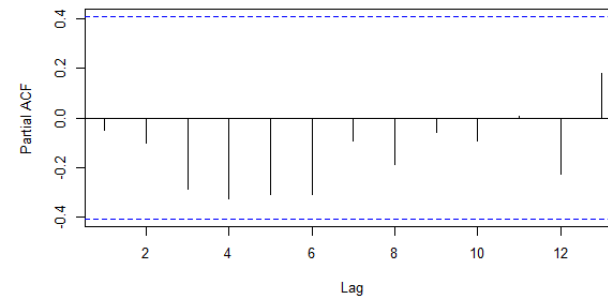
Distribuzione dei residui



ACF residui modello ambientale



PACF residui modello ambientale



Bibliografia

- Elemens (uno studio per Legambiente), 2019, *Obiettivo: 1,5°C. Roadmap e policy per anticipare la completa decarbonizzazione al 2040*
- Fondazione sviluppo sostenibile, 2019, *Rilanciare l'economia e l'occupazione in Italia*
- Fondazione sviluppo sostenibile, 2019, *Verso la decarbonizzazione dell'economia*
- Greenpeace, 2020, *Italia 1.5. Una rivoluzione 100% rinnovabile per fermare l'emergenza climatica*
- ISPRA 2020, "Italian Emissions Inventory 1990-2018", *Rapporto* 319

Riferimenti istituzionali:

- EC, 2018, *A Clean Planet for all A European long-term strategic vision for a prosperous, modern, competitive and climate neutral economy*
- EC, 2018, *A Clean Planet for all A European long-term strategic vision for a prosperous, modern, competitive and climate neutral economy. IN-DEPTH ANALYSIS IN SUPPORT OF THE COMMISSION COMMUNICATION COM(2018) 773*
- EC, 2019, *The European Green Deal. COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE EUROPEAN COUNCIL, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS*
- IPCC, 2018. *Global Warming of 1.5°C*. IPCC, Switzerland.
- Ministero dello Sviluppo Economico, Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare. Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, 2019, *Piano nazionale integrato energia e clima (PNIEC)*

Sul CAP 1:

- Ferrari S., 2014, *Società ed economia della conoscenza*, Mnamon, Roma.
- ISTAT e ISTAT-NAMEA, *serie storiche 1990-2018*
- Leon P., 1966, *Structural Change and Growth in Capitalism*, The Johns Hopkins Press, Baltimore.
- Ministero dello Sviluppo economico, 2019, *La situazione energetica nazionale nel 2018*
- Mowery D. e Rosenberg N., 1998, *Paths of innovation, Technological Change, in the 20th century – America*, Cambridge University Press, Cambridge (MA).
- Romano R. e Lucarelli S., 2017, *Squilibrio*, Ediesse.

Sul CAP 2:

- Hiroki H. and Moriizumi Y., 2017, *Employment creation potential of renewable power generation technologies: A life cycle approach* *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 79, issue C, 128-136
- Jacobson, M.Z., Delucchi, M.A. 2009, "A Plan to Power 100 Percent of the Planet with Renewables", *Scientific American* (November)
- Meneguzzo F., Ciriminna R., Albanese L., Pagliaro M., 2015, *Italy 100% Renewable: A Suitable Energy Transition Roadmap*, CNR Istituto di Biometeorologia (Firenze) e Istituto per lo studio dei materiali nanostrutturali (Palermo)
- Pagliaro M., Helionomics; EGEA (2018) (Cap 2)
- Solar Power Europe, 2020, *100% Renewable Europe*

Sul CAP. 3:

- ASSET, *Technology pathways in decarbonisation scenarios*
- Agenzia delle Entrate, Dipartimento delle Finanze, 2019. *Gli*

Immobili in Italia.

