



Dipartimento di Economia e Management
Cattedra di Energy Economics

**Capitalismo decarbonizzato: il tortuoso
percorso verso un'economia globalizzata
sostenibile.**

RELATORE

Prof. Carlo Andrea Bollino

CANDIDATO

Pierpaolo Laurito

Matr. 197211

ANNO ACCADEMICO 2015-2016

INDICE

Introduzione	3
Capitolo 1 - Evoluzione e limiti del modello di sviluppo economico classico	
1.1 Gli elementi caratterizzanti il modello di sviluppo economico classico	6
1.2 Quadro statistico dello scenario energetico mondiale	11
1.3 Il circolo vizioso: il rapporto fra energia, crescita ed ambiente	18
1.3.1 Il rapporto fra fonti energetiche fossili e crescita economica: il modello di Stevens	19
1.3.2 Gli studi di Brock e Taylor e il rapporto fra attività economica e l'ambiente	21
Capitolo 2 - La costruzione di un nuovo paradigma sostenibile	
2.1 La questione della sostenibilità	23
2.2 Il ruolo guida della politica energetica a livello nazionale: evoluzione e sviluppi	24
2.2.1 Costi e incentivi delle risorse rinnovabili	27
2.2.2 Investimenti in nuove tecnologie e efficienza energetica	31
2.2.3 Il ruolo delle politiche sui comportamenti di consumo delle famiglie	37
2.3 Politica energetica internazionale e globalizzazione	38
Capitolo 3 - Un nuovo atteggiamento nei confronti della sostenibilità	
3.1 Limiti dello Scenario energetico di riferimento	42
3.2 Quando la sostenibilità non è solo un costo: il caso della politica energetica italiana	44
3.3 Obiettivo 2°: da folle ottimismo ad ambizioso traguardo	50
Conclusioni	52
Bibliografia	54
Sitografia	56

INTRODUZIONE

Tutte le idee che hanno enormi conseguenze sono sempre idee semplici e nella disciplina economica non è difficile trovarne un esempio. Infatti, nella seconda metà del XVIII l'economista scozzese Adam Smith teorizzava: chiunque badi al suo tornaconto personale nello svolgimento delle sue attività, guidato da una "mano invisibile", contribuisce inconsapevolmente al benessere dell'intera società, fin quando non violi alcuna legge morale.

Tale principio, semplice e affascinante allo stesso tempo, è stato capace di porsi alla base della moderna teoria economica, all'interno della quale la ricerca del profitto, realizzata attraverso la competizione e lo scambio di beni sul mercato, è non un vizio privato, bensì un interesse lecito che tendenzialmente comporta benefici all'intera società. Non sorprende dunque che tale idea abbia potuto stimolare la nascita di un modello di sviluppo economico con lo scopo principale a livello micro, la massimizzazione del consumo e del profitto e, a livello macro, il perseguimento forsennato della crescita economica. Il mercato diviene il luogo dove il prodotto delle attività del singolo individuo assume valore tramite le transazioni economiche.

Ma, come incantati dalla straordinaria capacità di incanalare l'individualismo dei singoli verso un obiettivo generale propria della metafora della mano invisibile, si è preferito considerare solo gli effetti inintenzionali positivi che le singole transazioni apportano al benessere sociale, tralasciando l'altro lato della medaglia, gli effetti negativi che un'attività economica guidata dal libero mercato presenta sull'ambiente.

Il presente elaborato si propone di delineare le possibilità da cogliere e le difficoltà da affrontare nel passaggio da una visione di sviluppo incentrato sulla crescita economica ad un modello di sviluppo incentrato sulla crescita economica rispettosa dei vincoli ambientali. Nel compiere ciò l'oggetto di studio sarà il settore energetico, responsabile della gran parte delle emissioni di origine antropica, il quale riveste un ruolo cruciale in questa trasformazione¹.

Nelle prossime pagine, si analizzeranno le caratteristiche permeanti del modello di sviluppo attuale caratterizzato dal *trade-off* fra crescita economica e tutela dell'ambiente, che ha portato ad un incremento generalizzato delle condizioni di vita a danno della condizione di salute del pianeta, relegato al ruolo di contenitore passivo delle risorse naturali; si delinearanno i contorni statistici del tema ambientale e il ruolo delle fonti energetiche fossili, economiche ed inquinanti allo stesso tempo, nella soddisfazione della domanda primaria di energia mondiale. Si giungerà alla

¹ Secondo l'International Energy Agency, il settore energetico è causa di circa i due terzi di tutte le emissioni di gas serra di origine antropica - IEA (International Energy Agency), *World Energy Outlook Special Report*, 2015.

constatazione del fatto che la gestione della politica energetica internazionale, plasmata sulla visione individualista Smithiana, ha portato l'odierna società a vivere in una trappola dalla portata storica. Se l'utilizzo di fonti fossili sarà continuato ad essere preferito, in base al criterio di economicità, a soluzioni prive di emissioni inquinanti, questo condurrà alla soglia della rovina ecologica la attuale economia capitalista globalizzata.

Si evidenzia dunque la necessità di un mutamento del rapporto dell'uomo con la natura: da natura matrigna e imperscrutabile a *bene pubblico internazionale* da custodire e proteggere fermamente attraverso strumenti economici, giuridici e di tipo politico. La costruzione di un nuovo paradigma sostenibile dell'agire economico, cioè di uno sviluppo economico in grado di soddisfare i bisogni delle attuali generazioni e di quelle future, costituirà l'oggetto della seconda parte dell'elaborato.

Si tenterà di individuare gli elementi critici che emergono dall'utilizzo delle risorse naturali nel libero mercato, con la presenza dei costi sociali annessi alla produzione e consumo di risorse inquinanti che non riescono ad essere correttamente quantificati, si giungerà a concludere che non potrà essere la *mano invisibile* del mercato a condurre l'uomo del XXI secolo alla risoluzione della crisi ambientale. A contribuire alla costruzione di un nuovo paradigma sostenibile non potranno che essere le *mani visibili* che muovono le penne dei maggiori capi di Stato nella firma sui trattati internazionali in tema di riduzione delle emissioni di gas inquinanti, ancora, *le mani visibili* dei politici che pigiano i pulsanti in parlamento nell'atto del voto in favore di sovvenzioni a risorse energetiche e tecnologie a basso tenore di carbonio, ed infine le *mani visibili* dei singoli cittadini che fanno un consumo responsabile dell'energia.

Le politiche attuali in materia energetica portano a designare uno scenario futuro del settore energetico non sostenibile, benché gli sforzi per un contenimento delle emissioni inquinanti siano importanti. L'idea che si sostiene, e che verrà discussa, è che nel tortuoso percorso che porta ad un'economia "decarbonizzata" si navighi a vista, con politiche energetiche troppo soggette a mutamenti al cambiare della situazione macroeconomica in atto.

La terza ed ultima parte dell'elaborato riguarderà l'analisi di un modo di perseguire lo sviluppo sostenibile che si definirà *proattivo*, il quale potrebbe essere stato inaugurato con l'ultima conferenza delle parti nell'ambito dei Paesi firmatari dell'UNFCCC (la Convenzione Quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici) tenutasi a Parigi nel 2015². Avere una meta precisa

² La Conferenza delle Parti (COP, Conference of the Parties) è un organo creato per dare attuazione ai principi e agli impegni nell'ambito della UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change). Istituita nel 1992, L'UNFCCC, con 197 Paesi firmatari, rappresenta la convenzione di riferimento in tema di contrasto del cambiamento climatico a livello internazionale.

consente di potere avere un riferimento continuo per non disallineare la propria rotta con quella della sostenibilità.

In questo contesto energetico pieno di sfide come si comporta e cosa avrà la possibilità di fare il nostro Paese? La situazione nel contesto energetico italiano è afflitta dalla mancanza di una visione strategica a lungo periodo che le permetta di affrancarsi dall'oneroso costo delle importazioni di fonti di energia fossile che sono carenti nel nostro pianeta. La sfida della sostenibilità per l'Italia potrà costituire un importante processo di rilancio della competitività del sistema paese.

CAPITOLO 1

Evoluzione e limiti del modello di sviluppo economico classico

1.1 *Gli elementi caratterizzanti il modello di sviluppo economico classico*

L'individuo nella meraviglia della sua unicità e nella grandezza delle facoltà del suo intelletto è un essere limitato. In quanto tale, non essendo in grado di affrontare da solo tutti i problemi economici derivanti dalla scarsità delle risorse, per poter vedere soddisfatte le sue ambizioni e i suoi bisogni, deve necessariamente sfruttare risorse naturali e intrattenere relazioni (economiche) con altri soggetti, offrendo e ricevendo beni e servizi di cui necessita. La volontà dell'uomo di accrescere le proprie condizioni di vita, in un ambiente reso meno ostile per la soddisfazione dei propri bisogni, ha portato alla formazione di sistemi economici, politici e sociali via via più complessi. Ad un sistema economico rudimentale, proprio delle società primitive (tra il 3.500.000 a.C e il 3.500 a.C), seguono sistemi economici molto più complessi propri delle grandi civiltà egizia, greca e romana (tra il 3.500 a.C e il 476 d.C). Ad un sistema economico feudale, presente in Europa nell'arco temporale compreso tra l' VIII e il XIII secolo, seguono le prime forme di capitalismo nell'Europa del rinascimento, grazie alla nascita di un sistema mercantile basato sullo scambio, sfruttando una discrepanza fra *valori d'uso* degli stessi prodotti presso diverse popolazioni³. I sistemi economici degli Stati più industrializzati, che compongono l'attuale economia capitalista globalizzata, sono in grande misura i più complessi mai esistiti; questo per potere garantire e sostenere condizioni di vita sempre migliori ad un numero crescente di individui che la compongono.

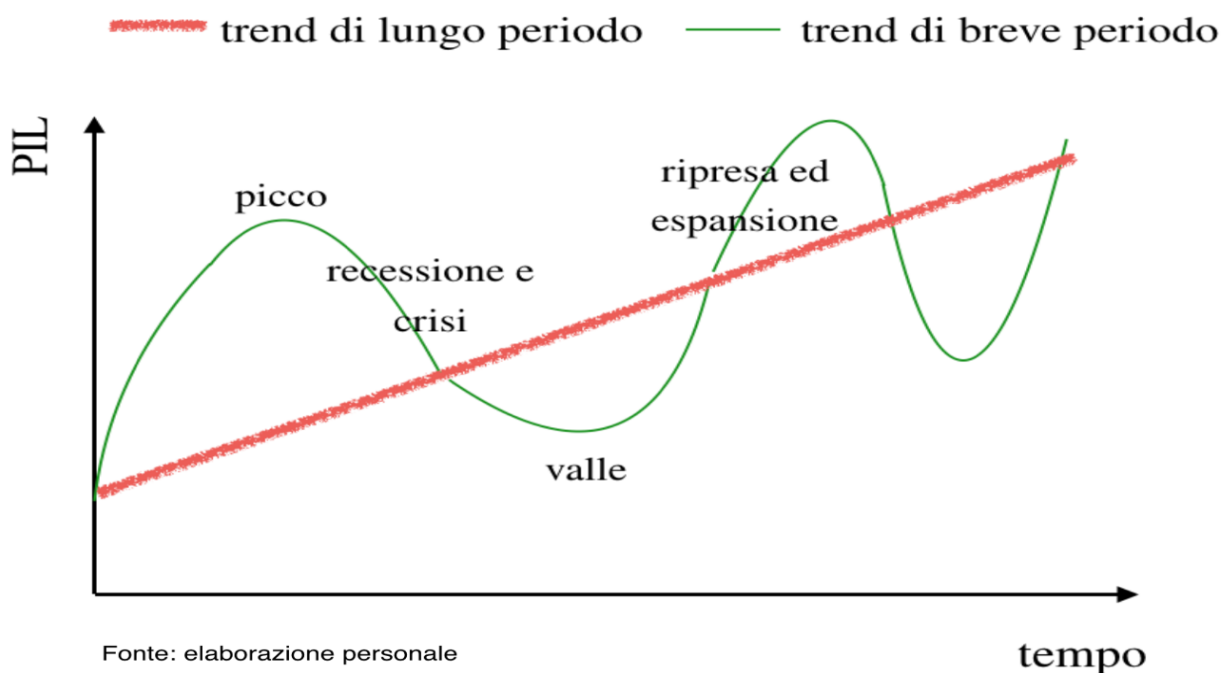
Il modello di sviluppo che definiamo classico, in riferimento alla matrice ultraliberista che ne ha agevolato la diffusione, è incentrato: a) su una visione illimitata delle possibilità in capo all'uomo di accrescere le proprie condizioni di vita, b) avvalorata dall'organizzazione dell'attività economica capitalista, la quale fa coincidere il momento della produzione della ricchezza e del benessere con quello dello scambio di beni e servizi, c) basata sull'utilizzo di fonti fossili che si presentano economiche e ad alto rapporto energia/volume.

³ Per valore d'uso si intende la capacità di un bene o di un servizio di soddisfare un dato bisogno. Esso è solitamente contrapposto al valore di scambio per il quale si intende, invece, il rapporto quantitativo in base al quale si scambiano valori d'uso di un certo tipo con quelli di ogni altro tipo.

a) La visione illimitata delle possibilità di innalzamento delle condizioni di vita è stata avvalorata da una condizione di crescita economica che da quasi tre secoli si verifica nelle economie maggiormente industrializzate in modo pressoché costante. Ciò ha indotto a pensare ad una teoria della crescita economica non limitata per supportare il processo di sviluppo economico. I concetti di crescita economica e sviluppo economico sono abbastanza simili, ma allo stesso tempo presentano importanti differenze: per crescita economica si intende l'aumento nel tempo del reddito pro-capite reale, mentre per sviluppo economico ci si riferisce ai fenomeni economici, sociali e culturali che si accompagnano alla crescita generale delle condizioni di vita. Per misurare lo sviluppo economico occorre far riferimento, oltre che al reddito pro-capite, ad indicatori qualitativi quali il tasso di alfabetizzazione, l'aspettativa media di vita, la distribuzione del reddito e così via.

Sebbene la nostra percezione di come stia andando l'economia tende spesso ad essere influenzata dalle fluttuazioni dell'attività economica di breve periodo, ragionando con una prospettiva di lungo periodo, il quadro cambia radicalmente e la crescita pressoché costante diviene il fattore dominante.

FIGURA 1 – CICLO ECONOMICO E TREND DI LUNGO PERIODO



L'affermarsi di un modello di sviluppo basato su una visione illimitata delle capacità dell'individuo di innalzare le proprie condizioni di vita, caratterizzato da una crescita economica nel lungo periodo pressoché costante, è certamente stato agevolato dalla diffusione e dalle caratteristiche intime del

sistema economico capitalista, il quale ha fatto la sua comparsa nella seconda metà del XVIII secolo.

b) Volendo usare la definizione che ne dà uno dei maggiori economisti del XX secolo, l'austriaco Joseph Schumpeter (1883-1950), il capitalismo è quella particolare forma di organizzazione dell'attività economica e sociale il cui fine è l'accumulazione di ricchezza e di innovazione in quantità sempre maggiore⁴. La visione rivoluzionaria rispetto al passato che ne deriva è che più che l'appartenenza ad una determinata famiglia e la rendita o i privilegi che ne conseguono, ciò che consente di creare ricchezza nel nuovo impianto è il profitto, ribaltando dunque le vecchie gerarchie sociali. Questi concetti ben si sposano con l'affermazione della Libertà così come sancita dalla Dichiarazione d'indipendenza degli Stati Uniti d'America (1776) e dalla Rivoluzione francese (1789), che determina la fine dell'*Ancien Régime* (Antico Regime).

La tendenza strutturale da parte del sistema economico imperante ad accumulare capitale e innovazione in maniera sempre maggiore è causa della crescita economica sostenuta. Il sistema economico non solo deve riprodursi, ma deve farlo in modo allargato, altrimenti entra in *crisi*. Per spiegare ciò si compie un paragone con un sistema economico del passato: in un'economia di tipo feudale quanto avviene nella sfera dell'economico è il risultato delle decisioni del principe. Con l'avvento del mondo capitalistico di produzione, invece, il momento economico diviene fine a sé stesso. È opinione comune che l'economia dovrebbe provvedere a soddisfare i bisogni dei soggetti che la compongono, tuttavia pensiamo al caso del piccolo imprenditore: egli produce e mette sul mercato dei prodotti non con l'obiettivo ultimo di soddisfare i bisogni dei consumatori, quanto per conseguire un profitto. Così in aggregato tutto ciò che viene prodotto e immesso sul mercato, anche se la pubblicità cerca di convincerci del contrario, non ha come scopo la soddisfazione dei nostri bisogni, ma viene fatto esclusivamente dai soggetti dal lato dell'offerta per potersi garantire un profitto. Tale profitto verrà poi reinvestito nella riproduzione del sistema: ecco che il capitalismo si configura come un sistema circolare (Schumpeter 1912)⁵. Le *crisi* sono elemento essenziale e strutturale per la riproduzione del sistema capitalista stesso; nel corso delle crisi le sue instabilità vengono affrontate e, facendo leva sui fattori che garantiscono la crescita, si crea una versione nuova di quel che è il capitalismo più adatta ad affrontare le sfide che la società si trova di fronte in un determinato momento storico. È così che il capitalismo ha dimostrato, seppure nella sua breve storia,

⁴L'accumulazione è il processo mediante il quale, in un'economia, si destina una parte di ciò che si produce all'accrescimento della capacità produttiva futura tramite l'investimento.

⁵ Joseph Alois Schumpeter, *Teoria dello sviluppo economico*, (Milano: Etas, 2002).

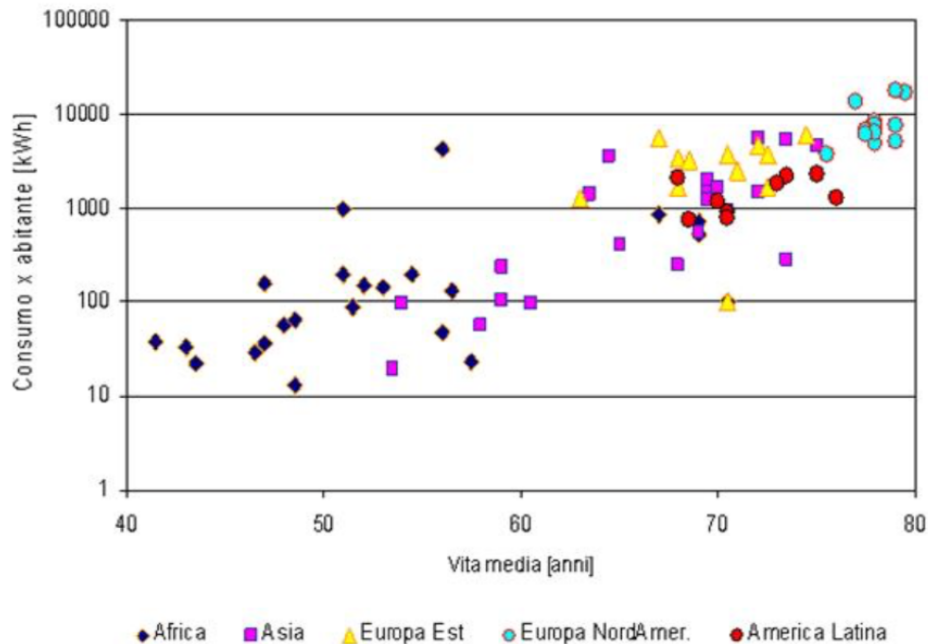
un'estrema duttilità. Nella seconda metà del XIX secolo la critica marxista aveva colto l'inappropriatezza del capitalismo così come era allora configurato e, ritenendolo solo una fase storica dell'intero processo di sviluppo, credeva che la lotta della massa proletaria sarebbe culminata con il sovvertimento del sistema capitalista e la pubblicizzazione dei mezzi di produzione. La duttilità del capitalismo si è manifestata anche sul piano della quantità e della varietà di Stati che lo hanno adottato come sistema di organizzazione dell'attività economica, essi, ragionando in un'ottica di divisione internazionale del lavoro, sono fortemente interconnessi in quanto parti di una grande economia capitalista globalizzata. In definitiva, l'affermarsi del sistema di organizzazione dell'attività economica capitalista ha segnato un vero e proprio punto di rottura del processo di sviluppo economico: le caratteristiche intime del capitalismo hanno garantito una crescita economica pressoché costante e la trasformazione da Economie rurali a Potenze industriali, che richiedono una grande quantità di energia per alimentarsi. La ricerca di crescita economica, conseguita attraverso l'aumento della produzione e dei consumi, ha rappresentato uno dei più grandi obiettivi dell'economia mondiale; essa ha potuto avere luogo anche grazie alla possibilità dello sfruttamento di risorse energetiche fossili.

c) A partire dalla metà del settecento ha avuto inizio una profonda trasformazione economica e sociale altrimenti nota come *rivoluzione industriale*. Essa è stata successivamente divisa in tre fasi e si è parlato di tre distinte rivoluzioni industriali che coprono l'intero arco di tempo compreso fra la prima metà del XVIII secolo e i giorni nostri⁶.

La trasformazione economica e sociale dei Paesi protagonisti del fenomeno di industrializzazione è stata garantita dalla possibilità di utilizzare maggiori risorse energetiche. Se una società primitiva in cui le risorse necessarie alla sopravvivenza dell'uomo erano quelle idriche, cibo e legname per il riscaldamento; queste non possono nemmeno lontanamente da sole garantire l'energia necessaria per alimentare una moderna economia industrializzata e sostenerne la crescita economica. La Figura 2 evidenzia una correlazione positiva fra il consumo energetico pro-capite e l'aspettativa media di vita, in altre parole, uno sfruttamento di maggiore quantità di energia è un importante causa di un innalzamento delle condizioni di vita. Le prime fonti di energia conosciute ed utilizzate sono quella eolica, la forza del vento per la navigazione fluviale e marittima e quella idraulica, risorse che oggi chiameremmo rinnovabili. È solo nel 1300 che il carbone inizia ad essere utilizzato dapprima come sostituto della legna da ardere e poi, grazie alla scoperta della macchina a vapore di Watt, il suo utilizzo viene incrementato con le nuove macchine che si sostituiscono alla forza animale ed in parte alla forza lavoro, fino a diventare la fonte energetica più importante della

⁶ Ennio De Simone, *Storia economica: Dalla rivoluzione industriale alla rivoluzione informatica* (Milano: Franco Angeli, 2014).

FIGURA 2 - CONSUMO ENERGETICO E ASPETTATIVA DI VITA



Fonte: Giorgio Capra; Sostenibilità energetica e scienza della sostenibilità (2016), su dati Key World Energy Statistics (2011)

prima e parte della seconda rivoluzione industriale. Le botteghe artigianali sono soppiantate dal gigantismo industriale delle prime fabbriche. La società si trasforma divenendo sempre più dipendente dal consumo delle materie prime energetiche necessarie per alimentare il funzionamento delle macchine di produzione. È così che inizia il connubio perfetto fra lo sviluppo industriale e le fonti fossili. L'estrazione del petrolio era invece cominciata negli Stati Uniti nel 1859, in un giacimento in Pennsylvania ma la sua affermazione come principale fonte di energia avviene lentamente tanto è vero che alla fine della Seconda guerra mondiale, sembrava che lo sviluppo industriale di una grande nazione dovesse basarsi ancora sul carbone. L'estrazione, la lavorazione, il trasporto e la distribuzione del petrolio e dei suoi derivati avevano fatto sorgere numerose attività connesse, che hanno uno sviluppo imponente nella seconda metà del ventesimo secolo.

L'introduzione del motore a scoppio incrementa le sue possibilità di applicazione e il petrolio comincia a rivaleggiare con il carbone nella produzione di elettricità e nel riscaldamento degli edifici. Il ramo della petrolchimica manifesta un tumultuoso sviluppo e consente di avere materiali plastici facili da lavorare e al contempo resistenti, permettendo la produzione di ingenti quantità di prodotti di largo consumo. L'utilizzo del petrolio come fonte primaria energetica riveste un ruolo di primo piano allora come oggi.

Le risorse fossili hanno dei grandi vantaggi che ne giustificano l'utilizzo capillare, esse sono "compatte", ovvero hanno un alto rapporto energia/volume, sono facilmente trasportabili e sono

facilmente immagazzinabili. Lo svantaggio chiaro è che attraverso la loro combustione si rimette nell'atmosfera CO₂ e altre sostanze che la natura aveva sottratto e stoccato in colossali giacimenti organici sotterranei. La quantità di CO₂, che è parte dei cicli biogeochimici naturali, rispetto al periodo preindustriale, è aumentata del 40%⁷.

In definitiva un modello di sviluppo consente di immaginare con quali strumenti l'umanità sarà in grado di fronteggiare le sfide di un pianeta terra che pare divenire “sempre più piccolo” in seguito al processo di globalizzazione. Ma allora il modello di sviluppo classico è in grado di portare alla risoluzione di una crisi ambientale che egli stesso ha generato? Prima di rispondere a questa domanda si compie una panoramica sul settore energetico odierno per capirne dimensioni, contorni e possibili scenari futuri.

1.2 Quadro statistico dello scenario energetico mondiale

Il settore energetico è causa di circa i due terzi di tutte le emissioni di gas serra di origine antropica⁸. L'attuale fabbisogno del sistema energetico mondiale ammonta a 13,6 miliardi di tonnellate equivalenti di petrolio (TEP), di cui l'81,5% proviene da fonti primarie di origine fossile quali il carbone, il petrolio e il gas metano. Tra il 1990 e il 2013 la domanda mondiale di energia primaria è aumentata del 55% e nel 2014 il consumo di energia finale ha avuto una espansione dello 0.7%, ma senza netti miglioramenti dell'efficienza energetica tale crescita sarebbe stata tre volte superiore⁹.

Lo scenario energetico attuale si mostra come complesso e frastagliato, popolato da economie industrializzate che sono state responsabili delle emissioni di gas inquinanti dalla seconda metà del diciottesimo secolo che oggi puntano a rendere efficienti i loro settori energetici e da economie in via di sviluppo. Quest'ultima categoria è composta da Paesi che ancora non riescono a garantire l'accesso all'energia elettrica a una parte della popolazione e da altri Paesi che si sono incamminati sulla strada dell'industrializzazione in modo spedito ed hanno oggi bisogno di una grande quantità di energia per sostenerlo. Tale classificazione è quella utilizzata a livello internazionale dalla United Nations Framework Convention on Climate Change (Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici), nota anche come Accordi di Rio: un trattato ambientale internazionale ratificato nel 1992 ed entrato in vigore nel 1995 che ha come obiettivo la stabilizzazione delle

⁷ IEA (International Energy Agency), *World Energy Outlook*, 2015.

⁸ IEA (International Energy Agency), *World Energy Outlook Special Report*, 2015.

⁹ IEA (International Energy Agency), *World Energy Outlook*, 2015.

concentrazioni atmosferiche dei gas serra ad un livello tale da prevenire interferenze antropogeniche pericolose con il sistema climatico terrestre. Ogni anno dalla sua entrata in vigore la convenzione quadro prevede conferenze delle parti (COP) per giungere a degli accordi di politica energetica internazionale. Tra i COP più importanti vi sono la COP-3 del 1997 in Giappone con la sottoscrizione del famoso Protocollo di Kyoto e la COP15 di Copenaghen del 2009, che viene ricordata come un fallimento per le difficoltà a trovare una politica energetica condivisa a livello internazionale per contrastare l'aumento di emissioni di gas serra. Proprio nella conferenza di Copenaghen si discuteva della fissazione di un tetto massimo per l'aumento della temperatura a lungo termine stabilito a due gradi Celsius (2°).

L'International Energy Agency (IEA), l'organizzazione internazionale intergovernativa fondata nel 1974 dall'OCSE, compiendo delle analisi sul futuro del settore energetico, distingue tre scenari principali che si differenziano per le loro assunzioni circa l'evoluzione delle politiche governative in materia di energia: lo «Scenario con nuove politiche», lo «Scenario con le attuali politiche»; e lo «Scenario 450 ppm»¹⁰.

**TABELLA 1: DOMANDA MONDIALE DI ENERGIA PRIMARIA
PER FONTI E SCENARI**

			Scenario con politiche attuali		Scenario con nuove politiche		Scenario 450 ppm	
	2000	2013	2020	2040	2020	2040	2020	2040
Carbone	2.343	3.929	4.228	5.618	4.033	4.414	3.752	2.495
Petrolio	3.669	4.219	4.539	5.348	4.461	4.735	4.356	3.351
Gas	2.067	2.901	3.233	4.610	3.178	4.239	3.112	3.335
Nucleare	676	646	827	1.036	831	1.201	834	1.627
Idroelettrico	225	326	380	507	383	531	384	588
Biomassa e rifiuti	1.023	1.376	1.537	1.830	1.541	1.878	1.532	2.331
Altre energie rinnovabili	60	161	296	693	316	937	332	1.470
Totale	10.063	13.559	15.041	19.643	14.743	17.934	14.308	15.197
Quota fonti fossili	80%	81%	80%	79%	79%	75%	78%	60%
Quota non-OCSE	46%	60%	63%	70%	63%	70%	63%	69%
Quota di CO ₂ (Gigatoni)	23,2	31,6	34,2	44,1	33,1	36,7	31,5	18,8

Fonte: IEA (World Energy Outlook, 2015)

¹⁰ IEA (International Energy Agency), *World Energy Outlook*, 2015.

Lo «Scenario con politiche attuali» prende in considerazione solo quelle misure che sono state adottate formalmente a partire dalla metà del 2015 e presuppone che queste politiche persistano in futuro immutate. Questo scenario, anche se improbabile da realizzare, è particolarmente utile per cogliere cosa potrebbe riservare il futuro energetico senza una decisa azione globale per combattere il cambiamento climatico.

Lo «Scenario con nuove politiche» incorpora invece le politiche e le misure che riguardano il panorama energetico adottate formalmente fino alla metà del 2015 e le politiche annunciate ma ancora non del tutto attuate. Queste politiche comprendono programmi per sostenere le energie rinnovabili e migliorare l'efficienza energetica, quelli per promuovere carburanti alternativi e veicoli meno inquinanti, i prezzi del carbonio, la riforma dei sussidi all'energia e l'introduzione, l'espansione o riduzione dell'utilizzo del nucleare.

Lo «Scenario 450 ppm» adotta un approccio diverso: si parte dall'adozione di un risultato specifico internazionale che consiste nel limitare l'aumento della temperatura globale futura a soli due gradi Celsius, il che presuppone che le concentrazioni di gas serra debbano essere stabilizzate nell'atmosfera a un livello di 450 parti per milione (450 ppm) di anidride carbonica ed illustra come questo possa essere realizzato.

Tre scenari sul futuro con impegni politici via via più onerosi che portano necessariamente a risultati diversi in termini di quantità e composizione della domanda di energia primaria per fonti al termine del periodo di proiezione. Così come è visibile nella tabella 1, in tutti i possibili scenari sul futuro esaminati emergono chiaramente due trend: 1) la domanda primaria mondiale aumenta a ritmo sostenuto e 2) la quota di fonti non rinnovabili rimane dominante nel mix energetico.

1) Le principali determinanti della domanda di energia primaria sono:

-Popolazione e demografia: secondo il Dipartimento di economia e degli affari sociali delle Nazioni Unite, «la popolazione mondiale dovrebbe crescere dello 0,9% l'anno in media, da 7,45 miliardi nel 2016 ai 9 miliardi nel 2040». L'aumento della popolazione mondiale è concentrato in Africa, India, Sud-Est asiatico e nel Medio Oriente. L'Africa sperimenterà in assoluto il più rapido tasso di crescita, con un conseguente raddoppio della sua popolazione nel 2040, quando il continente africano sarà popolato da circa 2 miliardi di abitanti. A metà degli anni 2020 l'India sorpasserà la Cina diventando il Paese più popoloso del mondo, nel 2040 poco meno di 1,6 miliardi di indiani abiteranno il pianeta. Allo stesso tempo un certo numero di Paesi vedranno cominciare a declinare il numero della loro popolazione, tra queste il Giappone, la cui popolazione nel 2040 sarà meno numerosa di quasi il 10% rispetto a quanto è oggi, la Corea, la Russia e la Germania. La

popolazione della Cina, dopo aver raggiunto un picco nel 2030 di quasi 1,5 miliardi di abitanti, comincerà lentamente a declinare da allora in poi.¹¹

Le popolazioni si concentreranno sempre di più nelle città, spingendo il tasso di urbanizzazione dal 53% sul totale registrato nel 2013 al 63% nel 2040. Tale fenomeno di inurbamento è importante perché tende a far aumentare la domanda di fonti di energia moderne e nelle città i livelli di reddito e di attività economica tendono ad essere più elevati.¹²

-La crescita del reddito e la distribuzione del reddito: l'attività economica costituisce un fattore fondamentale della domanda di energia. Sin dagli anni '70, la domanda primaria è cresciuta in linea con il PIL: tra il 1971 e il 2007, ogni aumento dell'1% del PIL (espresso in termini reali di parità di acquisto) è stato accompagnato da un aumento dello 0,7% del consumo di energia primaria (Bollino 2010). Prevedere con accuratezza l'ammontare della crescita del PIL mondiale non è possibile ma si stima che esso possa crescere ad un tasso medio annuo del 3,5% nel periodo che va dal 2013 al 2040, il che significa che si andrà espandendo più di due volte e mezzo¹³. A fare la parte del leone è l'India il cui tasso annuo medio di crescita è previsto intorno al 6.5% nel periodo di proiezione (2015-2040).

Le direzioni delle determinanti, crescita della popolazione e incremento dell'attività economica, si ripercuotono sulla domanda di energia primaria del futuro. La domanda globale di energia è destinata ad aumentare in tutti e tre gli scenari proposti dall'International Energy Agency anche se, nello «Scenario 450 ppm», la domanda di energia primaria globale aumenterebbe più lentamente (Tabella 1).

Tale domanda è spinta in larga parte dai paesi non-OCSE che vedono progressivamente aumentare la loro quota (Tabella 1). Fra i protagonisti principali della crescita della domanda futura vi sono due paesi, la Cina e l'India, che in modi diversi si stanno consolidando come player di primo piano nello scenario energetico mondiale.

L'India, come si è visto, è lo Stato la cui popolazione si prevede possa crescere più delle altre nel periodo di proiezione nello «Scenario con nuove politiche», vedendo il consumo di servizi energetici espandersi rapidamente fino al 2040. Il settore energetico offre un contributo fondamentale per gli obiettivi economici e sociali del paese, permettendo al suo fiorente settore industriale di avere l'accesso all'energia elettrica. L'India presenta allo stesso tempo un gran numero di abitanti, bassi livelli di consumo di energia pro capite e alti livelli di crescita economica, tutti

¹¹ United Nations, *World Population Prospects: The 2015 Revision*, 2015.

¹² IEA (International Energy Agency), *World Energy Outlook*, 2015.

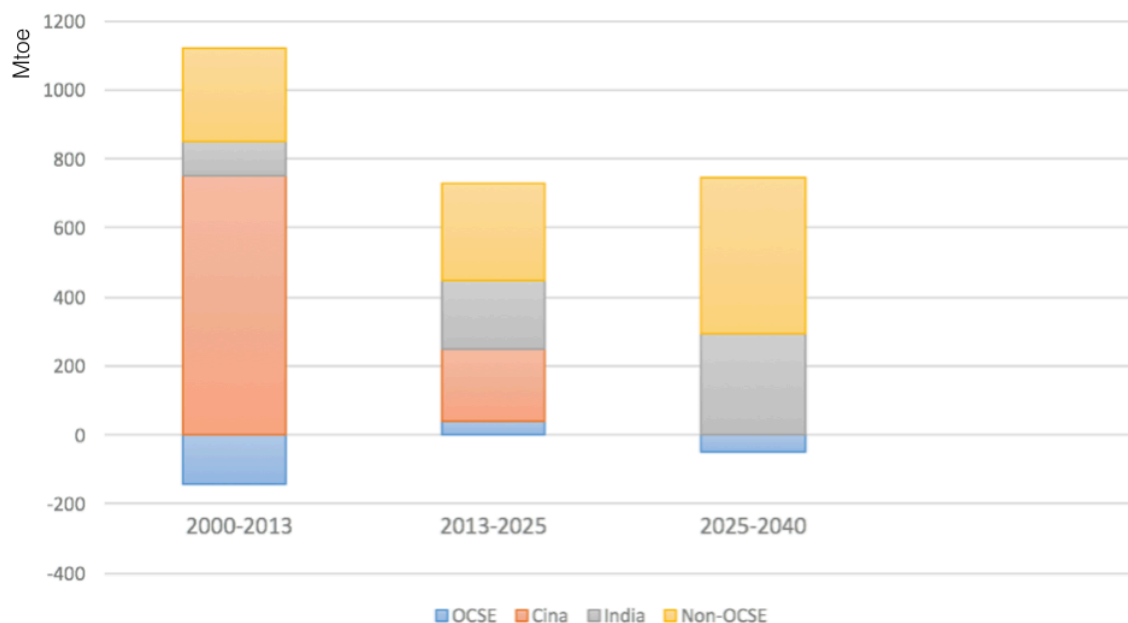
¹³ *Ibidem*

potenti fattori che servono a spingere in su la domanda di energia del 55% entro il 2025 rispetto al 2013.

Nell'economia cinese è invece in atto una profonda trasformazione e la conseguente entrata in una nuova fase del suo processo di sviluppo, così fa anche il suo settore energetico, con implicazioni nazionali e globali. Il passaggio da un'economia improntata sulle esportazioni e sulla crescita ad un sistema economico più focalizzato sui consumi interni sta diventando sempre più chiaro, così come lo sono gli effetti delle politiche energetiche e ambientali annunciate negli ultimi anni. Questa transizione economica comporta un rallentamento del tasso di crescita economica (da una media del 10% all'anno negli ultimi due decenni , a circa il 7 % di questo decennio e il 5% stimato per il prossimo)¹⁴. A sua volta, la crescita della domanda di energia cinese rallenta trascinata dal rallentamento della crescita della domanda di energia industriale¹⁵. Il motore della crescita si allontana dalle industrie pesanti e il settore elettrico diventa più importante nel definire le tendenze della domanda di energia del paese.

Il processo di sviluppo che in questi anni sta riguardando le due potenze asiatiche suggerisce un'evidenza empirica riguardo alla relazione fra sviluppo economico e inquinamento delle Nazioni che intraprendono un percorso di industrializzazione.

FIGURA 3 - CAMBIAMENTI NEL CONSUMO DI ENERGIA MONDIALE NEL SETTORE INDUSTRIALE NELLO «SCENARIO CON NUOVE POLITICHE »



Fonte: IEA (World Energy Outlook, 2015)

¹⁴ IEA (International Energy Agency), *World Energy Outlook*, 2015.

¹⁵ *Ibidem*

Tale relazione è nota al mondo accademico come Curva di Kuznets ambientale, dal nome dell'autore che ne teorizzò l'esistenza nel 1955, la quale presenta un andamento a U rovesciata fra il reddito pro capite e l'inquinamento pro capite. I Paesi più poveri e quelli più ricchi hanno un ambiente relativamente salubre, mentre i Paesi con reddito-medio sono i più inquinati. L'India e molti dei Paesi non-OCSE, in uno scenario di divisione internazionale del lavoro, tenderanno a rafforzare il settore industriale e di conseguenza ad aumentare il consumo di fonti fossili meno costose per rendere competitive le loro merci e l'export (Figura 3). La Cina invece tenderà a stabilirsi sul settore discendente della curva di Kuznets ambientale, dove si trovano i Paesi che sono in una fase *post-industriale* del loro processo di sviluppo, riducendo il livello di inquinamento pro-capite.