- Dodge Data & Analytics, 2018. World Green Building Trends 2018. SmartMarket Report. www.construction.com/toolkit/reports
- ENEA, 2019. *Rapporto Annuale Efficienza Energetica 2019*. www.energiaenergetica.enea.it.
- IEA, 2017. *Energy Technology Perspectives 2017*. IEA/OECD. Paris
- IPCC, 2018. *Global Warming of 1.5°C*. IPCC, Switzerland.
- Ministero dello Sviluppo Economico, Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare. Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, 2019, *Piano nazionale integrato energia e clima (PNIEC)*
- United Nations, Department of Economic and Social Affairs, 2019. The Sustainable Development Goals Report 2019. United Nations Publications, New York.
- United Nations Environment Programme, 2019. *Emissions Gap Report 2019*. UNEP, Nairobi.
- Urban Agenda for the EU <https://ec.europa.eu/futurium/en/urban-agenda>
- World Economic Forum, 2016. *Shaping the Future of Construction*. Switzerland, Geneve.
- United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division, 2017. *World Population Prospects: The 2017 Revision, Key Findings and Advance Tables*. Working Paper No. ESA/P/WP/248.

Sul CAP. 4:

- Audimob, 2018, Rapporto sulla mobilità degli italiani.
- PRIMES 2007, EU Directorate for Energy and Transportation, *"Energy and Transport: Trends to 2030"* (update 2007)
- PRIMES 2016, EU Directorate for Energy and Transportation, *"EU Reference Scenario: Energy, Transport and GHG Emissions Trends to 2050"*
- Senato, 2020 *"Attuazione della Direttiva 2018/844/UE*

concernente la prestazione energetica dell'edilizia e l'efficienza energetica. Atto del Governo n.158" (aprile)

- Silvestrini, G. 2019, *"Il ruolo dell'idrogeno nella strategia energetica italiana e il rischio di false illusioni"* (ottobre), www.qualenergia.it/articoli/il-ruolo-dellidrogeno-nella-strategia-energetica-italiana-ed-il-rischio-di-false-illusioni/
- SNAM 2019, *"The Hydrogen Challenge: the Potential of Hydrogen in Italy"* (October), https://www.snam.it/it/hydrogen_challenge/repository_hy/file/The-H2-challenge-Position-Paper.pdf

Sul CAP. 5:

- ASSOAMBIENTE, 2019, *Per una strategia nazionale dei rifiuti*
- CIC, 2017. Biowaste. *I dati del settore del riciclo del rifiuto organico*.
- COMIECO, 2020, *25° Rapporto Raccolta, riciclo e recupero di carta e cartone*.
- COREPLA, 2018, *Rapporto di sostenibilità 2018*.
- Fondazione per lo sviluppo sostenibile, FISE UNICIRCULAR, Unione Imprese Economia Circolare, 2019, *L'Italia del Riciclo 2019*, Roma.
- ISPRA, 2019, *Rapporto Rifiuti Urbani, edizione 2019*, Roma.
- Legambiente, 2018, *Comuni Ricicloni 2018*, Semestrale di Legambiente, numero 1, Milano.

Sul CAP. 6:

- Batjes N.H., (2014) *Total carbon and nitrogen in the soils of the world*. European Journal of Soil Science 65: 10–21.
- Baveye P.C., Berthelin J., Tessier D., Lemaire G., 2018, *The "4 per 1000" initiative: a credibility issue for the soil science community?* Geoderma 309: 118–123.
- Chenu C, Angers DA, Barré P, Derrien D, Arrouays D, Balesdent J., 2019, *Increasing organic stocks in agricultural soils: knowledge*