2) Il secondo trend risultante dalle previsioni sul futuro dello scenario energetico è il mantenimento di una posizione dominante delle risorse fossili nel mix energetico durante il periodo di analisi. Le risorse energetiche fossili, sebbene molto diffuse in alcune zone della terra, non sono infinite e questo comporta notevoli implicazioni in ambito economico ed ecologico. Nel 1956 il geofisico americano Marion King Hubbert (1903-1989) dimostrò come la produzione di petrolio mondiale segue l'andamento di una campana: dall'inizio delle trivellazioni fino al livello massimo estraibile o picco di produzione ci sarà un periodo caratterizzato da un andamento crescente di petrolio a livello mondiale. La popolarità dell'intuizione di Hubbert è dovuta all'esattezza (empirica) delle previsioni sul picco di produzione di petrolio americano, che venne collocato intorno al 1970. Se la previsione del picco di produzione americana di petrolio è risultata corretta, con una produzione pari a 9,637 migliaia di barili al giorno nel 1970, l'andamento tipico della "campana di Gauss" non si è verificato. Dopo un graduale calo della produzione americana di petrolio culminata con le 5,077 migliaia di barili al giorno nel 2007, un incremento imponente della produzione è avvenuto negli ultimi anni grazie all'utilizzo di nuove tecniche estrattive: la produzione americana nel 2014 è stata pari a 9,415 migliaia di barili al giorno, un livello di poco inferiore a quello ottenuto nel 1970¹⁶.

Per immaginare uno scenario futuro del settore energetico possiamo allora cercare di quantificare le riserve di petrolio, carbone e gas naturale ad oggi disponibili per soddisfare la crescente domanda attesa di energia primaria.

Al 2013 le riserve accertate di petrolio sono stimate in circa 1,3 trilioni di barili; esse sono concentrate in alcuni Paesi: il solo Medio Oriente ne possiede il 48%, il Centro e Sud America circa il 20% (il 18% delle riserve mondiali di petrolio si trova in Venezuela), il Nord America il 13%, la

¹⁶ U.S. Energy Information Administration, "U.S. Field Production of Crude Oil", ultima consultazione 25 settembre 2016, <https://www.eia.gov/petroleum/data.cfm#crude>.

Russia e l'Asia centrale il 7%, l'Africa l'8%, l'Asia Pacifica il 3%, mentre l'Europa detiene solo l'1% delle riserve mondiali di petrolio¹⁷. A livello globale le riserve accertate sono aumentate modestamente a partire dal 1990, nonostante la crescita dei consumi. Il rapporto globale riserve su produzione (R/P), basato sui livelli di consumo del 2013 è nell'ordine di 40 a 45 anni. Ma il periodo sarà esteso poiché vi sono *risorse*, quei volumi che devono essere bene quantificati o che presentano difficoltà tecniche o sono costosi da estrarre, che grazie allo sfruttamento di nuove tecnologie saranno convertite con successo in riserve di petrolio¹⁸.

Per quanto riguarda il gas naturale le sue riserve sono stimate in circa 220.000 miliardi di metri cubi (TCM), l'equivalente di circa 1,4 miliardi di barili di petrolio e il suo rapporto riserve/produzione è nell'ordine di 61 anni.

Anche per quanto riguarda il metano, a causa della eterogeneità delle formazioni rocciose eventuali riserve dette “non convenzionali” (ossia non sfruttabili economicamente con le attuali tecnologie), sono molto difficili da valutare.

Le riserve di carbone infine sono elevate e distribuite in linea di massima in tutto il mondo con riserve accertate di carbone stimate in 730 gigatoni (Gt) (circa 3,6 miliardi di barili di petrolio equivalente)¹⁹.

Alla domanda: «Per quanto basteranno i combustibili fossili»? È difficile dare una risposta. La quantità domandata di petrolio, gas naturale e carbone attuale dipende dal prezzo sul mercato internazionale delle *commodities* oggi, che influenza a sua volta la quantità e il prezzo prodotti e consumati in futuro. Consumare infatti una grande quantità di risorse fossili oggi, ad un determinato prezzo, fa sì che per effetto della scarsità della risorsa, in futuro i prezzi salgano e la domanda diminuisca necessariamente²⁰. Una stima certamente solo indicativa può essere fornita in base ai rapporti riserve/produzione precedentemente introdotti, secondo i quali le riserve dichiarate sarebbero in grado di offrire petrolio, gas naturale e carbone rispettivamente per 40, 61 e 200 anni.

¹⁷ ENI, *World Oil & Gas Review*, 2014.

¹⁸ L'indicatore R/P esprime il rapporto fra le riserve note di un certo idrocarburo (R) e la produzione (P) dell'idrocarburo stesso in un determinato momento e viene espresso in anni. Tale rapporto però fornisce una stima non precisa sulla possibilità futura di sfruttamento dell'idrocarburo. Prendiamo in esame l'R/P del petrolio, in base alle serie storiche fornite dalla US EIA (Energy Information Administration), scopriamo che il rapporto riserve su produzione in un anno preso come riferimento, il 1986, era pari a 31.1 anni; il rapporto nel 2014 era invece pari a 48 anni. Dal 1986 tale rapporto non solo non si è ridotto, ma è cresciuto grazie alla trasformazione di risorse in riserve petrolifere - U.S. Energy Information Administration, “International Energy Statistics”, ultima consultazione 25 settembre 2016, <http://www.eia.gov/countries/>.

¹⁹ IEA (International Energy Agency), *Resource to Reserve: Oil, Gas and Coal Technologies for the Energy Markets of the Future*, 2013.

²⁰ Subhes C. Bhattacharyya, *Energy Economics: Concept, Issues, Markets and Governance* (New York: Springer, 2011).

Il caso dell'andamento della produzione americana di petrolio dimostra però l'inefficacia dell'indicatore riserve/produzione di un idrocarburo per stimare quanto ancora sarà ancora utilizzabile il petrolio. Una forte volontà politica di affrancarsi dal gioco al rialzo dei Paesi esportatori sul prezzo del petrolio, che aveva aggravato la crisi finanziaria Statunitense nel 2008, ha portato all'implementazione di moderne tecniche di estrazione dello shale oil, ovvero il petrolio non convenzionale contenuto in *scisti bitumosi*. Piuttosto che chiedersi per quanto basteranno i combustibili fossili, la domanda da porsi, allo stato attuale delle cose, pare piuttosto essere: «Fino a quando si avrà la volontà politica di investire in nuove tecnologie per ridurre il costo di estrazione di idrocarburi piuttosto che investire nel sussidio e nello sviluppo di fonti energetiche a zero emissioni»?

1.3 *Il circolo vizioso: il rapporto fra energia, crescita ed ambiente*

Il modello di sviluppo classico, di cui si è tentato di descrivere caratteristiche e contorni quantitativi, ha portato a vivere «La situazione in cui un qualunque tentativo di risolvere una crisi contrasta con la soluzione delle altre: il controllo dell'inquinamento limita le fonti energetiche utilizzabili, mentre il risparmio dell'energia ha un prezzo elevato», così come rilevato dal biologo e politico statunitense Barry Commoner (1917-2012). È solo con l'avvento dei due shock petroliferi nel 1973 e 1979, in seguito rispettivamente alla guerra dello Yom Kippur e alla Rivoluzione Iraniana, che il mondo si scopriva tanto interconnesso quanto dipendente da una fonte energetica, il petrolio, proveniente in grande misura da zone politicamente poco stabili. A dicembre del 1973 il prezzo del petrolio nel mercato mondiale schizzava da 3 a 11,65 dollari al barile: improvvisamente i problemi energetici si trasformavano in problemi di inflazione e disoccupazione.

Un anno prima nel 1972 il “Club di Roma”, un'associazione non governativa fondata nel 1968 che intende essere una sorta di cenacolo di pensatori dediti ad analizzare i cambiamenti della società contemporanea, attirava l'attenzione dell'opinione pubblica con “The Limits to Growth” (Limiti allo Sviluppo), altrimenti noto come Rapporto Meadows. La conclusione a cui giungeva tale Rapporto era che se l'allora tasso di crescita della popolazione, di industrializzazione, di inquinamento, della produzione di cibo e dello sfruttamento delle risorse sarebbero rimasti inalterati, i limiti dello sviluppo su questo pianeta sarebbero stati raggiunti in un momento imprecisato entro i successivi

cento anni²¹. Per gli autori del Rapporto, il sopraggiungimento dei limiti di sviluppo sul pianeta portano ad un declino improvviso ed incontrollabile della popolazione e della capacità industriale. Questa prospettiva è certamente controcorrente e mette in luce la necessità di porre sotto una lente critica il modello di sviluppo classico che appare essere entrato in un *circolo vizioso*. Possiamo analizzare tale situazione considerando due relazioni: a) da un lato la crescita economica, tanto auspicata dai governi e dall'opinione pubblica, dipende strettamente dalla produzione e dal costo delle risorse non rinnovabili ed in particolare del petrolio (dalla Tabella 1 si apprende che la quota di domanda primaria totale soddisfatta dal petrolio è del 31.1%); b) allo stesso tempo, una crescita spedita dell'economia, sospinta dal consumo di una grande quantità di risorse fossili, presenta una importante pressione da parte delle attività economiche sull'ambiente.

1.3.1 *Il rapporto fra fonti energetiche fossili e crescita economica: il modello di Stevens.*

Jeremy Rifkin (2013), interrogandosi provocatoriamente su quale potrebbe essere il nome con il quale la nostra civiltà verrà ricordata, propone il nome di “età del petrolio”. Non va così distante dalla realtà se pensiamo agli effetti che portano in dote modificazioni delle quantità prodotte di petrolio sull'attività economica. Un modo semplice per capire l'andamento dei prezzi nel mercato dell'idrocarburo più importante nell'attuale mix energetico mondiale, il petrolio, è proposto da Stevens (1995), (1996).

La curva di domanda di petrolio ha tre segmenti: è altamente anelastica per una vasta gamma di prezzi, con un certo segmento elastico a prezzi molto bassi e molto alti (Figura 4). Ciò si verifica a causa dell'alta intensità di capitale degli apparecchi utilizzati per il consumo di petrolio²².

A prezzi molto alti, si stimolerebbe la ricerca di fonti energetiche sostitute rendendo la domanda elastica; allo stesso modo, a prezzi molto bassi il petrolio dovrebbe agire da sostituto di altri combustibili e quindi presentare una maggiore elasticità della domanda.

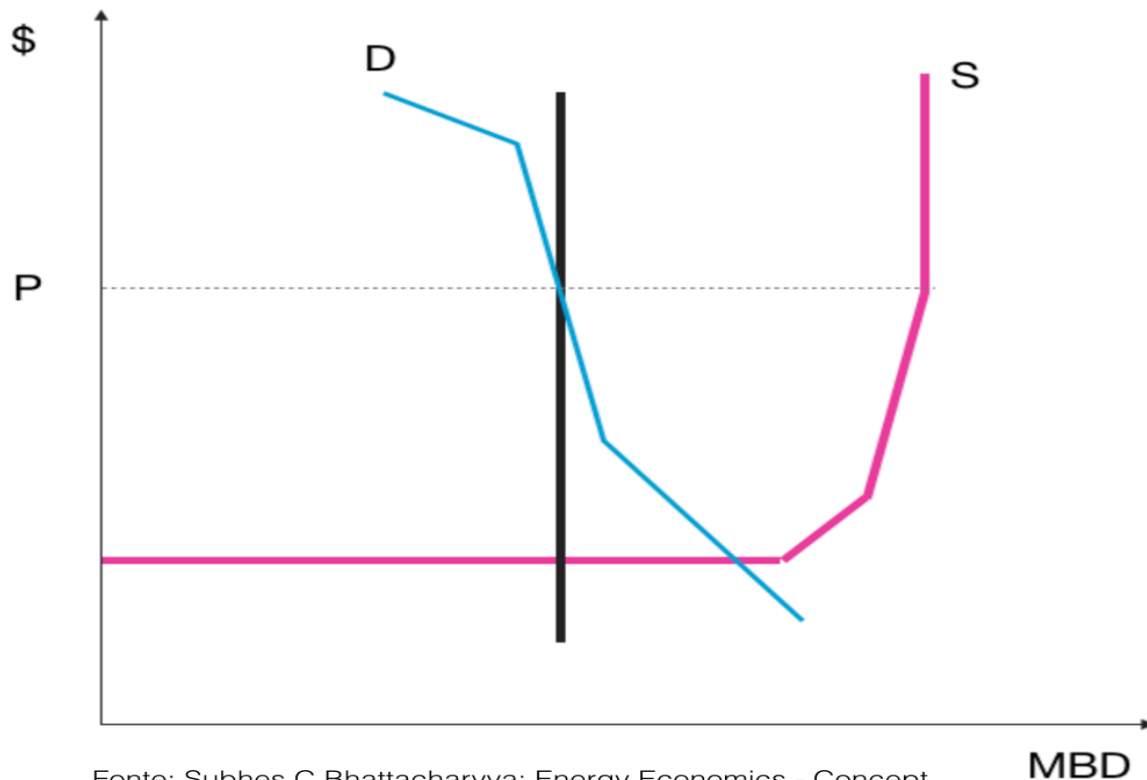
Analogamente la curva di offerta ha un segmento a basso costo marginale, seguito da un segmento con costo crescente. Il segmento orizzontale rappresenta il basso costo marginale della fornitura di

²¹D.H Meadows et al., *The Limits to Growth: A Report for The Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind* (New York: Universe Book, 1972).

²² Bhattacharyya C. Subhes, *Energy Economics: Concept, Issues, Markets and Governance*, (New York: Springer, 2011).

petrolio. Il segmento verticale della curva di offerta rappresenta la variazione del costo marginale dovuto alla capacità fissa (o il vincolo di capacità) in un dato momento²³.

FIGURA 4 - MERCATO INTERNAZIONALE DEL PETROLIO



Fonte: Subhes C. Bhattacharyya; *Energy Economics - Concept, Issues, Markets and Governance* (2011)

Se il mercato fosse competitivo l'incontro fra la domanda e l'offerta porterebbe ad un prezzo di equilibrio di mercato basato sui costi marginali. Ma, come abbiamo visto nel Paragrafo 1.1, i Paesi fornitori di petrolio sono pochi e sfruttano il loro potere contrattuale tentando di regolare il prezzo e di controllare il livello di produzione.

Questo semplice modello può essere utilizzato per spiegare i movimenti di prezzo nel mercato del petrolio e le sue implicazioni sull'economia globalizzata. Un basso livello di prezzi, come quello che si manifesta dal dicembre del 2014 (da quando non si è mai superati i 60\$ al barile), porta inevitabilmente ad un incremento della produzione e del consumo di greggio che influiscono positivamente sul PIL delle economie mondiali. La curva di domanda di petrolio trasla dunque verso destra; ma tale prezzo induce a pensare che le riserve possano esaurirsi più rapidamente, portando il settore orizzontale della curva di offerta a ridursi ed inevitabilmente a far crescere nel futuro prossimo il prezzo di equilibrio. Gli scenari sul futuro del prezzo del petrolio e degli idrocarburi in generale non sono chiari, ricordando il peso che le fonti energetiche hanno nel mix

²³ Bhattacharyya C. Subhes, *Energy Economics: Concept, Issues, Markets and Governance*, (New York: Springer, 2011).

energetico attuale e nelle previsioni al 2040 compiuti dall'International Energy Agency, l'81% sul totale del fabbisogno di energia primaria nel 2013 e il 75% del totale nel 2040 nello «Scenario con nuove politiche», i rapporti ora messi in luce fanno bene intendere quanto la crescita economica delle economie della prima metà del ventunesimo secolo dipenda intimamente dalle fonti energetiche fossili.

1.3.2 *Gli studi di Brock e Taylor e il rapporto fra attività economica e l'ambiente*

Allo stesso tempo, una crescita spedita dell'economia, sospinta dal consumo di una grande quantità di risorse fossili, presenta una forte pressione delle attività economiche sull'ambiente. Le determinanti della pressione delle attività economiche sull'ambiente sono state bene messe in luce dagli studi di Brock e Taylor del 2004, essa dipende da tre fattori:

- dalla crescita in scala delle attività economiche;
- dalla struttura produttiva;
- dallo sviluppo della tecnologia che definisce l'impatto sull'ambiente delle diverse attività economiche.

La crescita in scala delle attività economiche dipende dalla crescita demografica e dalla crescita del prodotto pro-capite. I cambiamenti nella struttura produttiva dipendono essenzialmente dalla evoluzione della struttura della domanda, mentre le dinamiche dei coefficienti di impatto ambientale settoriali dipendono dalla dinamica del progresso tecnologico nei diversi settori produttivi²⁴. Nello «Scenario con politiche attuali», nello «Scenario con nuove politiche» e anche nello «Scenario 450 ppm», la crescita demografica e quella del prodotto pro-capite hanno luogo, soprattutto grazie all'apporto di paesi come la Cina e l'India che hanno imboccato un imponente processo di industrializzazione in tempi recenti. Un volume più elevato di attività economica comporta un incremento nel livello aggregato di consumo di risorse fossili e nel livello di inquinamento, fino al momento in cui tale tendenza si inverte grazie a cambiamenti strutturali che permettono di ridurre in modo più che proporzionale il consumo di risorse e l'intensità di inquinamento per output, attraverso, ad esempio, una forte decrescita del livello di consumo energetico pro-capite. Infine per quanto attiene il progresso tecnologico, Brock e Taylor individuano un effetto positivo sull'ambiente che si manifesta nella riduzione dei coefficienti settoriali di impatto ambientale per unità di prodotto; ma vi è anche un progresso tecnologico che porta ad effetti negativi sull'ambiente che si manifesta in un aumento della produttività del lavoro

²⁴ William A. Brock M. Scott Taylor, *Economic Growth and The Environment: A Review of Theory and Empirics*, NBER Working Paper n. 10854, 2004.

che agisce negativamente sull'ambiente perché accresce l'effetto di scala attraverso l'aumento del reddito pro-capite²⁵.

La conclusione a cui si giunge è che il concetto di crescita e quello di sviluppo economico, continuando a ragionare secondo i parametri del tradizionale modello di sviluppo, sono destinati ad essere sempre meno positivamente correlati e che «nella nostra società tecnologica ogni passo avanti rende l'uomo insieme più impotente e più forte, che ogni nuovo potere acquisito sulla natura sembra essere un potere sull'uomo stesso»²⁶.

Questo perché la quantità limitata di risorse naturali non rinnovabili e la velocità di rigenerazione della biosfera per le risorse rinnovabili viene ignorato dal modello di sviluppo tradizionale.

La crisi economica che ha coinvolto i mercati finanziari dall'agosto del 2007 ha determinato il manifestarsi di due approcci contrapposti di fronte ai problemi ambientali.

Alcuni economisti ritengono che «le esigenze della ripresa economica debbano rilegare i problemi ambientali del tutto in secondo piano; i problemi della qualità dell'ambiente vengono considerati come un bene di lusso: li si riprenderà in mano quando la crisi sarà superata e l'economia mondiale avrà ricominciato a crescere» (Musu 2009).

Altri economisti invece ritengono che le strategie di ripresa economica possano rappresentare una grande opportunità per il rilancio di una "green economy" e l'emergere di una prospettiva di sviluppo economico che sia compatibile e non in contrasto con la preservazione dell'ambiente²⁷.

In definitiva se la grande sfida che il capitalismo ha dovuto superare a metà del secolo XX è stata l'antinomia fra capitale e lavoro in senso Marxista, risolta con politiche di welfare con la nascita di un modello di sviluppo che fosse in grado di garantire un livello maggiore di condizioni di vita alle classi lavoratrici, la sfida di metà del secolo XXI non può che essere la sfida energetica, attraverso un superamento del modello di sviluppo tradizionale a vantaggio di un nuovo modello di sviluppo sostenibile.

²⁵ William A. Brock M. Scott Taylor, *Economic Growth and The Environment: A Review of Theory and Empirics*, NBER Working Paper n. 10854, 2004.

²⁶ D.H Meadows et al., *The Limits to Growth: A Report for The Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind* (New York: Universe Book, 1972).

²⁷ Ignazio Musu, *Green Economy: grande speranza o grande illusione?* Nota di Lavoro, Dipartimenti di Scienze Economiche Università Ca'Foscari di Venezia, n. 08, 2009.

CAPITOLO 2

La costruzione di un nuovo paradigma sostenibile

2.1 *La questione della sostenibilità*

“Conosco la meta, mi è sconosciuta la via”, così si esprime Kafka nell’opera “Aforismi di Zürau” pubblicata postuma nel 1946, così appare delinearsi lo scenario energetico futuro del pianeta²⁸. Il raggiungimento di quello che chiamiamo un *nuovo paradigma sostenibile* è infatti condizione necessaria e sufficiente affinché lo sviluppo economico possa continuare ad avere luogo nella misura in cui si manifesta da oltre tre secoli. Il circolo vizioso che si è instaurato fra energia, ambiente ed economia, impone degli obiettivi volti ad ottenere il massimo disaccoppiamento tra la crescita economica, l’impatto ambientale e lo sfruttamento delle risorse. Utilizzando la definizione classica di sviluppo sostenibile fornita dal Rapporto Brundtland del 1987, «Lo Sviluppo sostenibile è uno sviluppo che garantisce i bisogni delle generazioni attuali senza compromettere la possibilità che le generazioni future riescano a soddisfare i propri».

Molti studiosi, evidenziando come la locuzione sviluppo economico costituisca un ossimoro, sostengono che il modo migliore per garantire la costruzione di un nuovo paradigma sostenibile consista in una «non crescita» o «decrescita felice». Approcci di questo tipo, sfociando in una sorta di “ecosocialismo”, ambiscono alla costituzione di una società non più basata sul consumo, sulla competizione, sull’ossessione del lavoro e sull’efficientismo ma, al contrario, sulla valorizzazione della vita sociale, la collaborazione, il piacere del tempo libero e del gioco e la ricerca del bello, in cui l’uomo sostituisce l’atteggiamento del predatore che vede la natura come un qualcosa di cui approfittare e saccheggiare²⁹. Tali teorie si pongono più come una critica all’imperante modello di sviluppo economico piuttosto che delineare un contesto economico sostenibile. Il problema è, non tanto (o non solo) se sia garantita la sopravvivenza del genere umano in un futuro remoto, ma il modo in cui realizzare un nuovo periodo di sviluppo che sia in grado di garantire una migliore

²⁸ Franz Kafka; *Aforismi di Zürau*, a cura di Roberto Calasso (Milano: Adelphi, 2004).

²⁹ Serge Latouche, *Breve trattato sulla decrescita serena* (Torino: Bollati Boringhieri, 2007).

qualità della vita, un'efficiente distribuzione del reddito, il rispetto dell'ambiente e delle generazioni future «facendo scomparire le differenze concettuali fra sviluppo e sviluppo sostenibile»³⁰.

La sostenibilità può essere considerata come un palazzo in costruzione: si deve preventivamente analizzare la solidità del terreno per garantire stabilità e sicurezza al futuro edificio. Il terreno su cui costruire uno studio dello sviluppo sostenibile è composto da molteplici elementi stratificati e inscindibili tra loro, alla maniera degli strati minerali che compongono la roccia³¹. Ma allora come raggiungere concretamente un paradigma sostenibile? Esso si compone di un mix di risorse rinnovabili, efficienza e risparmio energetico e modifica dello stile di vita³². È impossibile pensare a soluzione del tipo “One fix all” per il tema energetico vista la numerosità e la diversità dei soggetti in campo e soprattutto per la qualità delle decisioni di tipo economico, politico e sociale: per risolvere la questione della sostenibilità occorrono azioni da parte dei soggetti protagonisti delle decisioni ambientali per raggiungere l'obiettivo di un paradigma sostenibile. Assumendo l'inquinamento come un fenomeno di natura antropologica è naturale pensare ad un nuovo approccio all'utilizzo delle risorse naturali da parte dei singoli soggetti *inquinatori*. Ma il livello di analisi non è limitato ai singoli soggetti se questi, all'interno dell'organizzazione societaria ammettono la legittimità di uno Stato che governa ed esercita il potere sovrano. Inoltre, in un'economia globalizzata e interdependente come quella attuale, le decisioni di uno Stato hanno profonde implicazioni su di un Altro; emerge dunque la necessità sempre maggiore di cooperare a livello internazionale tramite accordi politici o tramite unioni politiche e monetarie, così come avvenuto in Europa con la costituzione dell'Unione Europea nel 1992. Tre livelli di analisi dunque che corrispondono ai livelli di organizzazione sociale che hanno voce in capitolo sulla costruzione di uno sviluppo sostenibile: quella del singolo soggetto o locale, quella nazionale e quella internazionale.

2.2 Politica energetica a livello nazionale: evoluzione e sviluppi

La costruzione di un nuovo paradigma sostenibile e il contrasto all'inquinamento ambientale deve realizzarsi attraverso una politica energetica nazionale. Questo perché la materia dell'ambiente

³⁰ Gianluca Senatore, *Storia della sostenibilità: Dai limiti della crescita alla genesi dello sviluppo* (Milano: Franco Angeli, 2013).

³¹ Ibidem

³² Stefano Agnoli, Giancarlo Pireddu, *Il prezzo da pagare* (Milano: Baldini Castoldi Dalai, 2008).

offre un campo di osservazione ideale per chi voglia istruirsi per le più classiche cause di insuccesso della *mano invisibile*.

L'ambiente è per sua natura un bene a fruizione inevitabilmente condivisa e le singole componenti fisiche dell'ambiente naturale, così come la biosfera o gli ecosistemi in generale, con i servizi che mettono a disposizione, presentano connotati di indivisibilità³³. Le caratteristiche di *non rivalità* e *non escludibilità* sono quelle tipiche di un bene la cui presenza sul mercato costituisce una fonte di *fallimento di mercato*: il bene pubblico (Samuelson 1954)³⁴. Anche volendo adottare la visione economica più liberista concepibile (una visione che nel capitolo 1 si è definito ultraliberista) si ammette che, in presenza di fallimenti di mercato, l'allocazione dei beni e dei servizi ottenuta tramite il libero mercato non è efficiente, cioè ci sono altre soluzioni per incrementare il benessere di alcuni partecipanti senza ridurre quello di alcun altro³⁵.

Un'altra forma di fallimento di mercato che interessa copiosamente il panorama energetico attuale è il concetto di esternalità per il quale si intende un effetto negativo (o positivo) non intenzionale di un'attività comunque legittima (Mishan, 1971); quando l'attività di produzione o di consumo di un soggetto influenza, negativamente (o positivamente), il benessere di un altro soggetto, senza che quest'ultimo riceva una compensazione (nel caso di impatto negativo) o paghi un prezzo (nel caso di impatto positivo) pari al costo o al beneficio sopportato/ricevuto (Baumol e Oates, 1988). Una *esternalità positiva* produce un beneficio marginale esterno ottenuto dalla differenza fra la valutazione marginale sociale del bene che fa scaturire la condizione di esternalità e la valutazione marginale privata da parte del soggetto che la pone in essere; simmetricamente una *esternalità negativa* produce un costo marginale esterno ottenuto dalla differenza fra costo marginale sociale e costo marginale privato. In Tabella 2 sono riportate, per la produzione elettrica di diversi paesi appartenenti all'Unione Europea, una stima delle esternalità monetizzate associate alle diverse fonti energetiche: il danno ambientale associato al ciclo del gas, a quello del petrolio e a quello del carbone sono compresi, rispettivamente, tra 1-4, 3-11 e 3-15 centesimi di euro per kWh, valori

³³ Paolo Dell'Anno, *Trattato di diritto dell'ambiente*, a cura di Paolo Dell'Anno e Eugenio Picozza, vol.1 (Milano: CEDAM, 2012).

³⁴ Per "non rivalità" nel consumo si intende il fatto che la fruizione di beni pubblici da parte di un altro individuo non è incompatibile. Per "non escludibilità" nel consumo si intende invece che un bene pubblico presenta l'impossibilità di escludere altri individui dalla fruizione del bene. - Paolo Bosi, *Corso di scienza delle finanze*, (Bologna: Mulino, 2015).

³⁵ Il mercato fallisce se per qualche ragione non è possibile sfruttare la possibilità di raggiungere, attraverso lo scambio, posizioni Pareto efficienti. Le esternalità e i beni pubblici non sono le uniche cause che determinano un fallimento di mercato, altre cause sono da attribuire a presenza sul mercato di asimmetria informativa o la sussistenza di un monopolio. - Paolo Bosi, *Corso di scienza delle finanze*, (Bologna: Mulino, 2015).

decisamente più alti rispetto alle altre fonti energetiche.

**TABELLA 2 - ESTERNALITÀ DELLA PRODUZIONE ELETTRICA PER DIVERSE TECNOLOGIE
(cent €/kWh)**

PAESE	CARBONE E LIGNITE	TORBA	PETROLIO	GAS	NUCLEARE	BIOMASSA	IDROELETTRICO	SOLARE	EOLICO
Austria				1-3		2-3	0,1		
Belgio	4-15			1-2	0,5				
Danimarca	4-7			2-3		1			0,1
Finlandia	2-4	2-5				1			
Francia	7-10		8-11	2-4	0,3	1	1		
Germania	3-6		5-8	1-2	0,2	3		0,6	0,05
Grecia	5-8		3-5	1		0-0,08	1		0,25
Irlanda	6-8	3-4							
Italia			3-6	2-3			0,3		
Norvegia				1-2		0,2	0,2		0-0,25
Paesi Bassi	3-4			1-2	0,7	0,5			
Portogallo	4-7			1-2		1-2	0,03		
Regno Unito	4-7		3-5	1-2	0,25	1			0,15
Spagna	5-8			1-2		3-5*			0,2
Svezia	2-4					0,3	0-0,07		

* biomassa bruciata insieme a lignite

Fonte: European Commission (External Costs: Research results on socio-environmental damages due to electricity and transport), 2003.

Ecco che la figura dello Stato risulta essenziale per garantire l'efficienza allocativa in presenza di esternalità negative (e positive). Lo Stato può agire attraverso l'emanazione di strumenti economici di controllo dell'inquinamento (imposte Pigouviane, permessi negoziabili d'inquinamento)³⁶ o attraverso forme di regolazione che consentono di internalizzare le esternalità (Coase 1960)³⁷. Se dunque le risorse naturali e ambientali sono presenti sul mercato con il loro giusto prezzo (ovvero con tutte le forme di costo privato e sociale legate allo sfruttamento delle risorse incluse nel prezzo di mercato) l'output totale che risulta dal libero commercio è prodotto anche al minor costo ambientale, massimizzando il benessere sociale. Tale ragionamento ci porta a

³⁶ Una tassa Pigouviana è un'imposta per unità di prodotto, a carico del soggetto produttore di esternalità. L'aliquota ad esso applicata è determinata dall'ammontare del danno marginale misurato in corrispondenza dell'allocazione socialmente efficiente.

³⁷ Il teorema di Coase prevede che se le parti coinvolte possono negoziare senza costi di transazione l'allocazione delle risorse, qualunque sia la distribuzione iniziale dei diritti, possono negoziare un accordo che porta ad un risultato efficiente per entrambi. - Ronald Harry Coase, *The Problem of Social Cost*, Vol. 3 in *Journal of Law and Economics*, (Chicago: The University of Chicago Press, 1960).

pensare che se le risorse fossili comportano maggiori esternalità negative, come dimostrano i dati della Tabella 3, il raggiungimento di un'economia "decarbonizzata" possa essere garantito attraverso l'utilizzo di una tassa Pigouviana che incentivi l'utilizzo di nuove risorse energetiche piuttosto che risorse fossili inquinanti. Il gettito prodotto da tale tassa potrebbe infine essere reinvestito per sostenere nuovi investimenti nello sviluppo di risorse non inquinanti. L'ammontare della tassa dovrebbe essere pari al costo marginale sociale, che equivale a tassare l'inquinamento associato a tali fonti: così facendo gli utilizzatori di fonti fossili sostituirebbero il loro uso con quello di fonti poco inquinanti. Il gettito prodotto da tale tassa potrebbe infine essere reinvestito per sostenere nuovi investimenti nello sviluppo di risorse non inquinanti. Le difficoltà relative a questa soluzione risiedono però nella difficoltà nel dare una valutazione quantitativa precisa del danno marginale³⁸. Il ragionamento svolto in precedenza è utile capire qual'è il vero elemento cruciale per la sostenibilità: l'investimento. Esso, a livello nazionale, incide in modo cruciale sui tre elementi che compongono il mix di nuove risorse: le risorse rinnovabili, l'efficienza energetica e la modifica dello stile di vita.

2.2.1 Costi e incentivi delle risorse rinnovabili

L'energia rinnovabile è considerata una delle più importanti fonti a basse emissioni di carbonio per soddisfare la domanda di energia elettrica, i trasporti e il riscaldamento ed è parte integrante delle politiche di sicurezza energetica e di cambiamento climatico. È evidente che sulle fonti rinnovabili si gioca il futuro dello sviluppo economico sostenibile del pianeta. Nel 2014, l'aumento della capacità di fonti rinnovabili è risultato pari a 130 gigawatt (GW), la più grande quantità mai registrata, e gli investimenti associati ammontano a circa \$ 270 miliardi³⁹.

L'energia da fonti rinnovabili è ad alta intensità di capitale e generalmente più costosa rispetto alle tecnologie basate sui combustibili fossili⁴⁰. Per rendere l'energia ottenuta tramite risorse rinnovabili competitiva con quella prodotta da risorse fossili è necessario sviluppare tecnologie sempre più efficienti che consentano di ridurre i loro costi di produzione.

Così come emerge dalla Tabella 3, l'uso di energie rinnovabili per soddisfare la domanda totale di energia primaria aumenta di oltre 1,5 miliardi di tonnellate equivalenti di petrolio (Tep) al 2040 nello «Scenario con nuove politiche», un livello superiore dell'80% rispetto al 2013.

³⁸ Carlo Andrea Bollino, *Energia: La follia mondiale* (Soveria Manelli: Rubettino, 2010).

³⁹ IEA (International Energy Agency), *World Energy Outlook*, 2015.

⁴⁰ Carlo Andrea Bollino, *Energia: La follia mondiale* (Soveria Manelli: Rubettino, 2010).

TABELLA 3 - CONSUMO MONDIALE DI ENERGIE RINNOVABILI PER SCENARI

	2013	Scenario con nuove politiche		Scenario con politiche attuali		Scenario 450 ppm	
		2025	2040	2025	2040	2025	2040
Domanda Primaria (Mtoe)	1863	2.507	3.346	2.423	3.030	2.687	4.388
Stati Uniti	147	217	323	201	286	258	499
Unione Europea	209	292	378	277	342	309	457
Cina	331	448	589	430	517	485	808
Quota della domanda totale di energia	14%	16%	19%	15%	15%	19%	29%
Generazione di elettricità (TWh)	5.105	8.784	13.429	8.202	11.487	9.549	17.816
Biomassa	464	902	1.454	865	1.258	973	2.077
Idroelettrica	3.789	4.951	6.180	4.854	5.902	5.083	6.836
Eolica	635	1.988	3.568	1.701	2.778	2.344	5.101
Geotermica	72	162	392	143	299	197	541
Solare	139	725	1.521	593	1.066	862	2.232
Marina	1	6	51	5	37	7	93
Quota della generazione totale	22%	29%	34%	26%	27%	34%	53%

Fonte: IEA (World Energy Outlook, 2015)

L'aumento delle fonti rinnovabili moderne si basa «su azioni forti del governo (tra cui i prezzi del carbonio e le sovvenzioni dirette), una riduzione dei costi che deve essere più veloce per le fonti rinnovabili rispetto ad altre tecnologie energetiche e l'aumento dei prezzi dei combustibili fossili»⁴¹. Nello «Scenario con nuove politiche» inoltre le fonti energetiche rinnovabili contribuiranno in maniera determinante alla generazione globale di energia elettrica da 5.105 terawattora (TWh) nel 2013 a quasi 13.400 TWh nel 2040. Le singole fonti energetiche presentano però differenze in termini di costi di produzione e di conseguenza avranno importanza diversa nel processo di “decarbonizzazione” dell’economia globalizzata moderna.

-Energia idroelettrica: l’energia idroelettrica è ottenuta sfruttando l’energia potenziale contenuta in una certa massa di acqua che si trova disponibile ad una quota superiore rispetto al livello in cui sono posizionate le turbine, trasformandola in energia cinetica. In tutto il mondo, l’energia idroelettrica è stata a lungo la principale tecnologia di energia rinnovabile a causa dei costi relativamente contenuti per l’energia elettrica prodotta. Interessante è notare che, come risultante

⁴¹ IEA (International Energy Agency), *World Energy Outlook*, 2015.

degli effetti previsti a causa del cambiamento climatico globale, si potranno avere maggiori o minori precipitazioni in alcune regioni rispetto ad altre e di conseguenza un diverso livello di l'output di energia idroelettrica da alcune regioni ad altre.

Nel periodo 1971-2013 , l'energia idroelettrica ha contribuito a evitare 64 Gigatonnellate (Gt) di emissioni di CO₂ a livello globale, di più rispetto a qualsiasi altra tecnologia a basso tenore di carbonio, tra cui l'energia nucleare⁴².

Energia da biomassa: la biomassa è quella sostanza organica derivante direttamente o indirettamente (attraverso le catene alimentari) dalla fotosintesi clorofilliana; insieme con l'energia idroelettrica, l'energia da biomassa è l'energia rinnovabile più matura essendo stata distribuito su scala commerciale da più di 40 anni. Le centrali a biomasse sono spesso basate su turbine a vapore e tecnologie simili a quelle utilizzate nelle centrali elettriche a combustibili fossili, questo ha permesso di sviluppare tecnologie molto efficienti e di livellare i costi di produzione di energia elettrica con bioenergia nel caso in cui le materie prime siano abbondanti e disponibili a basso costo⁴³.

La Finlandia rappresenta un buon esempio per descrivere le potenzialità delle biomasse e le loro possibilità di utilizzo. Gran parte degli scarti della lavorazione della carta e del legno dell'industria finlandese sono destinati alle centrali termiche per produrre energia dalle biomasse, evitando in questo modo di dover stoccare gli scarti in discariche o pagare per il loro incenerimento.

Energia eolica: la capacità globale installata di energia eolica ha raggiunto i 350 GW nel 2014. L'Unione europea, la Cina e gli Stati Uniti rappresentano oltre l'80 % del totale mondiale, con un altro 10 % che si trova in India. Il 98% della capacità globale istallata di energia eolica è oggi situata *onshore* (sulla terra); l'eolico *offshore* non è nient'altro che l'eolico realizzato in mare e sembra destinato a giocare un ruolo maggiore in futuro perché l'energia eolica offshore offre rendimenti superiori rispetto a quelli realizzabile per progetti onshore, a causa di condizioni di vento costanti e più consistenti.

Energia solare: la tecnologia fotovoltaica (FV) consente di trasformare direttamente l'energia associata alla radiazione solare in energia elettrica: essa si sta diffondendo rapidamente nei sistemi di alimentazione in tutto il mondo, si è passati da meno di 1 GW di capacità installata nel 2000 a 39 GW nel 2010 e 176 GW nel 2014⁴⁴. L'Unione europea, caratterizzata da una presenza limitata di fonti fossili, è stata in prima linea in questo movimento. Il ruolo svolto dall'energia solare potrà

⁴² IEA (International Energy Agency), *World Energy Outlook*, 2015.

⁴³ *Ibidem*

⁴⁴ IEA (International Energy Agency), *World Energy Outlook Special Report*, 2015.

essere consolidato in futuro grazie alla produzione di energia elettrica in unità elettriche di autoproduzione di piccole dimensioni disperse o localizzate in più punti del territorio e allacciate direttamente alla *rete elettrica intelligente* di distribuzione.