- gaps and potential innovations*. Soil Tillage Resources 188: 41-52.
- Commissione Europea, (2006) *Communication from the Commission to the Council, the European Parliament, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, Thematic Strategy for Soil Protection*, COM 231 Final, Brussels
 - Dixon, R.; Brown, S.; Houghton, R.; Solomon, A.; Trexler, M. e Wisniewski, J., 1994, *Carbon pools and flux of global forest ecosystems*. Science 263: 185-190.
 - FAO, 2015. *Conservation Agriculture adoption worldwide*. Sito: <http://www.fao.org/ag/ca/6c.html>, ultimo accesso 10/6/2020,
 - FAO, 2017a) *Voluntary guidelines for sustainable soil management*. Food and agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.
 - FAO, 2017b) *Soil organic carbon: the hidden potential*. Food and agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.
 - Francaviglia R., Di Bene C., Farina R., Salvati L. e Vicente-Vicente J.L., 2019, *Assessing "4 per 1000" soil organic carbon storage rates under Mediterranean climate: a comprehensive data analysis* Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change 24: 795–818
 - Global Soil Partnership, 2017, *Global Soil Organic Carbon Map*. FAO.
 - Haddaway, N.R., Hedlund, K., Jackson, L.E. et al., 2017, *How does tillage intensity affect soil organic carbon? A systematic review*. Environ Evid 6, 30.
 - INRA, 2019, *Stocker du carbon dans les sols français. Quel potentiel au regard de l'objectif 4 pour 1000 et à quel Coût*. Résumé de l'étude réalisé pour l'ADEME e le Ministère de l'Agriculture et de l'alimentation.
 - IPCC, 2019, *Special Report on Climate Change and Land*. Disponibile al sito: <https://www.ipcc.ch/srccl/>, ultimo accesso 10/6/2020,
 - Ispra, 2020, *National Inventory Report 2020*. Italian Greenhouse Gas Inventory 1990-2018.
 - Jandi R., 2010, *Il carbonio del suolo*. Agriregionieuropa 6, 21,
 - Jansen H.H.(2004, *Carbon cycling in earth systems - a soil science perspective*. Agriculture, Ecosystems and Environment 104: 399-417.
 - Lal, R., 2004, *Soil carbon sequestration impacts on climate change and food security*. Science 304, 1623-1627.
 - Lal R, 2010, *Managing soils and ecosystems for mitigating anthropogenic carbon emissions and advancing global food security*. Bioscience 60: 708–721.
 - Lal R, 2016, *Soil health and carbon management*. Food and Energy Security 5(4): 212–222.
 - Lal, R., Horn R., Kosaki T., 2018, *Soil and Sustainable Development Goals* - Catena - Schweizrbart, Stuttgart.
 - Le Quéré C, Moriarty R, Andrew RM, Peters GP, Ciais P, Friedlingstein P, Jones SD, Sitch S, Tans P, Arneeth A, Boden TA, Bopp L, Bozec Y, Canadell JG, Chini LP, Chevallier F, Cosca CE, Harris I, Hoppema M, Houghton RA, House JI, Jain AK, Johannessen T, Kato E, Keeling RF, Kitidis V, Klein Goldewijk K, Koven C, Landa CS, Landschützer P, Lenton A, Lima ID, Marland G, Mathis JT, Metzl N, Nojiri Y, Olsen A, Ono T, Peng S, Peters W, Pfiel B, Poulter B, Raupach MR, Regnier P, Rödenbeck C, Saito S, Salisbury JE, Schuster U, Schwinger J, Séférian R, Segschneider J, Steinhoff T, Stocker BD, Sutton AJ, Takahashi T, Tilbrook B, Van Der Werf GR, Viovy N, Wang YP, Wanninkhof R, Wiltshire A, Zeng N, 2015, *Global carbon budget*. Earth System Science Data 7: 47–85.
 - Kassam A., Friedrich T. e Derpsch R., 2019, *Global spread of Conservation Agriculture*, International Journal of Environmental Studies, 76, 1): 29-51.
 - Minasny B, Malone BP, McBratney AB, Angers DA, Arrouays D, Chambers A, Chaplot V, Chen Z-S, Cheng K, Das BS, Fielda DJ, Gimona A, Hedley CB, Hong SY, Mandal B, Marchant BP, Martin M, McConkey BG, Mulder VL, O'Rourke S, Richer-de-Forges AC,