Nello «Scenario con nuove politiche» le fonti di energia rinnovabili eviteranno quasi 135 Gt di emissioni di CO₂ in totale rispetto ad uno scenario inerziale. Per rendere l'energia rinnovabile competitiva rispetto alle risorse di energia fossili è necessario sviluppare tecnologie sempre più efficienti che consentano di ridurre i loro costi di produzione. A tale scopo, risultano determinanti le politiche a livello governativo di supporto alla competitività perché il miglioramento della competitività diminuisce i rischi normativi, finanziari e politici dei progetti legati all'energia rinnovabile. Il professore Carlo Andrea Bollino, presidente del Gestore dei Servizi Energetici (GSE) dal 2003 al 2009 (dal 2003 al 2006 Gestore della rete di Trasmissione Nazionale, GRTN), suggerisce che per dare continuità alla politica di incentivazione per le fonti di energia rinnovabili vi sia da fornire risposte concrete a sei tipologie di problemi: I) Il mantenimento del flusso di investimenti, II) quanto lungo deve essere il periodo di regolazione, III) quale obiettivo di redditività deve essere raggiunto, IV) come strutturare gli incentivi per controllare i segnali di rischiosità da dare al mercato, V) come prevedere l'ingresso di nuove tecnologie nel corso del periodo di regolazione, VI) la valutazione del corrispettivo economico da concedere al Kwh⁴⁵.

Una visione non omogenea delle soluzioni da relative ai sei problemi portano necessariamente al fallimento delle politiche di sostegno alle FER, così come mostra il caso della Federal Tax Credit: il credito di imposta che negli Stati Uniti rappresenta lo strumento di sostegno principale alle fonti energetiche rinnovabili. Le ripetute modifiche della natura e delle scadenze dei provvedimenti ha avuto come conseguenza aumenti irregolari di capacità di generazione di energia eolica: nel periodo che va dal 2009 al 2014, le aggiunte annuali di capacità di generazione variavano tra i 0,9 GW e 13,4 GW, con una media di 6,7 GW. Inoltre, una riduzione del 10% del credito di imposta prevista per il 2017, dovrebbe causare un calo significativo della produzione di energia solare dato che gli investimenti in solare fotovoltaico negli Stati Uniti attualmente dipendono per più del 30% dalla Federal Tax Credit (BNEF, 2015).

Stimolare la crescita della quota di fonti rinnovabili sulla domanda primaria di energia non significa solamente ridurre il livello di CO₂ nella biosfera e contribuire all'attenuazione del fenomeno del cambiamento climatico; raddoppiando entro il 2030 l'attuale quota di rinnovabili sulla domanda primaria si porterebbe a 24.4 milioni gli impiegati nel settore delle risorse rinnovabili, si otterrebbe una riduzione di inquinamento atmosferico sufficiente a salvare fino a 4

⁴⁵ Carlo Andrea Bollino, *Energia: La follia mondiale* (Soveria Manelli: Rubettino, 2010).

milioni di vite all'anno e si otterrebbe un incremento del PIL globale fino a \$ 1.3 trilioni (IRENA, 2016).

Investire nelle risorse rinnovabili permette dunque di ottenere un forte impatto occupazionale, in uno scenario di economia internazionale in cui un alto tasso di disoccupazione, soprattutto giovanile, sembra divenire la regola più che una contingenza. Ma investire in risorse rinnovabili significa anche agevolare l'accesso all'energia elettrica agli individui che, ai giorni d'oggi, non hanno accesso a moderne forme di energia (l'IEA ne stima un numero pari a 1.2 miliardi di individui). Ad esempio, in Bangladesh, dove il 40% della popolazione non ha accesso all'elettricità, con l'aiuto finanziario della Banca Mondiale, il governo ha varato lo scorso anno un piano per fornire energia elettrica a tutte le famiglie del paese entro il 2021 utilizzando impianti fotovoltaici collocati sulle abitazioni dei cittadini del paese asiatico.

Per raggiungere gli ambiziosi piani su citati gli investimenti sono cruciali: si stima che per raddoppiare la quota di fonti rinnovabili sulla domanda di energia primaria siano necessari in media più di \$ 500 miliardi annui dal periodo che va dal 2016 al 2020 e una media di \$ 900 miliardi annui nel periodo che va dal 2021 al 2030⁴⁶.

2.2.2 Investimenti in nuove tecnologie e efficienza energetica

Dante Alighieri (*Inferno, canto XXVI, 85-142*) interpreta il mito di Ulisse con il monito: "fatti non foste a viver come bruti, ma per seguir virtute e canoscenza". Con il termine tecnologia si intende spesso indicare, in modo riduttivo, l'insieme delle tecniche: ma la tecnologia, oltre che tecnica, è conoscenza, organizzazione e capacità di produrre che permette di accrescere le condizioni di vita. Per realizzare la transizione verso un sistema energetico a basso tenore di carbonio la ricerca scientifica e tecnologica svolgono un ruolo cruciale. Il settore energetico necessita di innovazioni tecnologiche che sono garantite da politiche ambiziose e dall'investimento, il quale ha una funzione chiave per accelerare lo sviluppo della tecnologia, ridurre i costi e facilitarne l'implementazione su larga scala. Gli investimenti dovranno riguardare tutto lo spettro delle tecnologie innovative maggiormente promettenti nel settore energetico, dal risparmio alle fonti rinnovabili, dalle tecnologie per l'implementazione di sistemi Smart grids a quelle sul sequestro della CO₂, dalle ricerche sulle tecnologie del settore dei trasporti a quelle sul nucleare innovativo.

⁴⁶ IRENA (International Renewable Energy Agency), *Unlocking Renewables Energy Investment: The Role of Risk Mitigation and Structured Finance*, 2016.

Energia nucleare. L'energia nucleare è una tecnologia matura: l'entrata in funzione delle prime centrali nucleari per la produzione di elettricità si è manifestata nel primo dopoguerra, nel 1945, dopo che Enrico Fermi accese la prima pila atomica nel 1942 in un campo da racquets di Chicago. Il suo utilizzo è stato però limitato da tre ragioni “non economiche”: la minaccia dell'uso nucleare per scopi bellici durante il periodo della contrapposizione fra Unione Sovietica e Stati Uniti d'America, le difficoltà nello smaltimento dei rifiuti radioattivi prodotti dalle centrali nucleari e i disastri ambientali causati da incidenti all'interno delle centrali che hanno causato emissioni di materiali radioattivi. Fra questi si ricorda quello del 1986 accaduto a Černobyl (URSS) e quello avvenuto a seguito del grave terremoto dell'11 marzo del 2011, con protagonista la centrale nucleare di Fukushima Dai-ichi (Giappone). Forse la riapertura di due reattori in Giappone dopo il disastro di Fukushima è stata la migliore notizia che ha riguardato il mondo del nucleare nel 2015 per constatare il ritrovato clima di fiducia verso il nucleare nel mondo⁴⁷. La consapevolezza infatti che sia necessaria un'azione rapida per ridurre le emissioni di gas serra da fonti fossili e una politica internazionale fondata sulla cooperazione, dopo la dissoluzione dell'Unione Sovietica del 1992, hanno evidenziato nuovamente il potenziale dell'energia nucleare per contribuire a “decarbonizzare” l'economia mondiale.

L'elettricità generata dal nucleare nel 2014 è stata pari a 2.400 TWh, il che la fa risultare la seconda fonte di energia priva di emissioni di CO₂ dopo l'energia idroelettrica. Per quanto riguarda l'Italia, il nostro Paese ha abbandonato l'idea di sfruttare il nucleare attraverso i referendum del 1987, quando vigeva un clima di terrore nei confronti del nucleare in seguito alle notizie giunte dei drammatici effetti provocati dal disastro di Fukushima avvenuto l'anno precedente. A dire il vero, il dibattito su una eventuale reintroduzione dell'energia nucleare era tornato *in auge* fra il 2005 e il 2010, anch'esso però si è chiuso con un referendum, abrogativo, del 2011, con cui sono state abrogate alcune disposizioni che erano state predisposte dal governo Berlusconi IV per agevolare l'insediamento delle centrali nucleari. Il caso italiano fa ben capire come il futuro del nucleare dipenderà in grande misura dalle capacità di incrementare le misure di sicurezza all'interno delle centrali nucleari; in tal senso l'implementazione della *fusione nucleare* potrebbe portare ad un rinnovato interesse anche presso Paesi maggiormente “scettici” nel campo del nucleare⁴⁸.

⁴⁷ IEA (International Energy Agency), *Energy Technology Perspectives, 2016*.

⁴⁸ Per fusione nucleare si intende il processo in virtù del quale i nuclei leggeri di due o più atomi, si fondono fino a creare un nucleo più pesante, con contemporaneo rilascio di energia. L'energia di fusione offre la prospettiva di una fonte quasi inesauribile per le generazioni future, ma presenta anche finora insormontabili sfide scientifiche ed ingegneristiche - World Nuclear Association, “Nuclear Fusion Power”, ultima consultazione 19 settembre 2016, <http://www.world-nuclear.org/>.

Cattura e stoccaggio di carbonio (CCS). Uno dei gas serra derivanti dalla combustione di risorse energetiche fossili è la CO₂. Il tasso di emissione della CO₂ può essere ridotto in vari modi, uno dei quali consiste nel catturare il biossido di carbonio e stoccarlo lontano dall'atmosfera per un periodo di tempo molto lungo. Se a livello teorico la soluzione della cattura e stoccaggio appare utile e suggestiva, nella realtà un forte mercato che la riguarda non esiste ancora nella maggior parte delle regioni a livello globale. Il motivo è legato a due ordini di problemi: un forte incremento dei costi per i produttori di fonti fossili e consumi idrici. Per quanto riguarda il fronte dei costi, secondo la International Energy Agency (2013), aggiungere un impianto di cattura e stoccaggio di carbonio ad una centrale a carbone farebbe aumentare i prezzi medi dell'elettricità tra il 39 e il 64%, e del 33% nel caso di una centrale a gas. Riguardo invece al secondo ordine di problemi, le centrali a carbone che usano tecnologie di cattura e stoccaggio della CO₂, rispetto a quelle tradizionali, consumano tra l'87 e il 93% di acqua in più per MWh prodotto (Dipartimento dell'Energia americano, DOE 2013).

In un periodo in cui gli effetti della crisi finanziaria mondiale del 2008 sono ancora in una certa parte visibili, i costi in termini di efficienza sugli impianti appare troppo oneroso ed è per questo motivo probabilmente che nel 2015 non è stata presa alcuna decisione di investimento su nuovi progetti CCS. Il valore implicito o esplicito di mitigazione delle emissioni di CO₂ nella maggior parte delle aree non è ancora sufficiente a rendere CCS un'opzione di mitigazione attraente in assenza di altri meccanismi di sostegno governativo⁴⁹. Per un futuro incremento dell'utilizzo dell'opzione CCS per la mitigazione di emissioni di CO₂, sono fondamentali dunque politiche a lungo termine e uno sviluppo tecnologico accessibile a livello internazionale per poter ridurre i costi e le barriere tecniche.

Tecnologie relative al settore dei trasporti: Biocarburanti e veicoli elettrici. Le emissioni di gas serra del settore dei trasporti rappresentano il 23% del totale delle emissioni globali del settore energetico e sono cresciute ad un tasso del 1,9 % all'anno nel corso dell'ultimo decennio⁵⁰. La maggior parte della crescita del trasporto di energia nel corso degli ultimi 15 anni è attribuibile alle economie non appartenenti all'OCSE grazie ad un innalzamento delle condizioni di vita con una crescente domanda di servizi di mobilità e trasporto merci. L'importanza dell'innovazione tecnologica in un settore determinante per il paradigma sostenibile, quello dei trasporti, può essere dimostrata attraverso l'osservazione che negli ultimi dieci anni la domanda di energia del settore dei trasporti è aumentata ad un tasso annuo di poco inferiore al 2%. Le emissioni nello stesso periodo

⁴⁹ IEA (International Energy Agency), *Energy Technology perspectives*, 2016.

⁵⁰ Ibidem

sono aumentate più lentamente (1.9% annuo) di quanto abbiano fatto nel primo decennio di questo secolo, quando crescevano ad un tasso annuo del 2,15%, tale riduzione delle emissioni è da attribuire principalmente a miglioramenti nell'efficienza. Oltre all'efficienza di veicoli alimentati con fonti fossili, tecnologie utili a ridurre l'impatto ambientale del settore dei trasporti sono l'utilizzo di biocarburanti e di veicoli elettrici.

Nonostante i grandi passi avanti in termini di efficienza e costi di utilizzo dei biocarburanti, la loro diffusione, in un contesto in cui i prezzi del petrolio non superano i \$ 60 dal novembre del 2014 e i veicoli alimentati con combustibili fossili risultano essere sempre più efficienti, è legata in larga parte a incentivi a livello governativo. Nel 2015 i biocarburanti convenzionali hanno rappresentato il 4% del totale con 134 miliardi di litri consumati. I mercati chiave di biocarburanti non sono le potenze industriali europee e statunitensi bensì quei Paesi in via di sviluppo che tentano di ridurre la loro dipendenza dalle importazioni estere di combustibili fossili. Nello Zimbabwe, il mandato nazionale sull'etanolo si attesta al 15%, il governo indiano ha invece proposto di innalzare il livello del mandato nazionale sull'etanolo dal 5 al 10% in seguito alle difficoltà che sta vivendo il settore zuccheriero, in Brasile invece, dove la tecnologia è matura, sono attivi 55 produttori di *biodiesel* con una capacità produttiva annua di 6,27 miliardi di litri⁵¹.

Per quanto riguarda i veicoli elettrici, con una crescente selezione di modelli presenti sul mercato, nel 2015 sono state vendute 477.000 auto elettriche. I mercati principali sono quello cinese, il più grande al mondo, statunitense, olandese e norvegese che insieme detengono più del 70% del numero di auto elettriche vendute nel mondo. La struttura della tassazione e degli incentivi ha avuto un ruolo chiave sul successo della distribuzione di veicoli elettrici che sta avendo luogo in Norvegia e nei Paesi Bassi. Il Paese scandinavo ha provato a lanciare una transizione energetica su vasta scala in campo automobilistico. Così la Norvegia è prima sulla scena internazionale in quanto a diffusione dei mezzi ecologici in proporzione al mercato complessivo automobilistico, con una percentuale fra il 20-30% delle immatricolazioni mensili riferite a veicoli totalmente elettrici o ibridi plug-in.

Smart grid e immagazzinamento dell'energia. Entrambe i sistemi forniscono flessibilità al settore elettrico, aumentando la possibilità di includere varie fonti rinnovabili e permettendo di realizzare la generazione elettrica distribuita. Per Smart grid si intende una rete intelligente e digitale che utilizza tecnologie avanzate per monitorare e gestire il trasporto di energia elettrica da fonti diverse, abilitando la possibilità di crescita della quota di risorse rinnovabili nella produzione di energia elettrica degli utenti finali⁵². Gli investimenti annui in Smart grid sono cresciuti del 12%

⁵¹ Energia Media, *Scenari, tecnologie, mercati*, Biofuel Magazine No. 2, 2014.

⁵² IEA (International Energy Agency), *Technology Roadmap: Smart Grid*, 2011.

rispetto al 2014 (IEA 2015). Le fonti rinnovabili sono per loro natura intermittenti, il sole non irradia un singolo Stato sempre né il vento soffia in modo continuo, per questa ragione è impossibile immaginare un sistema energetico alimentato da sole fonti rinnovabili senza l'ausilio di strumenti di accumulo di energia elettrica. Questi sono di tipo chimico (idrogeno), elettrochimico (batterie), elettrico (supercapacitori) e meccanico (volani, aria compressa o bacini idroelettrici). Nonostante l'accumulo di energia su larga scala continua ad essere dominato da sistemi di pompaggio idroelettrico, in termini di potenza installata (149 GW, o 96 % del totale), lo stoccaggio attraverso batteria è stato protagonista di una forte crescita nel 2014, con l'aggiunta nel corso dell'anno di 400 MW, più che raddoppiando la base installata del 2013. Questo aumento della capacità istallata è stato accelerato da rapide e continue riduzioni dei costi nella tecnologia delle batterie, in particolare quella chimica relativa agli ioni di litio. Dal 2010 , i costi si riducono con tassi di apprendimento in media del 22 %⁵³.

L'efficienza energetica è una modalità importante fra le azioni messe in atto per rispondere alle sfide che attendono il settore energetico, che vanno dal soddisfacimento di una sempre crescente domanda globale di energia alla risoluzione delle preoccupazioni per la sicurezza energetica, dalla mitigazione del cambiamento climatico e dell'inquinamento atmosferico locale all'accessibilità economica della fornitura di energia da parte di ogni individuo. In un contesto di bassi prezzi dell'energia fossile, come quello che viviamo in questo periodo, vi è il rischio di sottovalutare il problema dell'efficienza energetica e incrementare in modo sconsiderato i consumi. Nonostante ciò le stime condotte nel 2015 dall'International Energy Agency indicano che l'intensità di energia globale, misurata come quantità di energia primaria necessaria per produrre un'unità di prodotto interno lordo (PIL), è diminuita del 2,7 % rispetto all'anno precedente. Il consumo globale di energia finale nel 2014 ha presentato un incremento dello 0,7% , ma senza miglioramenti dell'efficienza energetica la crescita sarebbe stata del 2,1%, indicando risparmi di efficienza connessi pari a 122 milioni di tonnellate equivalenti di petrolio (Mtep)⁵⁴. Nello «Scenario con nuove politiche», le emissioni globali di CO₂ dei combustibili fossili aumenteranno da 31,6 gigatonnellate (Gt) a 36,7 Gt nel 2040, il che corrisponde ad una crescita annua al tasso dello 0,5%, che è inferiore al tasso medio registrato nel corso degli ultimi 25 anni (1,9% annuo)⁵⁵. Per ottenere tale risultato sono necessarie politiche nazionali di regolazione del consumo finale di energia, poiché attualmente solo il 27% del consumo finale di energia nel mondo è coperto da

⁵³ IEA (International Energy Agency), *Energy Technology perspectives*, 2016.

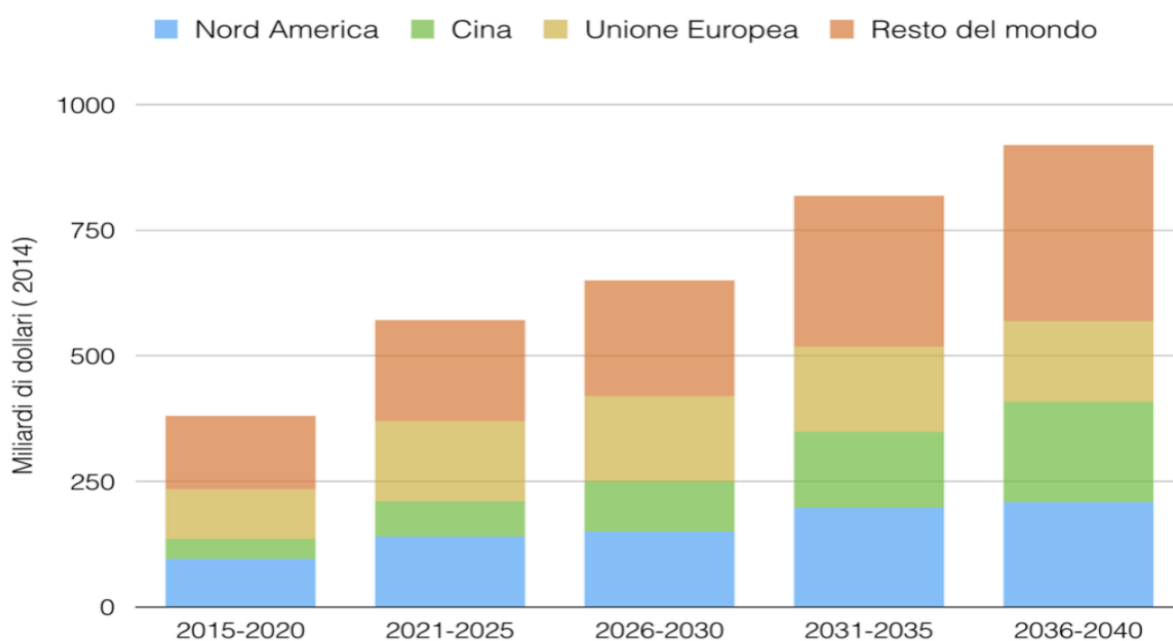
⁵⁴ IEA (International Energy Agency), *World Energy Outlook*, 2015.

⁵⁵ *Ibidem*

regolamentazione obbligatoria in tema di efficienza; inoltre occorrono investimenti crescenti nel periodo di proiezione: dai \$ 380 miliardi annui nel corso dei prossimi cinque anni ai \$ 920 miliardi del periodo 2035-2040⁵⁶.

Attualmente, gli investimenti in efficienza energetica sono dominati dal settore dei trasporti che rappresenta il 60% di tutti gli investimenti, mentre gli edifici rappresentano il 36% e l'industria il 4% del totale.

FIGURA 5 - INVESTIMENTO MEDIO ANNUO IN TERMINI DI EFFICIENZA ENERGETICA PER REGIONE NELLO «SCENARIO CON NUOVE POLITICHE»



Fonte: IEA (World Energy Outlook, 2015)

A confermare la tesi che le economie maggiormente sviluppate presentano un ambiente generalmente salubre, come si può notare dalla Figura 5, in termini di ripartizione geografica, gli investimenti in efficienza energetica per i prossimi cinque anni è dominato da sole tre regioni: quasi due terzi di tutti gli investimenti si concentra in Nord America, Unione Europea e Cina⁵⁷.

⁵⁶ IEA (International Energy Agency), *World Energy Outlook*, 2015.

⁵⁷ La tesi secondo cui economie maggiormente sviluppate e con PIL pro-capite maggiore detengono un ambiente maggiormente salutare è sostenuta dalla curva di Kutznets ambientale introdotta nel capitolo 1. La curva di Kutznets ambientale presenta un andamento a campana fra reddito pro-capite e livello di inquinamento, un Paese che non ha ancora affrontato il processo di industrializzazione e un Paese ad alto reddito pro-capite tenderanno ad avere una salubrità dell'aria superiore rispetto ad un Paese che vive la fase di industrializzazione in cui il reddito pro-capite medio dei cittadini è medio.

2.2.3 Il ruolo delle politiche sui comportamenti di consumo delle famiglie

Le famiglie svolgono un ruolo importante nell'obiettivo di riduzione delle emissioni di CO₂ e nel perseguimento di un nuovo paradigma sostenibile modificando i propri comportamenti. I modelli di comportamento di consumo delle famiglie hanno impatti significativi sulle risorse naturali e, di conseguenza, sulla salubrità dell'ambiente. Questo ha spinto molti governi ad adottare una serie di provvedimenti per incoraggiare i cittadini a tener conto dell'impatto ambientale dei loro comportamenti di consumo. L'indagine "Greening Household Behaviour, the Role of Public Policy" condotta dall'OCSE nel 2011, nella quale sono state prese in considerazione le risposte di oltre 10 000 nuclei familiari in 10 Paesi OCSE, identifica quattro misure per stimolare un comportamento di consumo più ecologico⁵⁸. Gli incentivi economici sono il primo strumento indispensabile. L'indagine mostra che gli incentivi tariffari favoriscono il risparmio idrico ed energetico: le famiglie che, ad esempio, pagano la bolletta idrica in base ai volumi consumati, consumano all'incirca il 20% in meno di acqua e utilizzano in casa dispositivi per il risparmio idrico. Accanto al ruolo chiave svolto dalle misure tariffarie, i risultati mostrano l'importanza che riveste il ruolo delle misure volte a educare ed informare i consumatori. Le politiche possono influenzare le abitudini e il modo di percepire il bene ambientale che le misure governative intendono proteggere. Questo spiega, ad esempio, la disponibilità delle famiglie a pagare per un programma di riciclaggio. Nonostante una crescita di importanza delle tematiche ambientali nelle scelte di consumo, con la nascita del cosiddetto consumismo ambientale⁵⁹, l'indagine mostra come meno del 15% delle persone intervistate sono disposte a pagare un prezzo superiore a quello di mercato per consumare prodotti biologici rispetto a quelli tradizionali. Nell'insieme, il 30% degli intervistati non sono disposti a pagare nessun extra per i cibi biologici. Il terzo strumento consiste nell'agire sull'offerta per sostenere le misure sul lato della domanda, attraverso l'istituzione di servizi di raccolta di materiali riciclabili, l'offerta di trasporti pubblici, o i modi di fornitura di elettricità. L'ultima soluzione consiste nel tenere conto delle differenze fra diversi segmenti della popolazione; la risposta alle politiche varia a seconda che le famiglie vivano in ambienti rurali o urbani e in base al tipo di abitazione. In definitiva, i singoli consumatori di energia costituiscono un importante centro decisionale in merito alla costruzione di un nuovo paradigma sostenibile. Comportamenti e consumi più ecologici sono attuabili senza compromettere lo standard di vita. La

⁵⁸ OECD (Organization for Economic Co-operation and Development), *Greening Household Behaviour: the Role of Public Policy*, 2011.

⁵⁹ Per consumerismo ambientale si intende una forma di consumo compatibile con la salvaguardia dell'ambiente per il presente e per le generazioni future.

quantità di energia consumata pro-capite in Nord America ammonta a 6,94 tep (tonnellate equivalenti di petrolio), mentre la quantità di consumi energetici della Zona Euro ammonta a 3.39 tep⁶⁰. Gli Americani consumano, pro-capite, più del doppio di energia rispetto agli europei ma non hanno standard di vita doppi⁶¹.

2.3 *Politica energetica internazionale e globalizzazione*

Il processo di industrializzazione che ha riguardato un gran numero di economie dalla fine del XVIII secolo ha profondamente rivoluzionato lo scenario politico ed economico internazionale. In dote ad un aumento del PIL delle economie industrializzate si è manifestato un correlato aumento della disuguaglianza fra Stati coinvolti nel processo di industrializzazione e quelli che invece ne sono risultati estranei. Si potrebbe mai affermare che la differenza di condizione fra un cittadino medio vissuto nell'età antica appartenente all'Impero Romano e quello di una popolazione "Barbara" sia pari a quella fra un cittadino medio statunitense e un cittadino della Repubblica Centrafricana ai giorni d'oggi⁶²?

L'attuale economia mondiale appare come un complesso sistema di Economie nazionali estremamente interdipendenti e allo stesso tempo molto diverse fra loro. La costruzione di un paradigma sostenibile passa in larga parte da un impegno politico forte e condiviso da parte delle principali economie del mondo, che sono responsabili della maggioranza delle emissioni storiche e attuali di carbonio. I concetti di esternalità e di bene pubblico, introdotti nel paragrafo 2.2, sono validi anche in ambito internazionale: la protezione dell'ambiente si configura come un problema di gestione di *beni pubblici globali*, dove le azioni dei singoli Stati, intraprese senza un coordinamento internazionale, non producono benefici rilevanti per la collettività e allo stesso tempo comportano ingenti costi agli Stati che le mettono in atto. Tale assunto è stato dimostrato da Nordström e Vaughan (1999) attraverso una matrice a due entrate (Figura 6)⁶³.

⁶⁰ World Bank, *World Development Indicators*, 2013.

⁶¹ Carlo Andrea Bollino, *Energia: La follia mondiale* (Soveria Manelli: Rubettino, 2010).

⁶² Il paragone è condotto in base ai dati dell'International Monetary Fund, World Economic Outlook Database del 2016, in base al quale la Repubblica Centrafricana, con un valore pari a \$630, risulta essere lo Stato con minor prodotto interno lordo pro-capite utilizzando un calcolo che preveda la parità di potere di acquisto. - International Monetary Fund, "Gross domestic product based on purchasing-power-parity (PPP) per capita GDP", ultima consultazione 20 settembre 2016, <http://www.principalglobalindicators.org/>.

⁶³ Håkan Nordström, Scott Vaughan, *Trade and Environment*, in WTO Special Studies, 1999.

FIGURA 6 - IL DILEMMA DEL PRIGIONIERO APPLICATO AL CAMBIAMENTO CLIMATICO

		NORD	
		Mantenimento emissioni	Riduzione emissioni
SUD	Mantenimento emissioni	0;0	2;-1
	Riduzione emissioni	-1;2	1;1

Fonte: H. Nordström e S. Vaughan, Trade and environment (1999)

Il problema del cambiamento climatico da un punto di vista di politica energetica si pone come tipico esempio del cosiddetto *dilemma del prigioniero*. Un singolo governo, avendo una quota di impatto minima sul fenomeno del riscaldamento globale, non percepisce l'opportunità di intervenire attraverso misure di politica economica in grado di ridurre le emissioni di effetto serra.

Si immagini una semplice economia composta da due paesi, Nord e Sud, in cui chi mette in atto politiche di riduzione di emissioni si assume un costo pari a 3 unità; chi invece mantiene inalterato il livello di emissioni non sopporta alcun costo. Si ipotizzi inoltre che il beneficio legato all'implementazioni di politiche a tutela della salubrità dell'ambiente è pari a 4 unità se entrambe i Paesi partecipano e a 2 unità se uno solo dei due partecipanti contribuisce; se entrambi i Paesi, Nord e Sud, contribuiscono la loro utilità è pari a 1 (4-3), se uno solo dei due paesi contribuisce la sua utilità sarà pari a -1 (3-2). In tale contesto la posizione di equilibrio è rappresentata dal riquadro in alto a sinistra, in cui nessuno dei due soggetti agisce per la riduzione delle emissioni, per cui il beneficio marginale interno per la riduzione delle emissioni è esattamente bilanciato dai costi marginali sostenuti. Comportamenti di *free riding* sono evidenziati dai riquadri in cui solo uno dei due paesi adotta misure di riduzione delle emissioni sostenendo un costo pari a 3 unità e un beneficio di 2 unità. Si dimostra così la necessità dell'introduzione di accordi multilaterali che garantiscano l'assenza di fenomeni di appropriazione indebita di benefici legati alla salubrità dell'ambiente senza sostenere i relativi costi, per poter passare dall'equilibrio in alto a sinistra nella matrice in Figura 6, a quello in basso a destra dove tutti i partecipanti contribuiscono.

Nel 1994 la Convenzione Quadro sui Cambiamenti Climatici (UNFCCC, United Nation Framework Convention on Climate Change) è entrata ufficialmente in vigore, con la sottoscrizione di 160 Paesi, dopo 8 anni di negoziazioni guidate in prima linea da un comitato intergovernativo fondato nel 1988 dall'Assemblea generale delle Nazioni Unite. L'obiettivo dichiarato dell'UNFCCC è quello di “stabilire le concentrazioni di gas ad effetto serra nell'atmosfera a un livello tale che escluda qualsiasi pericolosa interferenza delle attività umane sul sistema climatico. Tale livello deve essere raggiunto entro un periodo di tempo sufficiente per permettere agli ecosistemi di adattarsi naturalmente ai cambiamenti di clima e per garantire che la produzione alimentare non sia minacciata e lo sviluppo economico possa continuare ad un ritmo sostenibile”⁶⁴. A tal fine, riconoscendo le profonde differenze in termini di contributo al cambiamento climatico da parte di diversi Paesi, si individuano tre gruppi di Paesi con obblighi differenziati: *Paesi dell'allegato I*, Paesi industrializzati caratterizzati da un livello di efficienza tecnica ed energetica nei processi produttivi e di consumo elevato ed economie in transizione⁶⁵, *Paesi dell'Allegato II* (Paesi industrializzati chiamati a trasferire fondi per i Paesi in via di sviluppo)⁶⁶ ed infine i *Paesi non dell'Allegato I* (Paesi in via di sviluppo che sono fortemente vulnerabili alle conseguenze negative legate ai cambiamenti climatici e non hanno obblighi di limitazione di emissioni). I Paesi aderenti al trattato ogni anno partecipano alla Conferenza delle parti, che ha luogo dall'anno seguente l'entrata in vigore della convenzione, il 1995. Il trattato, così come stipulato originariamente, non poneva limiti obbligatori per le emissioni di gas serra alle singole nazioni; era quindi legalmente non vincolante. Obiettivi vincolanti e meccanismi di attuazione sono stati successivamente specificati attraverso l'adozione del Protocollo di Kyōto, durante la COP3 (Terza Conferenza delle Parti) del 1997, il quale delineò in modo preciso gli impegni di riduzione delle emissioni di gas ad effetto serra del 5,2% rispetto ai livelli del 1990 da conseguire entro il 2012, per l'Italia questo impegno, fissato all'interno di un accordo UE, era pari al 6,5%. La visione innovativa di Kyoto è quella di un sistema integrato di azioni di mitigazione dell'innalzamento della temperatura dovuto ad attività antropiche, a livello nazionale, con l'implementazione di “Politiche e misure” e a livello internazionale attraverso i cosiddetti

⁶⁴ United Nation, *United Nation Framework Convention on Climate Change, 1992*.

⁶⁵ I Paesi dell'Allegato I comprendono 41 Stati e, in aggiunta, l'Unione europea: Australia, Austria, Belgio, Bielorussia, Bulgaria, Canada, Corea del Sud, Croazia, Danimarca, Estonia, Federazione Russa, Finlandia, Francia, Germania, Giappone, Grecia, Irlanda, Islanda, Italia, Lettonia, Liechtenstein, Lituania, Lussemburgo, Malta, Monaco, Norvegia, Nuova Zelanda, Paesi Bassi, Polonia, Portogallo, Regno Unito, Repubblica Ceca, Romania, Slovacchia, Slovenia, Spagna, Stati Uniti, Svezia, Svizzera, Turchia, Ucraina, Ungheria.

⁶⁶ L'Allegato II, invece è proprio di 23 Paesi e l'Unione europea: Australia, Austria, Belgio, Canada, Corea del Sud, Danimarca, Finlandia, Francia, Germania, Giappone, Grecia, Irlanda, Islanda, Italia, Lussemburgo, Norvegia, Nuova Zelanda, Paesi Bassi, Portogallo, Regno Unito, Spagna, Stati Uniti, Svezia, Svizzera.

“Meccanismi flessibili”⁶⁷. L’esempio dell’implementazione del protocollo di Kyoto dimostra però che, nonostante in teoria si avrebbero gli strumenti di risoluzione di problemi di *free riding* a livello globale, molti Paesi hanno preferito perpetrare i propri interessi piuttosto che contribuire a quell’unico grande obiettivo che è la ricerca di uno sviluppo sostenibile. In altre parole il *trade-off* fra crescita economica e riduzione delle emissioni è spesso stato risolto a vantaggio della prima. Controversa è la ratifica della Russia al protocollo, avvenuta sul calare del 2004, che ha permesso il raggiungimento del *quorum* minimo di Paesi e di livello di emissioni. La Russia infatti era ed è uno dei maggiori esportatori di gas naturale e petrolio al mondo e la sua decisione di ratifica fu probabilmente più legata a motivazioni di tipo economico che a motivazioni di tipo ambientale. I livelli di emissione che fungevano da parametro per il trattato erano quelli del 1990. Durante l’ultima decade del XX secolo i livelli di inquinamento russi erano bassi in conseguenza della crisi economica seguente la dissoluzione dell’Unione Sovietica e non di comportamenti ambientali particolarmente efficienti, così la Russia ratificando il trattato sarebbe stata creditrice rispetto al resto del mondo di strumenti finanziari trasferibili di emissione⁶⁸. Comportamenti ambigui hanno riguardato altre fasi della storia di cooperazione internazionale in tema ambientale, come l’uscita del Canada dal Protocollo di Kyoto avvenuta nel 2011 in piena crisi mondiale. Nel dicembre del 2009, si tenne a Copenaghen (Danimarca), la quindicesima Conferenza delle Parti, ricordata da molti per le dispute sulla trasparenza e sulle procedure negoziali. I colloqui portarono in extremis a un patto politico, il cosiddetto *Copenhagen Accord* che però non era universale e vincolante per le Parti che, ad esempio, potevano decidere di non trasferire fondi ai paesi in via di sviluppo (Non Annesso I). Nonostante questo, nella Conferenza delle Parti di Copenaghen si introdusse per la prima volta l’obiettivo di mantenimento dell’aumento della temperatura negli anni a venire al di sotto dei 2 gradi centigradi, un obiettivo quanto mai importante per garantire uno sviluppo sostenibile. La fiducia verso il raggiungimento di una visione politica energetica condivisa da parte dei Paesi maggiormente colpevoli delle emissioni globali si è rinsaldata negli ultimi tempi con la COP21 di Parigi del 2015, dove i partecipanti hanno condiviso l’obiettivo di controllare l’aumento della temperatura globale “ben al di sotto dei 2 gradi centigradi”⁶⁹.

⁶⁷ Per Politiche e Misure si intendono quegli interventi previsti dallo Stato attraverso programmi attuativi specifici realizzati all’interno del territorio nazionale. Per Meccanismi flessibili, invece, si intendono quegli strumenti che danno la possibilità di utilizzare a proprio credito attività di riduzione delle emissioni effettuate al di fuori del territorio nazionale - United Nations, *Kyoto Protocol To the United Nations Framework Convention On Climate Change*, 1998.

⁶⁸ Carlo Andrea Bollino, *Energia: La follia mondiale*, Rubettino, Soveria Manelli 2010.

⁶⁹ Della ventunesima Conferenza delle Parti, tenutasi a Parigi nel 2015, e degli scenari di politica energetica internazionale che l’accordo di Parigi potrà scaturire si tratterà in modo diffuso nel Capitolo 3.

CAPITOLO 3

Un nuovo atteggiamento nei confronti della sostenibilità

3.1 Limiti dello Scenario energetico di riferimento

Le prospettive sullo scenario energetico che verrà possono essere dedotte dai comportamenti degli attori economici più importanti del settore energetico: gli Stati, gli accordi internazionali, le famiglie e le imprese. Rispetto ad un modello tradizionale di sviluppo economico, incentrato sul trade-off fra crescita economica e tutela dell'ambiente, molti passi sono stati fatti e importanti traguardi sono previsti in futuro. Un lento processo di “decarbonizzazione” del settore energetico è in atto, per poterne apprezzare l'evoluzione si introduce l'equazione di Kaya, che esprime le emissioni totali di CO₂ in termini di 4 fattori: la popolazione umana, il PIL pro capite, l'intensità energetica totale (per unità di PIL) e l'intensità di carbonio del consumo energetico⁷⁰:

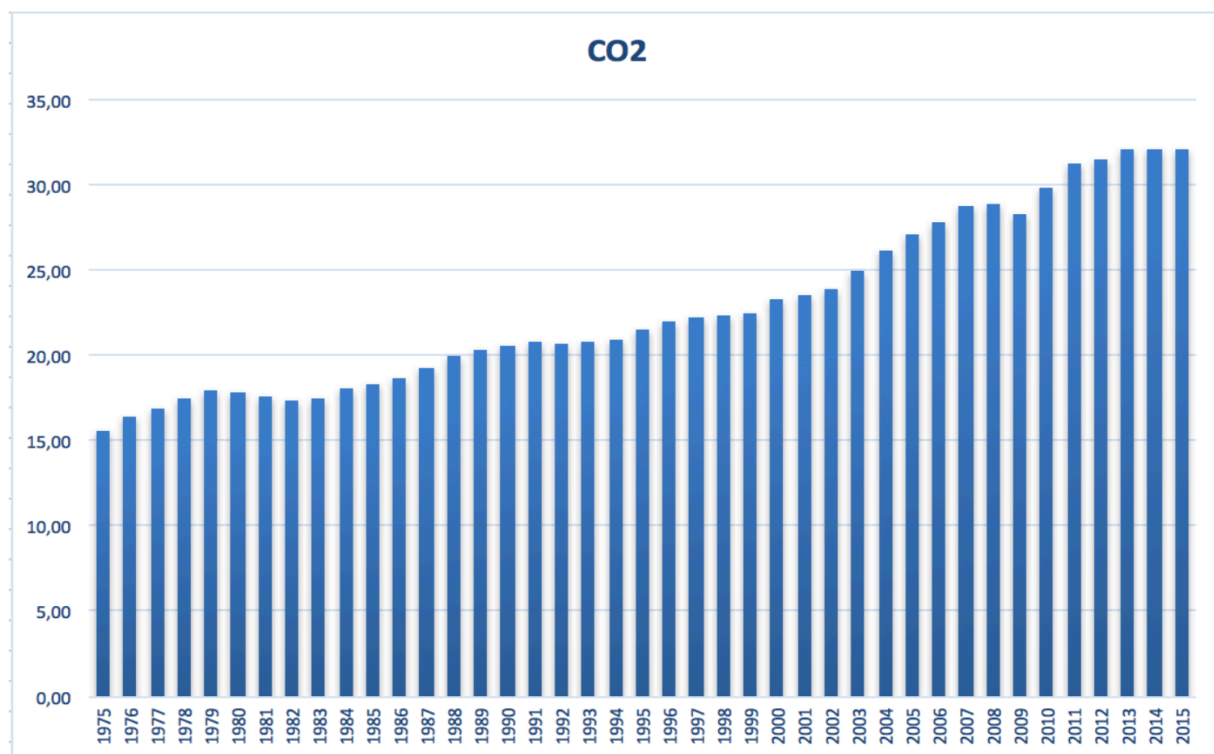
Emissioni di CO₂ (del settore energetico) = Popolazione x PIL pro capite x intensità energetica totale x intensità di carbonio del consumo energetico

In particolare un aumento del PIL mondiale e della popolazione tende a far crescere il livello di emissioni, effetto che può essere mitigato dall'intensità di carbonio o quella energetica totale. Facendo riferimento alla Figura 7, che si basa su dati del livello di emissioni di CO₂ del settore energetico pubblicati annualmente dalla IEA, viene mostrato un innalzamento delle emissioni di CO₂ del settore energetico pressoché continuo nel periodo che va dal 1975 ad oggi. Le emissioni hanno avuto una flessione da un anno all'altro solo in cinque anni: nel 1980 (in seguito al secondo Shock petrolifero), nel 1992 (in seguito alla dissoluzione dell'URSS), nel 2000 (in seguito alla crisi della cosiddetta *new economy* e nel 2009 (in seguito alla grande crisi finanziaria)⁷¹.