- Odeh I, Padarian J, Paustian K, Pan G, Poggio L, Savin I, Stolbovoy V, Stockmann U, Sulaeman Y, Tsui C-C, Vågen T-G, vanWesemael B, Winowiecki L, 2017) *Soil carbon 4 per mille*. Geoderma 292: 59–86.
- Rinaldi M. e Troccoli A., 2015, L'agricoltura conservativa. Programma di Sviluppo Rurale Regione Basilicata 2007-2013. MISURA 124, *Approcci innovativi per il miglioramento delle performance ambientali e produttive dei sistemi cerealicoli no-Tillage*, BIO-TILLAGE,
 - Schils R., Kuikman P., Liski J., van Oijen M., Smith P., Webb J., Alm J., Somogyi Z., van den Akker J., Billett M., Emmett B., Evans C., Lindner M., Palosuo T., Bellamy P., Alm J., Jandl R. e Hiederer R., 2008, *Review of existing information on the interrelations between soil and climate change*. Technical report 2008-048, European Communities.
 - Sikander K. T., Xingli L., Shamim-Ul-Sibtain S., Imtiaz H. and Muhammad S., 2019, *Soil Carbon Sequestration through Agronomic Management Practices* [Online First], IntechOpen, DOI: 10.5772/intechopen.87107.
 - Smith P., 2004, *Engineered biological sinks on land*. In *The Global Carbon Cycle. Integrating humans, climate, and the natural world*, C.B. Field and M.R. Raupach, eds., SCOPE 62, Island Press, Washington D.C.: 479-491.
 - Smith, P., Martino, D., Cai, Z., Gwary, D., Janzen, H., Kumar, P., McCarl, B., Ogle, S., O'Mara, F., Rice, C., Scholes, B., Sirotenko, O., Howden, M., McAllister, T., Pan, G., Romanenkov, V., Schneider, U., Towprayoon, S., Wattenbach, M., & Smith, J., 2008, *Greenhouse gas mitigation in agriculture*. Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological sciences, 363, 1492): 789-813.
 - Stout B, Lal R, Monger C., 2016, *Carbon capture and sequestration: the roles of agriculture and soils*. International Journal of Agriculture and Biological Engineering 9, 1): 1–8.
 - Vitullo M., 2020, *Reporting e contabilizzazione del carbonio nel suolo per le categorie cropland e grassland*.
- Sul CAP. 7:**
- FAO, 2015, *Global Forest Resources Assessment 2015 - Country Report Italy*
 - FAO, 2017, *Yearbook of forest product 2017* <http://www.fao.org/forestry/statistics/80570/en/>
 - FAO, 2015, *State of Europe's forests*
 - ISPRA, 2018, *Italian Greenhouse Gas Inventory 1990-2016*. National Inventory Report 2018
 - Marchetti M, Motta R, Pettenella D, Sallustio L, Vacchiano G(2018, . *Le foreste e il sistema foresta-legno in Italia: verso una nuova strategia per rispondere alle sfide interne e globali*. Forest@ 15, 1, : 41-50. - doi: 10.3832/efor2796-015
 - MIPAAFT, 2019, . RAF Italia 2017-2018. *Rapporto sullo stato delle foreste e del settore forestale in Italia*. Compagnia delle Foreste, Arezzo.
 - MATTM, 2019, *National Forestry Accounting Plan, 2018*.
 - Nabuurs, Gert-Jan, et al. 2017, *By 2050 the mitigation effects of EU forests could nearly double through climate smart forestry*. Forests 8.12, 2017, : 484.
 - Pettenella D., Andrighetto N., Masiero M. all'interno del convegno "Legna da ardere: mercati, criticità e prospettive per il settore", Verona, 23 febbraio 2018.
 - Pilli, Roberto, et al. 2018, *Il nuovo regolamento comunitario LULUCF: sfide e opportunità per il settore forestale italiano*. Forest@-Journal of Silviculture and Forest Ecology 15.1, 2018, : 87.
 - Pompei E., 2017, all'interno del Convegno "La montagna italiana nello sviluppo rurale problematiche e prospettive economiche, sociali, ambientali e istituzionali".
 - Regolamento Ue 2018/841 <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/?uri=CELEX%3A32018R0841>
 - Regolamento UE 2018/842 <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex:32018R0842>

Sul CAP 8:

Per la parte relativa a edifici, trasporti ed energia rinnovabile:

- ACI Open Parco Veicoli, www.aci.it
- ANEV 2019, Associazione Nazionale dell'Energia del Vento, https://www.anev.org/wp-content/uploads/2019/10/Anev_brochure_2019web.pdf
- ENEA 2014, Ciorba, U., Ferrarese, C., Notaro, C., Rao, M., Trovato, G.; (2014), "Costruzione di una Matrice di Contabilità Sociale Allargata al settore energetico ENERGY-SAM", RT/2014/12/ENEA
- ENEA 2015, Ciorba, U., Gaeta, M., Rao, M., Tommasino, M.C., (2015), "A Software Application for TIMES-SAM Linkage", RT/2015/19/ENEA
- ENEA 2018, Virdis, M.R., Gaeta, M., Ciorba, U., D'Elia, I., Martini, C., Rao, M., Tommasino, C., "Metodologie ed esempi dell'analisi di scenario energia-economia-ambiente: l'esperienza ENEA", Master in Energy Management, ISPRA Varese (Febbraio);
- ENEA 2019a, Ferrarese, C., Rao, M., Sabetta, M., "A Code to Evaluate Investment Projects in Energy System with a SAM and a Energy-SAM", RT/2019/9/ENEA
- ENEA 2019b "Osservatorio degli edifici a energia quasi-zero nZEB in Italia 2016-18"
- European Commission 2019, "The European Green Deal", Communication from the Commission to the European Parliament, The European Council, The Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, COM 2019 640 Final (11/12/2019), https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/european-green-deal-communication_en.pdf
- European Parliament 2019, "The European Parliament Declares Climate Emergency" (November), <https://www.europarl.europa.eu/news/en/press-room/20191121IPR67110/the-european-parliament-declares-climate-emergency>
- Globiom Report 2015, Ecofys, IIASA, E4Tech, "The Land Use Change Impact of Biofuels Consumed in EU: Quantification of Area and GHG Impacts" (August), https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/Final%20Report_GLOBIOM_publication.pdf
- Gruppo di lavoro tecnico presso la Presidenza del Consiglio 2017, "Decarbonizzazione dell'economia italiana: Catalogo delle tecnologie energetiche"
- GSE 2019, Gestore Settore Energetico "Energia nel settore dei trasporti 2005-2018" (luglio)
- ISPRA 2013, "Metodologie di stima delle emissioni di gas serra", <http://www.isprambiente.gov.it/it/temi/cambiamenti-climatici/landamento-delle-emissioni/metodologie-di-stima>
- ISPRA 2016, "Annuario dei dati ambientali"
- ISTAT 2018, "Sistema delle Tavole Input-Output 2010-2015 – Nota Metodologica"
- Jacobson, M.Z., Delucchi, M.A. 2009, "A Plan to Power 100 Percent of the Planet with Renewables", Scientific American (November)
- Lifegate 2013, "Fuel cell: cosa sono e come funzionano le celle a combustibile" (dicembre), www.lifegate.it/cose-la-fuel-cell-la-cell-combustibile
- Meneguzzo, F., Ciriminna, R., Albanese, L., Pagliaro, M. 2015, "Italy 100% Renewable: A Suitable Energy Transition Roadmap", CNR Istituto di Biometeorologia (Firenze) e Istituto per lo studio dei materiali nanostrutturali (Palermo)
- Pagliaro, M. 2018, "Helionomics", Egea
- PNIEC 2019, Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima (Dicembre), https://www.mise.gov.it/images/stories/documenti/PNIEC_finale_17012020.pdf
- Paoletti, G., Pascual Pascuas, R., Perneti, R., Lollini, R. 2017, "Nearly Zero Energy Buildings: an Overview of the Main Construction Features across Europe", Buildings 7(2)
- PRIMES 2007, EU Directorate for Energy and Transportation,

"Energy and Transport: Trends to 2030" (update 2007)

- PRIMES 2016, EU Directorate for Energy and Transportation, *"EU Reference Scenario: Energy, Transport and GHG Emissions Trends to 2050"*
- Senato, 2020 *"Attuazione della Direttiva 2018/844/UE concernente la prestazione energetica dell'edilizia e l'efficienza energetica. Atto del Governo n.158"* (aprile)
- STREPIN 2015, MISE-ENEA, *"STREPIN: Strategia per la riqualificazione energetica del parco immobiliare italiano. Allegato 1"* (novembre), https://www.mise.gov.it/images/stories/documenti/STREPIN_13_11_2015.pdf
- Silvestrini, G. 2019, *"Il ruolo dell'idrogeno nella strategia energetica italiana e il rischio di false illusioni"* (ottobre), www.qualenergia.it/articoli/il-ruolo-dellidrogeno-nella-strategia-energetica-italiana-ed-il-rischio-di-false-illusioni/
- SNAM 2019, *"The Hydrogen Challenge: the Potential of Hydrogen in Italy"* (October), https://www.snam.it/it/hydrogen_challenge/repository_hy/file/The-H2-challenge-Position-Paper.pdf
- Solar Power Europe 2020, *"100% Renewable Europe"* (April), <https://www.solarpowereurope.org/new-study-100-renewable-europe/>
- Transport&Environment 2017, *"Come correggere la politica europea sui biocarburanti puliti"* (settembre), https://www.transportenvironment.org/sites/te/files/publications/2017_09_Fixing_Europe_clean_fuels_policy_IT.pdf
- Wind Europe 2019, *"Our Energy Our Future: How Off-Shore Wind Will Help Europe Go Carbon-Neutral"*, <https://windeurope.org/wp-content/uploads/files/about-wind/reports/WindEurope-Our-Energy-Our-Future.pdf>