⁷⁰ L'identità Kaya deve il suo nome all'economista giapponese Yoichi Kaya che la introdusse nel saggio “Environment, Energy and Economy: Strategies for Sustainability” (Ambiente, energia ed economia: strategie per la sostenibilità) nel 1993.

⁷¹ IEA (International Energy Agency), *World Energy Outlook Special Report*, 2015.

FIGURA 7 - EMISSIONI DI CO2 (SETTORE ENERGETICO)



Fonte: IEA, Marzo 2016. Disponibili su <http://www.iea.org/statistics/topics/CO2emissions/>

La stabilizzazione del livello delle emissioni avvenuta negli anni 2014 e 2015 rispetto ai livelli del 2013, rappresenta un ottimo segnale in merito alla tendenza del rapporto crescita economica ed ambiente, che è stato trattato nel Capitolo 1. La popolazione mondiale è andata aumentando da 7.261 miliardi di abitanti del 2014 a 7.347 miliardi del 2015 (pari ad un incremento dell'1.81%) e il PIL mondiale è cresciuto del 3,4% nel 2014 e 3,1% nel 2015⁷².

Evidentemente riduzioni dell'intensità di carbonio ed energetica totale sono state decisive per frenare un livello di emissioni che era prevedibile crescente in base a quanto detto sulla popolazione e il PIL in aumento. Lo «Scenario con nuove politiche», proposto dalla International Energy Agency (IEA) nel 2015, è quello di riferimento per poter valutare se la rotta che si è intrapreso coincide con la strada maestra che porta al raggiungimento di un nuovo paradigma sostenibile. Nello Scenario di riferimento il numero di individui che non avranno accesso a moderne forme di energia scenderà a 800 milioni nel 2040 dalla incredibile cifra di 1.2 miliardi attuale, i sussidi alle fonti fossili verranno rimossi o ridotti in molti Paesi grazie alla presenza di fonti energetiche rinnovabili sempre meno costose, la generazione globale di energia elettrica da fonti energetiche

⁷² I dati sull'incremento della popolazione sono stati ottenuti dalla consultazione di The World Bank, "Population, Total", ultima consultazione 14 settembre 2016, <http://www.worldbank.org/>. I dati sull'incremento del PIL sono stati ottenuti dalla consultazione di International Monetary Fund, "Principal Global Indicators (PGI)", ultima consultazione 14 settembre 2016, <http://www.principalglobalindicators.org/>.

rinnovabili aumenterà di due volte e mezzo, da 5.105 TWh nel 2013 a quasi 13.400 TWh nel 2040 e le misure di efficienza energetica ridurranno la domanda primaria globale di energia da 1.275 Mtep (del 6 %) nel 2040. Per realizzare questi obiettivi socialmente desiderabili, gli investimenti in capitale nel settore energetico mondiale previsti dalla IEA ammontano a 68 trilioni \$ nel periodo che va da 2015 al 2040, il che equivale a poco più del 2% del PIL prodotto nell'arco del periodo⁷³. Queste cifre possono sembrare stupefacenti, eppure, se ci si interrogasse sulla sostenibilità o meno dello Scenario energetico di riferimento, la risposta sarebbe no, lo scenario di riferimento non può essere considerato sostenibile. In quest'ultimo le emissioni di CO₂ legate al settore energetico aumentano fino al 2040, raggiungendo 36,7 Gt, il 16 % in più rispetto 2013. L'obiettivo di mantenere al di sotto dei 2° l'aumento della temperatura globale nel lungo periodo è ben lontano dall'essere rispettato.

3.2 Quando la sostenibilità non è solo un costo: il caso della politica energetica italiana

La politica energetica di ogni paese assume rilevanza strategica: l'energia rappresenta infatti, una gigantesca forza motrice per l'economia nazionale in quanto ne sostiene l'espansione e garantisce il funzionamento dell'intero sistema economico. Si pensi al caso della Nuova Politica Economica promossa da Lenin nel 1921 che, attraverso un imponente processo di elettrificazione, riuscì ad industrializzare un paese fino ad allora agricolo⁷⁴. Fino ad ora abbiamo introdotto il problema della sostenibilità come un problema di investimento e dunque di costi per i cittadini di uno Stato; ed effettivamente, da un punto di vista economico, è così: le risorse fossili e il nucleare mantengono generalmente un costo minore di produzione di energia elettrica rispetto alle risorse rinnovabili⁷⁵. In assenza di strumenti di regolazione o sussidi da parte dello Stato che riconosca i danni marginali sociali derivanti la sovrapproduzione rispetto ad una quantità socialmente desiderabile di sostanze inquinanti derivanti lo sfruttamento di fonti fossili, le risorse meno costose saranno preferite dagli agenti nel mercato. Tuttavia, nella attuale situazione macroeconomica, un processo di “decarbonizzazione” convinta del sistema economico può rappresentare un efficace strumento

⁷³ IEA (International Energy Agency), *World Energy Outlook*, 2015.

⁷⁴ Carlo Andrea Bollino, *Energia: La follia mondiale* (Soveria Manelli: Rubettino, 2010).

⁷⁵ IEA e NEA, *Projected Costs of Generating Electricity*, 2015.

strategico per uno Stato, come strategico è risultato il processo di l'elettrificazione in Russia durante la Nuova Politica Economica.

Si pensi all'Italia, una nazione fortemente penalizzata dal punto di vista della presenza di risorse fossili, che ha rinunciato da quasi un trentennio all'opzione nucleare, dipendente dall'estero per il 75.9% dell'energia consumata (EUROSTAT 2016)⁷⁶.

Tale condizione si riversa necessariamente sulla composizione del saldo commerciale del nostro Paese. Dal 2003, l'Istituto nazionale di statistica (ISTAT) si avvale della classificazione delle aggregazioni per destinazione economica dei prodotti, per i dati di commercio estero.

I Raggruppamenti Principali di Industrie (RPI) sono:

- Beni di consumo durevoli;
- Beni di consumo non durevoli;
- Beni strumentali;
- Prodotti intermedi;
- Energia.

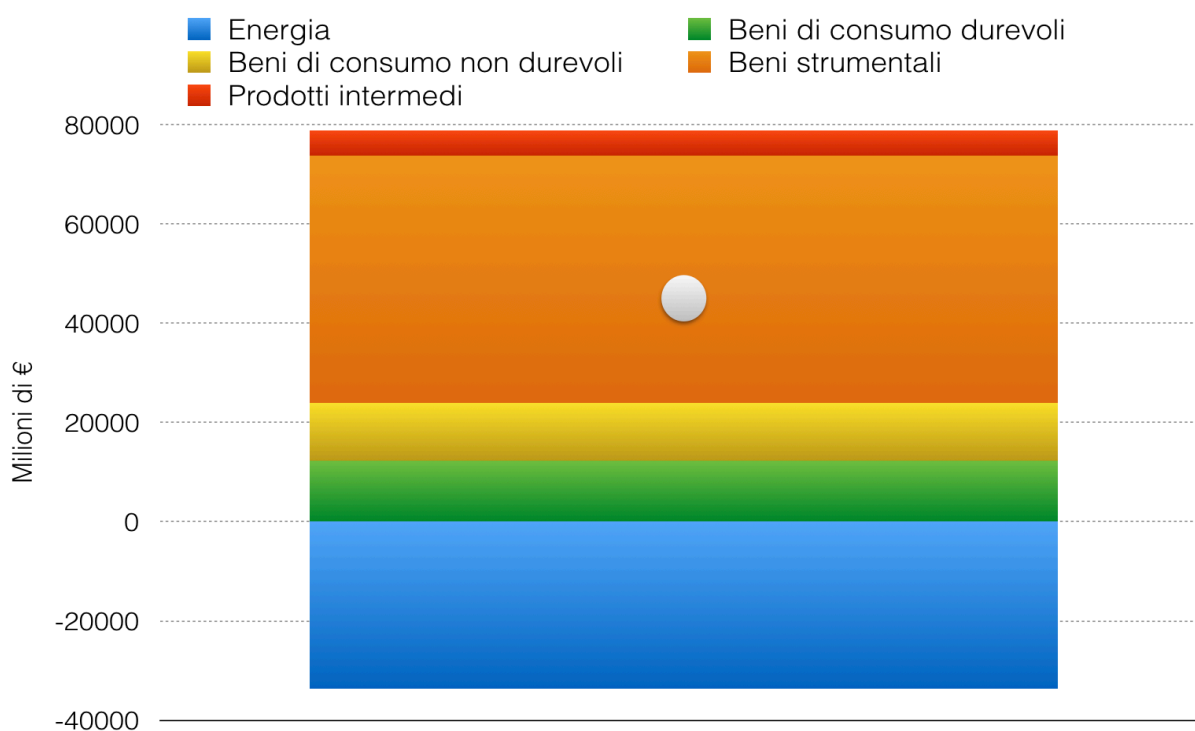
Il 2015 è stato un anno positivo per l'export italiano, per la prima volta, infatti, sono stati superati i 400 miliardi di euro (414 miliardi) e la quota del 25% del PIL, le importazioni ammontavano invece a 368 miliardi. Il saldo commerciale è stato positivo dunque per poco più di 45 miliardi di euro, il massimo storico in termini nominali⁷⁷. Scomponendo tale saldo per i Raggruppamenti Principali di Industrie si può notare come l'Italia presenti un saldo netto positivo (derivante dalla differenza fra esportazioni ed importazioni) in tutte le categorie merceologiche per Raggruppamenti Principali di Industrie eccezion fatta per l'energia (Figura 8)⁷⁸.

⁷⁶ Eurostat, "Energy dependency rate – all products", ultima consultazione 25 settembre 2016, http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Glossary:Energy_dependency_rate.

⁷⁷ Istat-Ice, "Commercio esero e attività internazionali delle imprese (edizione 2016)" tavola 2.2.1, ultima consultazione 1 ottobre 2016, <http://www.annuarioistatice.it/avvio.html>.

⁷⁸ La tavola 2.2.1 relativa all'interscambio commerciale per Raggruppamenti Principali di Industrie con I paesi Ue, extra Ue e in complesso, consultabile presso il sito dell'Annuario statistico Commercio estero e Attività internazionale delle imprese, frutto della collaborazione fra Istat e ICE (Agenzia per la promozione all'estero e l'internazionalizzazione delle imprese italiane), presenta i saldi commerciali dei singoli RPI. Il saldo commerciale è positivo per i beni di consumo durevoli per €12.356 miliardi, per i beni di consumo non durevoli per €11.547 miliardi, per i beni strumentali per €49.750 miliardi e per i prodotti intermedi per €5.085 miliardi; il saldo risulta invece negativo per l'energia, ammontando a €33.572 miliardi.

FIGURA 8 - SALDO COMMERCIALE ITALIANO PER RAGGRUPPAMENTI PRINCIPALI DI INDUSTRIE (ANNO 2015)



Fonte: Istat e Ice (Annuario statistico Commercio estero e Attività internazionali delle imprese, edizione 2016).
Interscambio commerciale per raggruppamenti principali di industrie con i paesi Ue, extra Ue e in complesso - Anni 2014-2015, tavola 2.2.1.

Negli ultimi anni, il nostro Paese non ha manifestato solo una mancanza di risorse fossili competitive, ma anche e soprattutto, la carenza di una coraggiosa politica energetica. Secondo il Documento Riassuntivo della Situazione Energetica Italiana del 2015, redatto dal Ministero per lo sviluppo economico nel Giugno del 2016, «il fabbisogno energetico lordo del Paese nel 2015 è stato di 171,289 milioni di tonnellate equivalenti di petrolio (Mtep); la composizione percentuale delle fonti energetiche impiegate per la copertura della domanda è stata caratterizzata dalla sostanziale stabilità del petrolio (dal 34,50% al 34,56%) e dall'aumento del gas naturale (dal 30,55% al 32,28) rispetto al 2014» Le importazioni nette di energia sono aumentate del 6,4% assestandosi sul livello di 129,069 Mtep rispetto ai 121,281 Mtep del 2014. Tale variazione è riconducibile «all'aumento delle importazioni nette di gas naturale (9,8%), di petrolio (6,6%), dell'energia elettrica (6,04%) mentre diminuisce il carbone (-2,17%)»⁷⁹.

Tali informazioni mostrano lo stato di immobilismo in cui si trova la politica energetica nazionale, in un contesto internazionale energetico sempre più complesso e pieno di incertezza. Il

⁷⁹ Ministero dello Sviluppo Economico, *Relazione sulla situazione energetica nazionale*, Direzione generale per la sicurezza dell'approvvigionamento e le infrastrutture energetiche, 2015.

processo di distacco dalle risorse fossili ha avuto, e tuttora presenta, notevoli difficoltà a compiersi: le alternative a zero emissioni di carbonio appaiono o non utilizzabili o non ancora pronte. Il nucleare, da un lato, è una tecnologia matura e i costi di produzione di energia elettrica sono competitivi con quelli relativi alle fonti energetiche fossili. In Italia il nucleare è presente sin dal 1959 con l'entrata in funzione della centrale nucleare di Ispra (Lombardia), ma nel 1987, in seguito ai timori scatenati dal disastro avvenuto nella centrale di Černobyl l'anno precedente, attraverso i referendum abrogativi ne venne decretata la fine. Dall'altro lato, le fonti rinnovabili (FER) presentano costi di produzione dell'energia elettrica generalmente superiori alle fonti fossili. Le FER, in Italia, vengono utilizzate per la produzione di calore (settore Termico), per la produzione di energia elettrica (settore Elettrico) e come biocarburanti per l'autotrazione (settore Trasporti). Secondo dati forniti dal rapporto statistico "Energia da fonti rinnovabili: dati preliminari del 2015" redatto dal GSE (Gestore dei servizi energetici), l'ente che promuove la sostenibilità ambientale attraverso l'incentivazione e lo sviluppo delle fonti di energia rinnovabile in Italia, «al termine del 2014 risultavano in esercizio 650.000 impianti alimentati da fonti rinnovabili con una produzione lorda che ammontava a 120,7 TWh. L'incidenza della quota FER sul consumo interno lordo si attestava al 32,8%, mentre la quota sui consumi finali lordi di energia in Mtep si attestava al 17.1%»⁸⁰.

Si delinea così uno scenario in cui le fonti rinnovabili sono parte importante del settore energetico italiano, ma, non hanno ancora quel ruolo trainante che è invece ampiamente detenuto dalle fonti fossili; evidentemente si ritengono troppo onerosi gli investimenti da affrontare per subsidiare e sviluppare le FER in misura maggiore. Un ricorso alle FER in misura molto più decisa non avrebbe come risultato la sola salvaguardia dell'ambiente, ma potrebbe risultare una politica strategica nazionale vincente di lungo periodo.

Si torni a pensare al caso della bilancia commerciale italiana: in Tabella 4 sono visibili i dati di Esportazioni, Importazioni e Saldi commerciali delle categorie merceologiche per Raggruppamenti Principali di Industrie nel periodo che va dal 2010 al 2014. Tale arco temporale è stato scelto per potere compiere alcune considerazioni in merito all'importanza in chiave strategica che il settore energetico riveste nell'andamento economico generale del Paese.

⁸⁰ GSE (Gestore Servizi Energetici), *Energia da fonti rinnovabili in Italia: Dati preliminari 2015*.

TABELLA 4 - INTERSCAMBIO COMMERCIALE PER RAGGRUPPAMENTI PRINCIPALI DI INDUSTRIE (RPI), ANNI 2010-2014, VALORI IN MILIONI DI EURO.

GRUPPI	2010	2011	2012	2013	2014
ESPORTAZIONI					
Beni di consumo	99.364	108.588	114.337	121.133	125.628
Beni di consumo durevoli	21.263	22.167	22.778	23.236	23.706
Beni di consumo non durevoli	78.101	86.421	91.559	97.896	101.922
Beni strumentali	109.350	121.268	123.314	125.897	131.547
Prodotti intermedi	113.091	128.442	131.096	126.129	126.215
Energia	15.541	17.605	21.435	17.075	14.607
Totale	337.346	375.904	390.182	390.233	397.996
IMPORTAZIONI					
Beni di consumo	92.874	100.256	97.227	98.555	101.599
Beni di consumo durevoli	12.712	11.969	11.213	10.361	11.256
Beni di consumo non durevoli	80.162	88.287	86.014	88.194	90.343
Beni strumentali	82.396	84.734	75.123	73.941	77.774
Prodotti intermedi	124.556	137.588	123.334	116.795	117.997
Energia	67.564	78.849	84.609	71.711	57.746
Totale	367.390	401.428	380.292	361.002	355.115
SALDI					
Beni di consumo	6.490	8.332	17.110	22.578	24.029
Beni di consumo durevoli	8.551	10.198	11.565	12.876	12.450
Beni di consumo non durevoli	-2.061	-1.866	5.545	9.702	11.579
Beni strumentali	26.955	36.534	48.190	51.956	53.773
Prodotti intermedi	-11.465	-9.146	7.763	9.334	8.218
Energia	-52.023	-61.244	-63.174	-54.637	-43.139
Totale	-30.044	-25.524	9.890	29.230	42.882

Fonte: Istat (Annuario Statistico Italiano 2015), Tavola 15.3.

L'anno 2010 è stato particolarmente difficile per l'Italia, il dato di un aumento di un punto percentuale del PIL appare poco confortante se si pensa che la caduta del prodotto interno lordo nel 2009 era stata del 6.3%. Dopo una lieve ripresa registrata nel 2011 con l'incremento dello 0.4% del PIL reale, seguirono tre anni di flessione (-2.5% nel 2012, -1.9% nel 2013, -0.2% nel 2014). La situazione di difficoltà economica a livello europeo, con la conseguente riduzione generalizzata dei consumi, ha presentato importanti ricadute sul saldo commerciale degli anni 2010 e 2011, facendo registrare un deficit commerciale rispettivamente di 30 miliardi e 25 miliardi di euro.