Per la parte relativa agli investimenti tecnologici

Ruolo degli investimenti

- Ferrari S., 2014, *Società ed economia della conoscenza*, Mnamon, Roma.
- Leon P., 1966, *Structural Change and Growth in Capitalism*, The Johns Hopkins Press, Baltimore.
- Ministero dello Sviluppo economico, 2019, *La situazione energetica nazionale nel 2018*
- Mowery D. e Rosenberg N., 1998, *Paths of innovation, Technological Change, in the 20th century – America*, Cambridge University Press, Cambridge (MA).
- Romano R. e Lucarelli S., 2017, *Squilibrio*, Ediesse.

Metodologie statistiche ed econometriche

- Hamilton, J. D. (1994). *Time Series Analysis*: Princeton University Press.
- Stock, J. H., & Watson, M. W. (2015). *Introduction to econometrics*.
- Stock, J. H., & Watson, M. W. (2015). *Introduction to Econometrics, Update, Global Edition*: Pearson Education Limited.
- Wooldridge, J. M. (2015). *Introductory econometrics: A modern approach*: Nelson Education.

Principali riferimenti normativi

Obiettivi climatici

- Regolamento UE 517/2014 (sulle emissioni di gas fluorurati a effetto serra)
- Direttiva 2018/410/UE denominata ETS (*Emission Trading System* 2021-2030)
- Regolamento UE 2018/841/CE e Regolamento 2018/842/CE (Emissioni settori non ETS, *Effort Sharing*)
- Regolamento LULUCF [2018] (*Land Use Land Use Change and Forestry*), https://ec.europa.eu/clima/news/regulation-land-use-land-use-change-and-forestry-2030-climate-and-energy-framework-adopted_en e anche <https://ec.europa.eu/clima/policies/>

[forests/lulucf_en](#)

Energia

- Direttiva 2012/27/UE (obiettivi nazionali di consumo energetico)

Edifici

- Direttiva EED 2018/844/UE del 11/12/2018 (modifica la precedente Direttiva 2010/31/UE in materia di prestazione energetica degli edifici)
- Direttiva EPBD recast (2010/31/UE)
- Regolamento delegato UE 244/2012
- Linee guida della Commissione Europea (Orientamenti della CE del 16/4/2012).
- D.lgs 192/2005 e D.lgs 26/2015 (obblighi efficienza energetica degli edifici)
- D.L. 63/2013 poi convertito nella L. 90/2013(recepimento Direttiva EPBD)
- DM del MISE 26/6/2015 (standard tecnico-energetici degli edifici)
- D.L. 28/2011 all.3, par.1, l.c (obblighi di integrazione con fonti rinnovabili)

Trasporti

- Direttiva 1998/70/CE (FDQ ovvero *Fuel Quality Directive*)
- Legge 81/2006 e DM del MISE del 10/10/2014 e s.m.l. (quote di miscelazione carburanti e biocarburanti)
- Direttiva 2018/2001 (RED II ovvero *Renewable Energy Directive* (che ha aggiornato la precedente Direttiva 2009/28/CE ovvero RED I recepita con D.lgs. 28/2011) (quote di fonti rinnovabili nel settore dei trasporti).



Economia e
Sostenibilità

www.assesta.it



ITALIAN
CLIMATE
NETWORK

www.italiaclima.org