Oltre al contesto di crescita o decrescita economica, è interessante introdurre nel nostro ragionamento l'andamento crescente o decrescente dei prezzi del petrolio (un ragionamento analogo vale anche per i prezzi del gas naturale, storicamente strettamente correlati con quelli del petrolio) nel periodo di analisi. Nel luglio del 2008 il petrolio veniva scambiato nei mercati mondiali a 132 dollari al barile, una cifra incredibile pensando che tre anni prima, nel 2005, il prezzo del petrolio si attestava a \$ 44 al barile (esattamente 3 volte meno). Nel 2009 il prezzo del petrolio continuava nella sua altalena con un prezzo medio di \$61 al barile, il 36 % in meno rispetto all'anno precedente; gli anni seguenti non smentirono un trend altalenante con prezzi medi che salirono del 29 % nel 2010 quando il greggio veniva scambiato ad una media di \$ 79,32 al barile, aggravando il

saldo commerciale italiano che presenta 52 miliardi di deficit nel settore energetico. Il 2011 e il 2012 presentavano prezzi medi del petrolio simili che si attestano intorno ai \$110 al barile; anche in questo caso, come si può notare dalla consultazione della Tabella 4, l'ambito merceologico italiano relativo all'energia presentava evidenti deficit rispettivamente di 61 e 63 miliardi di euro negli anni 2011 e 2012. Una accentuata riduzione della spesa nel settore energetico avveniva solo nel 2014 (da un deficit di 54 miliardi del 2013 ad un deficit di 43 miliardi del 2014), quando il prezzo medio scambiato per il petrolio ammontava a \$ 99 per barile. Dal 2014 l'andamento del prezzo del petrolio ricominciava il suo andamento altalenante scendendo del 47% nel 2015, attestandosi a \$52 al barile. Questo ha reso possibile il record in valore nominale del saldo commerciale italiano influenzando direttamente sulla spesa energetica nazionale e, di conseguenza, sul valore delle importazioni.

L'analisi svolta sull'incidenza di quanto accade nel mercato dei combustibili fossili sull'andamento della bilancia commerciale italiana nell'epoca post crisi finanziaria del 2008 vuole far cogliere l'importanza di una politica energetica nazionale non reattiva ma proattiva. Ricordando che in base all'equivalenza macroeconomica fondamentale della contabilità nazionale per il calcolo del PIL, che mette in relazione elementi quali la spesa per consumi privati, la spesa pubblica, gli investimenti e il saldo della bilancia commerciale, quest'ultima svolge un ruolo primario nella definizione dell'andamento della crescita economica⁸¹. Un valore delle esportazioni pari a 400 miliardi di euro ha un impatto non marginale sull'andamento del PIL italiano, esso ne rappresenta circa il 25% del totale. In un contesto di prezzi del petrolio bassi come quello attuale (\$41 al barile è il prezzo medio registrato nel 2016) scegliere di investire in un futuro energetico "decarbonizzato" può risultare una scelta strategica di lungo periodo mirata. Le dinamiche macroeconomiche manifestatesi nel periodo che va dal 2008 al 2013 dimostrano la totale incapacità del sistema Paese nel reagire a condizioni di comune sopraggiungimento di una riduzione generale dei consumi e prezzi del petrolio elevati. Proprio in un contesto come quello attuale dunque, bisognerebbe sfruttare della "Tregua prima della tempesta" e investire i risparmi dovuti ad un minore onere sulla componente merceologica energia in tecnologie innovative, efficienza energetica e risorse rinnovabili. La tempesta prima o poi tornerà, e questo è possibile prevederlo in base ai principi sottostanti la Curva di Hubbert introdotta nel Capitolo 1, la politica energetica nazionale ha il dovere di tutelare i cittadini dagli effetti recessivi che questa sarà in grado di scatenare.

⁸¹ In un economia aperta definendo EX come le importazioni e IM come le esportazioni, il saldo commerciale NX è definite come: $NX = EX - IM$. La spesa per la produzione aggregata Y è influenzata positivamente dalla spesa interna (C=Consumo, I=Investimento, G=Spesa pubblica) e dal valore delle esportazioni, mentre è negativamente correlata con le importazioni. L'equazione della produzione aggregata appare come: $Y = C + I + G + NX$. - N. Gregory Mankiw, Mark P. Taylor, *Macroeconomia*, (Bologna: Zanichelli, 2012.)

3.3 Obiettivo 2°: da folle ottimismo ad ambizioso traguardo

«Le sensazioni che ci portiamo via da Copenhagen non sono buone. Se non prendiamo le decisioni necessarie, corriamo il rischio di danni drammatici nel mondo» Questo fu il commento della cancelliera tedesca Merkel al termine della COP15 di Copenaghen del 2009, «Gli obiettivi sul taglio delle emissioni devono essere trasparenti. L'obiettivo di limitare a due gradi l'aumento della temperatura globale non è folle ottimismo» è stata invece probabilmente la frase più suggestiva pronunciata dal presidente degli Stati Uniti d'America Obama nel suo intervento alla COP21 di Parigi del 2015. Almeno a giudicare dai commenti dei leader di due dei Paesi maggiormente importanti in termini di emissioni storiche e attuali di CO₂, l'atteggiamento maturato nei confronti del tema ambientale è radicalmente cambiato.

Nel 2009 a Copenhagen si discuteva della fissazione di un tetto massimo stabilito a 2 gradi Celsius (2°), per il riscaldamento globale causato da attività antropiche entro il 2100. Tale parametro è scientificamente posto come principio cardine della sostenibilità. Una visione economica tradizionale che preveda come obiettivo il conseguimento della crescita economica a tutti i costi, a livello globale porta ad una sovrapproduzione di emissioni inquinanti che innalzerebbero drasticamente la temperatura globale: l'ultima relazione di valutazione, la quinta, del Gruppo intergovernativo sui cambiamenti climatici (IPCC), riporta che le temperature medie globali sulla terra e sulla superficie del mare sono aumentate di 0,85 ° C nel periodo 1880-2012⁸². Un aumento superiore ai due gradi centigradi comporta distorsioni ambientali sulle condizioni dell'uomo che non soddisfano la definizione di sostenibilità fornita dal rapporto Brundtland del 1987, impedendo alle generazioni future di avere la possibilità di soddisfare i propri bisogni nella misura in cui lo sono le generazioni attuali⁸³. Nel corso della Conferenza di Copenaghen nessun accordo vincolante fra le parti veniva trovato, nonostante le grandi aspettative che sulla COP15 erano state riposte in merito alla creazione di una visione condivisa su un'azione collettiva a lungo termine. Tale fallimento, probabilmente figlio di una situazione economica recessiva che esasperava i consensi dei politici rappresentanti dei singoli Paesi, può essere considerato come un equilibrio non cooperativo, se consideriamo la biosfera come un *bene pubblico internazionale*⁸⁴. La mancanza di una visione condivisa su un'azione collettiva a lungo termine verso il raggiungimento

⁸² IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), *Climate Change: The Physical Science Basis*, 2013.

⁸³ Del rapporto Brundtland del 1987 e della questione della sostenibilità si è trattato nel Paragrafo 2.1.

⁸⁴ Non rivelare le preferenze è per tutti gli Stati membri dell'economia globalizzata una strategia dominante, tale condizione è analoga a quella ottenuta nel modello di Nordstrom e Vaughan del 1999, introdotto nel capitolo 2, nel quale i due paesi Nord e Sud pongono in essere un equilibrio nel quale nessuno si assume il costo per la riduzione delle emissioni perché il beneficio marginale interno per la riduzione delle emissioni è esattamente bilanciato dai costi marginali sostenuti (Håkan Nordström, Scott Vaughan, *Trade and Environment*, in «WTO Special Studies», 1999)

di un nuovo paradigma sostenibile può essere associata ad un modo di immaginare lo Scenario energetico futuro globale che potremmo definire reattivo: il livello di sussidi alle fonti energetiche rinnovabili, all'efficienza energetica e allo sviluppo di tecnologie a basso tenore di carbonio risente eccessivamente delle congiunture macroeconomiche. E questa la prospettiva a cui si faceva riferimento nella prima parte di questo Capitolo, che ha portato a prevedere uno Scenario con nuove politiche non sostenibile poiché causa di emissioni che comportano un innalzamento del livello delle temperature entro il 2040 maggiore di 2°. Proprio la presenza di una soglia come questa, i due gradi Celsius, può essere strumentale ad un cambiamento dell'approccio al tema ambientale in senso non reattivo ma attivo o proattivo. Avendo ben presente un obiettivo fondamentale per il raggiungimento di uno sviluppo sostenibile, possono essere identificate chiaramente le misure da apportare e le sanzioni da comminare per quei Paesi che adottino fenomeni di *free riding*.

L'International Energy Agency stima che per garantire l'obiettivo 2° le emissioni dovrebbero essere minori di 2,8 Gt (o 8%) entro il 2025, rispetto ad uno scenario con implementate le politiche energetiche nazionali dichiarate prima della COP 21⁸⁵. Tali emissioni dovrebbero ridursi ancora di 4,8 Gt (o 13%) nel periodo che va dal 2025 al 2030, rispetto allo scenario meno virtuoso da un punto di vista di impegni politici di mitigazione al cambiamento climatico. Per realizzare tale obiettivo sono necessari importanti investimenti: nello Scenario previsto dalla IEA, gli investimenti nelle energie rinnovabili ammontano a \$ 400 miliardi fino al 2030, \$ 26 trilioni sono previsti per gli investimenti nell'offerta di energia e l'investimento medio annuo in efficienza energetica ammonta a \$ 650 miliardi⁸⁶.

L'accordo di Parigi, al termine della COP21 ha visto la stesura di un documento conclusivo nel quale si indica per la prima volta in un testo avente valore di impegno internazionale che l'obiettivo di fondo è quello di “mantenere l'incremento della temperatura ben al di sotto di 2°C rispetto al periodo preindustriale e di sforzarsi di non superare 1,5°C° (art. 2). Inoltre ogni paese “dovrà preparare, comunicare e mantenere” il suo contributo nazionale di riduzione (INDC o NDC) anche in futuro e lo aggiornerà ogni 5 anni (art.4), tali contributi non potranno essere peggiori rispetto a quelli comunicati in precedenza⁸⁷. Tale assunto funge da contrappeso alla mancanza di un impegno vincolante agli impegni presi, d'altro canto però permane la possibilità di recedere dall'accordo.

Prevedere se la COP21 e il nuovo atteggiamento maturato in ambito internazionale in tema ambientale saranno cruciali per il raggiungimento di un nuovo paradigma sostenibile è difficile: in primo luogo per il numero di variabili in campo (le Parti, ben 196 partecipanti alla conferenza), in

⁸⁵ IEA (International Energy Agency), *World Energy Outlook Special Report*, 2015.

⁸⁶ Ibidem.

⁸⁷ UNFCCC (United Nation Framework on Climate Change), *Paris Agreement*, 2015.

secondo luogo il permanere di un impegno non vincolante per gli Stati firmatari porta a pensare che potranno verificarsi fenomeni di *free riding* durante la prossima fase economica recessiva. La speranza è che l'obiettivo dei 2°, quello della sostenibilità, venga perseverato dai principali decisori in tema energetico.

Conclusioni

Lo scopo che questo elaborato si propone è quello di tentare di dimostrare che il passaggio da un modello di sviluppo economico caratterizzato dal *trade-off* fra crescita economica ed ambiente, ad un modello di sviluppo economico sostenibile, attraverso l'affrancamento dalle risorse energetiche fossili, sia non semplicemente auspicabile, ma necessario. Le sfide che attendono l'umanità nei prossimi anni sono di una portata storica; l'aumento della popolazione e l'innalzamento del prodotto interno lordo, previsti per i prossimi anni e in gran parte dovuti all'emergere sulla scena internazionale dei Paesi non-OCSE, portano a dover soddisfare una domanda di energia primaria crescente. Ridurre la quota delle risorse fossili della domanda di energia primaria globale a vantaggio di quella di fonti a cui può essere imputato un livello minimo di emissioni diviene l'unico modo per potere immaginare un accesso a costi ridotti all'energia per ogni individuo sul pianeta. L'accesso a fonti moderne di energie è uno strumento fondamentale non solo per garantire una vita dignitosa, come si è avuto modo di riscontrare nel Capitolo 1, ma anche una leva per lo sviluppo economico dei vari mercati nazionali. A stimolare il passaggio invocato dal modello di sviluppo attuale a quello che abbiamo definito un "paradigma sostenibile dell'attività economica" non potrà essere il libero funzionamento del mercato perché la materia dell'ambiente è una palestra ideale per chi voglia istruirsi sulle più classiche cause di insuccesso della *mano invisibile*. Non potrà essere neppure stimolato da una riduzione dei costi delle risorse rinnovabili nel tempo, grazie al loro sviluppo, e il contestuale aumento del prezzo delle fonti fossili per via della scarsità. Questo è osservabile considerando il caso della produzione petrolifera statunitense, che, negli ultimi anni ha trovato nuovamente vigore grazie all'implementazione di nuove e complesse tecniche di trivellazione per estrarre petrolio non convenzionale. L'indicatore riserve su produzione relativo al petrolio, che è stato introdotto come uno strumento per stimare quanto tempo (in anni) ancora le riserve petrolifere mondiali saranno capienti per soddisfare la domanda mondiale con l'attuale livello di produzione, non solo non si riduce ma rispetto a trenta anni fa è andato crescendo. Il tempo per un livellamento dei costi fra fonti rinnovabili appare superiore al tempo di raggiungimento di un livello di inquinamento che porti ad una situazione di non sostenibilità.

Il passaggio ad un nuovo paradigma sostenibile dell'agire economico può essere sostenuto solamente grazie ad una forte volontà politica nazionale ed internazionale, con strumenti di sussidio alle fonti rinnovabili, investimenti in efficienza energetica e in tecnologie promettenti a basso tenore di carbonio da un lato, una visione di lungo periodo chiara sul destino del settore energetico globale dall'altra.

Il paragone che più volte nel corso delle pagine di questo scritto si è posto in essere, è quello fra il settore energetico ed un viaggiatore che brancola nel buio senza una guida: così appare il settore energetico in questo momento nel percorso verso la sostenibilità. La stella polare che faccia tenere sempre presente quale sia la meta può essere rappresentata dall'obiettivo scientifico del tetto massimo stabilito a 2 gradi Celsius (2°) per il riscaldamento globale causato da attività antropiche: tenendo come riferimento un parametro oggettivo possono essere prese delle azioni a lungo periodo che garantiscano il raggiungimento di quel grande obiettivo che il raggiungimento di un paradigma sostenibile dell'attività economica. L'esistenza di una visione politica internazionale univoca e chiara però non si è ancora potuta constatare. La storia della politica energetica e i fragili equilibri su cui si basano gli accordi internazionali in tema energetico ci lasciano un messaggio chiaro: nei momenti di squilibri macroeconomici il fenomeno di *free riding* è più accentuato. L'esempio che è stato proposto è quello relativo alla conferenza delle parti di Copenaghen, nel corso della quale nessun accordo vincolante fra le parti fu trovato in un contesto di crisi economica mondiale. Questo lascia intendere che il tema ambientale non rivesta ancora la dovuta importanza negli obiettivi strategici dei principali Paesi responsabili delle emissioni storiche e attuali di gas inquinanti: lo si considera come un bene di lusso di cui non si debba badare in un momento di difficoltà economica. La conferenza delle parti di Parigi del 2015, in un contesto macroeconomico di ripresa economica, ha portato a dei risultati che appaiono confortanti, ma prevedere se la COP21 di Parigi e il nuovo atteggiamento maturato in ambito internazionale in tema ambientale saranno cruciali per il raggiungimento di un nuovo paradigma sostenibile, allo stato delle cose, risulta difficile.

Per quanto riguarda il sistema energetico italiano, si è tentato di dimostrare come una politica energetica che presenti una visione strategica di lungo periodo consentirebbe di affrancarsi dalle importazioni di energia che rallentano una decisa ripresa del PIL. In un contesto macroeconomico di prezzi del petrolio bassi e in presenza di una ripresa dell'export, una proposta strategica vincente potrebbe consistere nell'investire una parte delle risorse risparmiate sulla spesa per importazioni di energia nel sostegno e nell'implementazione delle risorse rinnovabili. Questo consentirebbe al sistema Paese di poter attendere con meno timore il ritorno di una situazione di prezzi del petrolio alti e congiuntura macroeconomica negativa.

Bibliografia

Agnoli Stefano, Pireddu Giancarlo. *Il prezzo da pagare*. Milano: Baldini Castoldi Dalai, 2008.

Bhattacharyya C. Subhes. *Energy Economics: Concept, Issues, Markets and Governance*. New York: Springer, 2011.

Bollino Carlo Andrea. *Energia: La follia mondiale*. Soveria Manelli: Rubettino, 2010.

Bosi Paolo. *Corso di scienza delle finanze*. Bologna: Mulino, 2015.

Brock William, Taylor Scott. *Economic Growth and The Environment: a Review of Theory and Empirics*, NBER Working Paper n. 10854, 2004.

Coase Ronald Harry. *The Problem of Social Cost*, in Journal of Law and Economics, Vol. 3. Chicago: The University of Chicago Press, 1960.

De Simone Ennio. *Storia economica: Dalla rivoluzione industriale alla rivoluzione informatica*. Milano: Franco Angeli, 2014.

Dell'Anno Paolo. *Trattato di diritto dell'ambiente*. A cura di Paolo Dell'Anno e Eugenio Picozza. Vol.1. Milano: CEDAM, 2012.

Energia Media. *Scenari, tecnologie, mercati*. Biofuel Magazine No. 2, 2014.

ENI. *World Oil & Gas Review, 2014*.

GSE (Gestore Servizi Energetici). *Rapporto Attività, 2015*.

IEA (International Energy Agency). *Resource to Reserve: Oil, Gas and Coal Technologies for the Energy Markets of the Future*, 2013.

IEA (International Energy Agency). *World Energy Outlook Special Report, 2015*.

IEA (International Energy Agency). *World Energy Outlook, 2015*.

IEA e NEA. *Projected Costs of Generating Electricity*, 2015.

IEA (International Energy Agency). *Energy Technology Perspectives*. 2016

IRENA (International Renewable Energy Agency). *Unlocking Renewables Energy Investment: The Role of Risk Mitigation and Structured Finance*, 2016.

Latouche Serge. *Breve trattato sulla decrescita serena*. Torino: Bollati Boringhieri, 2007.

Meadows D.H. et al. *The Limits to Growth: A Report for The Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind*. New York: Universe Book, 1972.

Ministero dello Sviluppo Economico. *Relazione sulla situazione energetica nazionale*. Direzione generale per la sicurezza dell'approvvigionamento e le infrastrutture energetiche, 2015.

Musu Ignazio. *Green Economy: grande speranza o grande illusione?* Nota di Lavoro. Dipartimenti di Scienze Economiche Università Ca'Foscari di Venezia. No. 08, 2009.

Nordström Håkan, Vaughan Scott. *Trade and Environment*. in «WTO Special Studies», 1999.

OECD (Organization for Economic Co-operation and Development). *Greening Household Behaviour: The Role of Public Policy*, 2011.

Schumpeter Joseph Alois. *Teoria dello sviluppo economico*. Milano: Etas, 2002.

Senatore Gianluca. *Storia della sostenibilità: Dai limiti della crescita alla genesi dello sviluppo*, Milano: Franco Angeli, 2013.

UNFCCC (United Nation Framework on Climate Change). *Paris Agreement*, 2015.

United Nation. *United Nation Framework Convention on Climate Change*, 1992.

United Nations, *Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention On Climate Change*, 1998.

United Nations. *World Population Prospects: The 2015 Revision*, 2015.

World Bank. *World Development Indicators*, 2013.

Sitografia

Eurostat, “Energy dependency rate – all products”, ultima consultazione 25 settembre 2016, http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Glossary:Energy_dependency_rate.

IEA (International Energy Agency). “Decoupling of global emissions and economic growth confirmed”. Ultima consultazione 25 settembre 2016, <https://www.iea.org/>.

International Monetary Fund. “Principal Global Indicators (PGI)”. Ultima consultazione 14 settembre 2016, <http://www.principalglobalindicators.org/>.

Istat-Ice. “Commercio esero e attività internazionali delle imprese (edizione 2016)”. Ultima consultazione 1 ottobre 2016, <http://www.annuarioistatice.it/avvio.html>.

The World Bank, “Population, Total”, ultima consultazione 14 settembre 2016, <http://www.worldbank.org/>.

U.S. Energy Information Administration, “International Energy Statistics”, ultima consultazione 25 settembre 2016, <http://www.eia.gov/countries/>.

U.S. Energy Information Administration. “U.S. Field Production of Crude Oil”. Ultima consultazione 25 settembre 2016, <https://www.eia.gov/petroleum/data.cfm#crude>.

World Nuclear Association. “Nuclear Fusion Power”. Ultima consultazione 19 settembre 2016, <http://www.world-nuclear.org/>.